

DESTRUIÇÃO CRIADORA? EFEITOS ECONÔMICOS DO DESASTRE NATURAL DE SÃO LOURENÇO DO SUL/BRASIL-2011

CREATIVE DESTRUCTION? ECONOMIC EFFECTS OF THE NATURAL DISASTER OF SÃO LOURENÇO DO SUL/BRAZIL-2011

Luciano Carvalho Barbosa Júnior¹
Vinícius Halmenschlager²
Fábio Luiz Vargas Machado³
Pedro Henrique Soares Leivas⁴

Resumo: O objetivo deste artigo é avaliar o impacto da inundação ocorrida na cidade de São Lourenço do Sul em 2011 sobre o PIB per capita do município. Para tanto, foi utilizado o método de controle sintético proposto por Abadie e Gardeazabal (2003), que possibilita a criação de uma trajetória sintética das variáveis a fim de comparar com as trajetórias realizadas. Os resultados indicam um impacto positivo da catástrofe sobre o PIB per capita do município que, na média do período pós-desastre, foi de 9,94%. Essas evidências apontam para um processo, descrito pela literatura, de destruição criadora em função do desastre.

Palavras-chave: Desastres naturais; Destruição criadora; Controle sintético.

Abstract: The objective of this article is to evaluate the impact of the flood that occurred in the city of São Lourenço do Sul in 2011 on the per capita GDP of the municipality. For that, the synthetic control method proposed by Abadie and Gardeazabal (2003) was used, which allows the creation of a synthetic trajectory of the variables to compare with the trajectories performed. The results indicate a positive impact of the catastrophe on the per capita GDP of the municipality, which, on average in the post-disaster period, was 9.94%. This evidence points to a process, described in the literature, of creative destruction as a result of the disaster.

Keywords: natural disasters; creative destruction; synthetic control.

Classificação JEL: O17; Q54; R10

¹ Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis; Universidade Federal do Rio Grande; Brasil; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9208-1159>; E-mail: luciano_barbosajr@hotmail.com.

² Faculdade de Ciências Econômicas; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Brasil; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5027-4550>; E-mail: viniciush@ufrgs.br.

³ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; Universidade de São Paulo; Brasil; ORCID: 0000-0001-7431-991X; E-mail: fabioluizvm@gmail.com.

⁴ Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis; Universidade Federal do Rio Grande; Brasil; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1466-4476>; E-mail: pedroleivas@furg.br.

1 Introdução

No cerne das discussões sobre as mudanças climáticas está a questão dos desastres naturais - fenômenos da natureza que, associados às ações do homem, podem provocar danos que perpassam por dimensões sociais, humanas e econômicas (World Bank & United Nations, 2010). Existem evidências que ao longo das últimas décadas as catástrofes têm aumentado em grau de ocorrência⁵ e têm se tornado mais graves, ocasionando custos econômicos e sociais não desprezíveis (Charvériat, 2000; Loayza et al., 2012; Noy & Vu, 2010; Pachauri et al., 2014; Rauch, 2011; Schumacher & Strobl, 2011). A partir dos dados do EM-DAT (2021) do *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters-CRED*, se verifica que entre os anos de 2005 e 2015, a nível mundial, mais de 4.400 eventos afetaram em média 200 milhões de pessoas por ano e ocasionaram uma média anual de aproximadamente 77.000 mortes. As estimativas médias das perdas econômicas para o mesmo período giram em torno de 137 bilhões de dólares/ano.

No que diz respeito à realidade brasileira, se observa um aumento das catástrofes naturais ao longo das últimas décadas. Conforme CEPED (2013) entre 1991 e 2012, o número total de registros no país foi de 38.996 desastres. Destes, 8.515 (22%) aconteceram na década de 1990, nos anos 2000 foram registrados 21.741 (56%) e nos anos de 2010, 2011 e 2012 foram contabilizados 8.740 (22%) eventos.

Segundo Tominaga *et al.*, (2009) o Brasil se destaca por ser um dos países mais afetados por enchentes no mundo. No entanto, o vasto espaço territorial contribui para que o país seja atingido por diversos tipos de desastres naturais, dentre eles se destacam: estiagens e secas; enxurradas; inundações; vendavais; granizos; movimentos de massa; erosões; incêndios; tornados; alagamentos e geadas (CEPED, 2013). Mais especificamente, dos desastres brasileiros os eventos climatológicos respondem por 56% dos registros, seguidos pelos fenômenos hidrológicos (34%), meteorológicos (7%) e os geofísicos (3%).

A realidade do Rio Grande do Sul não é diferente, o estado sofre regularmente com desastres naturais (CEPED, 2020) que, além de revelar a vulnerabilidade aos eventos catastróficos, também evidencia a importância dos estudos na área. Os três desastres mais frequentes no estado no período de 1991 a 2012 foram a estiagem e seca, enxurradas e inundações. Merece destaque que, conforme CEPED (2020), o Rio Grande do Sul foi o estado brasileiro com o maior prejuízo econômico e danos materiais. Entre 1995 e 2019 se estima que os prejuízos econômicos e danos materiais associados às catástrofes naturais no estado tenham sido de aproximadamente R\$41 bilhões de reais (CEPED, 2020).

No contexto dos desastres gaúchos, um caso em particular se distinguiu dos outros eventos. No ano de 2011, o município de São Lourenço do Sul (SLS) enfrentou uma grande inundação, que se caracterizou como um dos mais graves desastres do estado. Segundo Sausen *et al.*, (2012), a Defesa Civil do Rio Grande do Sul apontou que, aproximadamente, 20.000 pessoas foram atingidas pela tragédia e oito foram a óbito. Estima-se que a inundação, que cobriu mais de 50% da área urbana do município, tenha deixado mais da metade da população desabrigada, sendo então decretada situação de emergência ou estado de calamidade pública (Sausen *et al.*, 2012).

⁵ Não há um consenso do quanto desse aumento se deve à maior ocorrência de desastres ao longo do tempo ou se esse efeito reflete as novas tecnologias de registro. Entretanto, conforme o *World Bank e United Nations* (2010) há indícios de que os desastres estão se tornando mais graves nos últimos anos.

Apesar dos danos e prejuízos visíveis das catástrofes naturais, não há um consenso teórico e empírico sobre os impactos, sobretudo de longo prazo, desses eventos sobre o crescimento econômico. A depender das características da catástrofe, das políticas de reparação, dos aspectos socioeconômicos e institucionais da região atingida, os impactos podem variar de negativos, nulos e até mesmo positivos sobre o PIB da localidade atingida (Chhibber & Laajaj, 2008; Hsiang & Jina, 2014). Para os desastres ocorridos no Brasil especificamente, como as enxurradas e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011, inundações em Santa Catarina em 2008, entre outros, as evidências apontam para efeitos econômicos negativos (RIBEIRO et al 2014; HADDAD E TEIXEIRA, 2015; LIMA E BARBOSA, 2018; HALMENSCHLAGER, 2019)

Posto isso, e face à distinção do evento, o objetivo deste trabalho é avaliar o impacto do desastre natural de 2011 no Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* de São Lourenço do Sul. Para tanto, foi utilizado o método de controle sintético proposto por Abadie e Gardeazabal (2003). Com esta metodologia, é possível mensurar o impacto do evento a partir de um contrafactual que reflete a trajetória do PIB *per capita* do município caso o desastre não tivesse ocorrido.

Os resultados indicam que houve um aumento no PIB *per capita* do município após o evento. O PIB *per capita* teve um aumento médio de 9,94% e se manteve, em todo período analisado, acima do patamar que teria se concretizado na ausência da catástrofe. Ainda que pareça um impacto controverso, um desastre pode gerar impactos positivos através de um processo de destruição criadora (Döpke & Maschke, 2016).

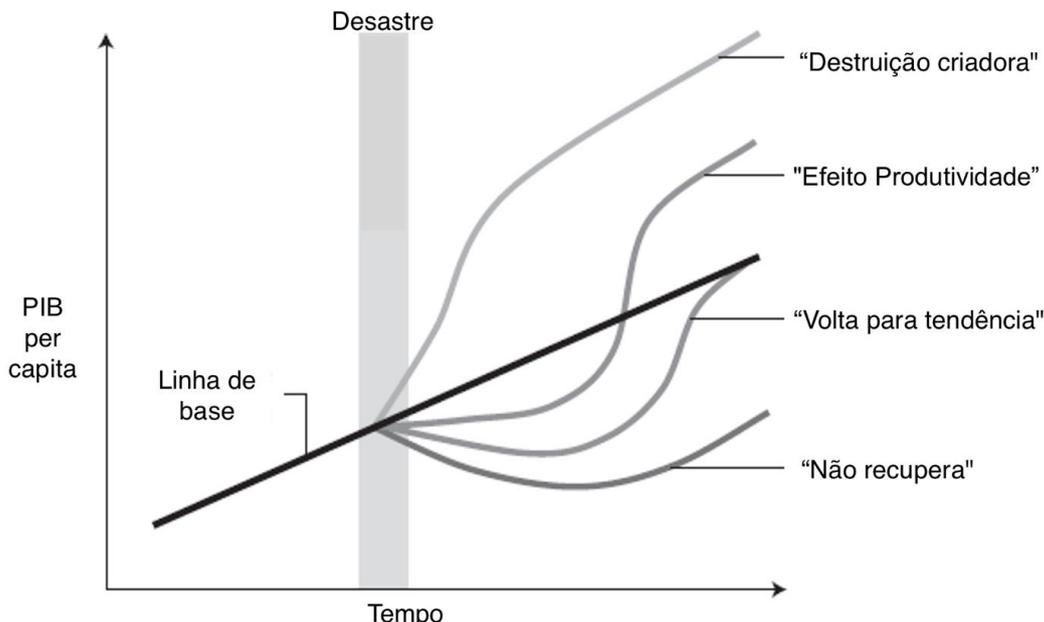
Desta forma, os resultados encontrados contribuem com a literatura dos impactos econômicos dos desastres naturais e, especificamente, com a escassa literatura que investiga os efeitos dos desastres no Rio Grande do Sul. Além disso, os resultados fornecem contribuições para a formulação de políticas públicas de prevenção e reparação aos efeitos das catástrofes.

2 Desastres naturais e crescimento econômico

Com o intuito de sintetizar as diversas possibilidades expressas pela literatura, estudos como os de Chhibber e Laajaj (2008) e Hsiang e Jina (2014) propõem diferentes cenários para a relação desastre natural e crescimento econômico. Apesar de os cenários expostos em cada trabalho não serem idênticos, eles levam a resultados parecidos, diferindo em poucos aspectos, principalmente ao que concerne aos efeitos de longo prazo.

A princípio, Chhibber e Laajaj (2008) e Hsiang e Jina (2014) consentem que no curto prazo, face à destruição do capital físico e humano, os desastres teriam impactos negativos. Entretanto, esse aspecto não é consenso na literatura. Estudos como de Alaba-Bertrand (1993) e Tol e Leek (1998) destacam que não necessariamente é verificada tal relação, uma vez que mesmo no curto prazo os desastres poderiam ter impactos nulos ou positivos sobre a economia.

Figura 1. Relação teórica entre crescimento econômico e desastres naturais



Fonte: Adaptado de Hsiang e Jina (2014).

Com relação aos impactos de longo prazo, a partir do proposto por Hsiang e Jina (2014), Figura 2, caracterizam-se algumas possibilidades de cenários. Inicialmente, contrário ao senso comum, os desastres naturais poderiam apresentar resultados positivos sobre a economia. No primeiro panorama, conforme Döpke e Maschke (2016), o desastre geraria impactos positivos através de um processo de destruição criadora de Schumpeter, uma vez que o capital destruído pode ser substituído, de forma a estimular a inovação e a adoção de novas tecnologias. Porém, conforme Cuaresma et al. (2008), a hipótese estrita de Schumpeter só se confirmaria em casos que os desastres levassem a mudanças organizacionais que implicassem em um novo ambiente de mercado, já que a hipótese de Schumpeter está atrelada a uma dinâmica competitiva que resultaria no progresso tecnológico.

O segundo cenário com impacto positivo, *“Build-Back-Better”* ou também *“Efeito Produtividade”*, está associado a substituição de capital aniquilado, muitas vezes obsoleto, por novo capital, com melhores tecnologias e mais produtivos (Chhibber & Laajaj, 2008). Difere-se do caso anterior, com base em Cuaresma et al. (2008), pois apesar de possibilitar uma mudança tecnológica em função da catástrofe, neste caso não se leva em conta os aspectos institucionais como o que seria necessário para configurar uma mudança no sentido de Schumpeter⁶. Portanto, conforme Hallegatte (2014) as perdas de capital seriam compensadas por uma maior produtividade da economia, que poderia acelerar o ritmo das mudanças tecnológicas e por consequência o crescimento econômico. A atualização do capital pode se dar de diversas formas. Para as famílias através da reconstrução de suas casas com melhores tecnologias, como as que propiciam menor consumo de energia. Para as empresas através da substituição de tecnologias de produção, com a adoção de sistemas informatizados

⁶ Apesar da distinção, conforme Cuaresma et al. (2008), entre o que seria de fato destruição criativa de Schumpeter e apenas impactos positivos *expos* dos desastres naturais, como a hipótese do *“Efeito Produtividade”*, na literatura usualmente impactos positivos são associados a teoria de Schumpeter. A grande maioria dos trabalhos não distinguem os tipos de efeitos positivos.

modernos. Já para os órgãos públicos, através da possibilidade de readaptação da infraestrutura pública (Hallegatte, 2014).

Outro panorama possível é o retorno para a tendência original, ou seja, ausência de efeito do desastre sobre o crescimento econômico de longo prazo. Segundo Döpke e Maschke (2016), após o desastre a economia passaria por um período de queda e voltaria para sua tendência natural. Isso ocorreria, pois, em função do desastre, o trabalho e capital se tornariam relativamente mais escassos na região atingida, de forma a estimular a migração para tal localidade. Nesse sentido, conforme Hsiang e Jina (2014), o produto marginal do capital aumentará conforme o capital e trabalho se tornem mais restritos. Contudo, com o passar do tempo os investimentos de reestruturação e a relação capital-trabalho tendem a aumentar. Para Chhibber e Laajaj (2008) tal processo seria motivado pelo período de reconstrução até a economia se estabilizar nos patamares anteriores. Ainda, segundo Klomp e Valckx (2014), após a queda, a economia poderia, inclusive, apresentar por um período curto, um crescimento econômico superior à sua trajetória original, motivado pelo investimento. Porém, no longo prazo a depreciação do capital é maior do que os investimentos de substituição, o que levaria a economia para sua trajetória de desempenho original. Além disso, o pico de crescimento poderia ser ocasionado pelo grande montante de ajuda externa, que após serem suspensas, levariam a economia para seu caminho de crescimento equilibrado.

Por fim, há o cenário de impactos negativos no longo prazo, de forma que a economia não recupera sua tendência de crescimento natural. Klomp e Valckx (2014) argumentam que a relação capital trabalho se reduziria permanentemente, sobretudo pelas restrições financeiras enfrentadas pelas famílias e empresas. Para Döpke e Maschke (2016), os possíveis efeitos positivos de substituição do capital não seriam capazes de superar os efeitos negativos da destruição do capital e dos bens de consumo. Isso porque os fundos que antes seriam destinados para promover novos investimentos serão captados para recuperação da estrutura perdida. Conforme Hsiang e Jina (2014), a economia poderia até voltar a crescer após a catástrofe, entretanto, não retomaria sua trajetória natural.

Cabe destacar que os custos econômicos associados aos desastres naturais, usualmente, dividem-se em duas categorias principais, os custos diretos e indiretos. Custos diretos, conforme Hallegatte (2014), são os efeitos instantâneos do fenômeno, motivados pela destruição física, como danos a habitações, empresas, estruturas produtivas, infraestrutura, além de impactos sobre morbidade e mortalidade, degradação ambiental, entre outros. Já os custos indiretos, são danos provocados não pelo desastre em si, mas sim, por suas consequências. Segundo Kousky (2014), nesse grupo destacam-se as perdas em função da interrupção de negócios por empresas não afetadas diretamente, os efeitos multiplicadores por quedas da oferta e demanda, o aumento de custos para as empresas devido à falta de mão de obra, a destruição de estradas, a perda de fornecedores, entre outros. Há também os efeitos negativos sobre o bem-estar das famílias, efeitos sobre a saúde, como o agravamento de doenças, e também danos indiretos ao meio ambiente.

De acordo com Kousky (2014) e Hallegatte (2014), muitos estudos interessados em avaliar esses custos utilizam para tal indicadores agregados como o Produto Interno Bruto (PIB). Essa escolha ocorre devido à dificuldade de mensuração de alguns custos específicos, mas principalmente, porque tais indicadores agregados tendem a

refletir ambos os tipos de perdas, capturando assim, de forma aproximada, os impactos econômicos totais⁷.

3 Desastres naturais e destruição criadora: evidências empíricas

Grande parte da literatura que investiga os impactos dos desastres naturais apontam para efeitos negativos sobre dimensões econômicas. Klomp e Valckx (2014), por meio de meta análise com mais de 750 estimações sobre os impactos das catástrofes, concluem que os impactos são negativos no desempenho econômico, especialmente, para os desastres climáticos em países em desenvolvimento.

Por outro lado, poucos trabalhos encontram uma relação exclusivamente positiva entre desastres naturais e atividade econômica, o que poderia se caracterizar, conforme Cuaresma et al (2008), como um processo de destruição criadora. Skidmore e Toya (2002) analisam uma série de desastres em diversos países entre os anos de 1960 e 1990 e verificam que altas frequências de desastres climáticos estão relacionadas com maiores taxas de acumulação de capital humano, aumento da produtividade total dos fatores e crescimento do produto interno. Discutem ainda, que o risco de desastre reduz o retorno sobre o capital físico e aumenta o retorno do capital humano, levando a um processo de substituição entre esses dois fatores. Isso decorre do fato de o capital físico ser mais estático que o humano, ficando assim mais vulnerável aos desastres.

Além disso, conforme Skidmore e Toya (2002), a destruição do capital físico fornece estímulos para a substituição do mesmo, com acréscimos tecnológicos, proporcionando ganhos à produtividade total dos fatores. Análise semelhante é realizada por Cuaresma et al. (2008), que analisam a relação entre desastres e absorção de tecnologias por meio de um modelo gravitacional. Os autores identificam que apenas países com altos índices de desenvolvimento são capazes de absorver novas tecnologias após uma catástrofe.

Outros artigos encontram resultados ambíguos para relação desastres naturais e crescimento econômico. As causas disso vão desde as características dos países afetados, como o nível de desenvolvimento, a qualidade institucional e a forma de resposta ao desastre, até especificidades do evento ocorrido, como o grau de intensidade e a tipologia. Diversos trabalhos apontam que os impactos variam conforme o nível de desenvolvimento dos países. Em países pouco desenvolvidos ou em desenvolvimento os desastres causam efeitos negativos, ao passo que em países desenvolvidos os efeitos são minimizados ou até mesmo positivos (BERLEMANN; WENZEL, 2018; FOMBY et al., 2013; LOAYZA et al., 2012; NOY, 2009).

A qualidade institucional é um fator relevante para determinar o resultado das catástrofes sobre uma região, segundo Barone e Mocetti (2014). Os autores verificam, por meio do método de controle sintético aplicado a duas catástrofes ocorridas em 1976 e 1980 em duas regiões da Itália, que na localidade com boas instituições o desastre provocou crescimento do PIB, enquanto na região com más instituições o resultado foi negativo. Isso ocorre, pois, o montante de recursos para ajuda financeira é fundamental para o período de reconstrução e recuperação pós desastre. Localidades com instituições saudáveis aumentam a resiliência e melhoram a administração das verbas destinadas à recuperação. Já em regiões com instituições frágeis, com maiores índices de corrupção, menor engajamento cívico e pior

⁷ Ressalta-se conforme Kousky (2014) e Hallegatte (2014) que o PIB é uma boa *proxy* para medir os efeitos totais, entretanto alguns impactos econômicos indiretos e alguns impactos em termos de bem-estar podem não ser mensurados por esta variável.

administração, há maior possibilidade de alocação ineficiente dos recursos, implicando em um resultado negativo sobre a atividade econômica, deteriorando ainda mais a qualidade institucional (BARONE; MOCETTI, 2014).

A política econômica adotada para a recuperação após a catástrofe também afeta os resultados sobre a atividade econômica. Selcuk e Yeldan (2001) mostram, por meio de um modelo de equilíbrio geral para um terremoto acontecido em 1999 na Turquia, que os efeitos do desastre se situaram entre -4.5% e 0.8% do PIB. A magnitude do efeito varia conforme a política econômica praticada durante o período de recuperação, de forma que um subsídio para restauração de perdas de capital, a setores individuais financiado pela ajuda externa, leva a resultados positivos, ao mesmo tempo que impostos indiretos para financiar gastos extras resultam na perda de produção e em efeitos negativos sobre a economia (SELCUK; YELDAN, 2001).

Para os desastres naturais ocorridos no Brasil não existem evidências que apontem para resultados positivos sobre o crescimento econômico. Desta forma, este trabalho se propõe a verificar tal relação a partir da catástrofe natural ocorrida em São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul, em 2011.

3.1 Os desastres naturais no Rio Grande do Sul e o evento de São Lourenço do Sul (2011)

Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – Rio Grande do Sul 1991/2012 (CEPED, 2013), o Rio Grande do Sul é atingido por cerca de 14% dos desastres naturais do Brasil, sendo o primeiro do ranking dos estados. O relatório não somente atenta para o alto número de registros por evento catastrófico no estado, como, também, destaca a grande diversidade destes eventos. Dessa forma, o Rio Grande do Sul apresenta, no período, situações de desastres naturais climatológicos (estiagem e seca, incêndio e granizo), hidrológicos (inundações, enxurradas e alagamentos), meteorológicos (vendavais e tornados) e geofísicos (movimentos de massa), conforme a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE). Contudo, dos eventos mais recorrentes, destaca-se estiagens e secas (53,6%), inundações (17,4%), vendavais (13,1%), granizo (8,1%) e enxurradas (7,1%), que juntos somam 99,3% dos eventos registrados.

Embora a Região Sul não apresente os maiores números relacionados a danos humanos (pessoas afetadas) causados por desastres ambientais no Brasil, o Rio Grande do Sul, particularmente, caracteriza-se por um alto índice de danos à população (socioeconômico). Estima-se que mais de 10 milhões de pessoas, entre 1991 e 2012, já foram afetadas por estes eventos ambientais. No que se refere aos prejuízos econômicos e danos materiais, o Rio Grande do Sul ocupa a primeira posição entre os estados brasileiros. Segundo dados do CEPED (2020) os danos materiais entre 1995 e 2019 somam aproximadamente R\$4,4 bilhões, enquanto os prejuízos econômicos se aproximam de R\$36,8 bilhões. Esses valores representam aproximadamente 12% dos prejuízos e danos associados a desastres naturais no Brasil.

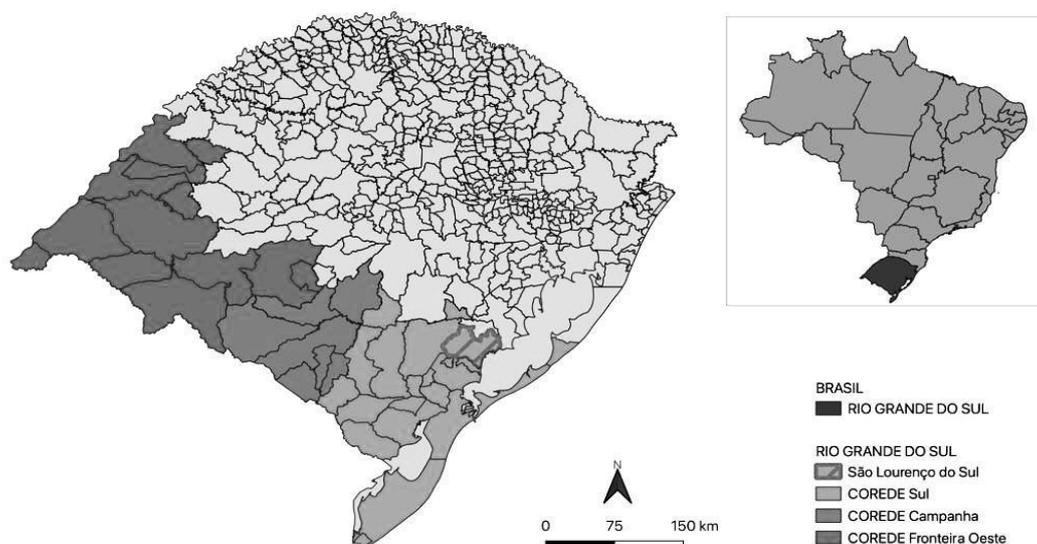
Dentre esses eventos, se destaca o desastre ocorrido em São Lourenço do Sul, cidade localizada no sul do Rio Grande do Sul (Figura 1), no dia 10 de março de 2011. O município enfrentou o maior desastre da história do município e um dos mais graves incidentes da década no sul do Brasil. Segundo Sausen et al., (2012), as estimativas da Defesa Civil apontaram que as chuvas torrenciais fizeram com o que o nível de água do arroio São Lourenço subisse cerca de três metros. O ocorrido fez com que uma

mistura de lama e água invadissem o perímetro urbano, atingindo 5.000 residências e aproximadamente 20.000 pessoas, além de contabilizar 8 mortos.

Desta forma, mais de 50% da área urbana do município foi inundada em decorrência do evento. Além de residências, a região atingida do município concentra grande parte dos estabelecimentos comerciais e de serviços da cidade. Assim, a inundação não somente afetou famílias e suas moradias, mas, também, muitos dos bens de capital e bens a serem comercializados foram inutilizados ou danificados. A pavimentação urbana, escolas, igrejas e a própria prefeitura de São Lourenço do Sul sofreram com os efeitos da inundação, o que dificultou o atendimento à população atingida (Sausen et al., 2012).

Ainda, na área rural e perimetral do município, 22 pontes foram destruídas e 3 tiveram suas estruturas comprometidas. Benfeitorias das propriedades rurais próximas ao arroio São Lourenço, bem como culturas em lavouras de arroz, fumo e soja, foram destruídas ou danificadas. Na soma entre área urbana e rural estima-se que o prejuízo superou os R\$ 165 milhões (34% do PIB do período), do qual a maior parte foi resultado das perdas em moradias, cerca de R\$ 100 milhões (Sausen et al., 2012).

Figura 2. Mapa do Estado do Rio Grande do Sul e o município de São Lourenço do Sul



Fonte: Elaborado pelos autores.

4 Estratégia empírica e base de dados

Para verificar o impacto do desastre natural de São Lourenço do Sul é empregado o modelo de Controle Sintético⁸ proposto por Abadie e Gardeazabal (2003) e estendido posteriormente em Abadie *et al.* (2010). Por este método, busca-se construir a trajetória do PIB *per capita* para São Lourenço do Sul, afetado pelo desastre, caso não tivesse sido. Essa trajetória sintética é construída a partir de variáveis correlacionadas com a

⁸ Para mais detalhes sobre a metodologia ver Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie *et al.* (2010).

variável de interesse de unidades que, em tese, não receberam o tratamento, podendo constituir uma base de comparação adequada para a avaliação do impacto.

Assim, conforme Ribeiro et al. (2014), pelo método de controle sintético é atribuído um peso a cada unidade de controle com base em um processo de otimização, que minimiza a distância entre um vetor de características observáveis da unidade tratada e dos controles para períodos anteriores. Desta forma, busca-se construir a trajetória da variável de interesse de unidades tratadas, na ausência do tratamento.

O método é descrito por: seja C o número de possíveis controles para a composição da unidade sintética, $P = (p_1, p_2, \dots, p_c)$ um vetor ($1 \times C$) com os pesos que as unidades do conjunto de controles recebem para a estimação da versão sintética. X_1 é uma matriz ($K \times 1$) onde K é a quantidade de variáveis associadas à unidade tratada. Por sua vez X_0 é uma matriz ($K \times C$) onde os elementos são iguais aos valores das mesmas K variáveis para as C unidades do grupo de potenciais controles. A importância que cada variável pré-tratamento recebe no processo de predição da variável de interesse será representada por uma matriz diagonal, W , onde cada entrada na diagonal principal representa tal importância. Sendo assim, o problema a ser solucionado é descrito da seguinte forma:

$$(X_1 - X_0P)'W(X_1 - X_0P) \quad (1)$$

em que $P = \{(p_1, \dots, p_c) \text{ sujeito a: } \sum_{i=1}^c p_i = 1, p_i \geq 0 (i = 1, \dots, C)\}$

A partir do problema de otimização exposto, se obtém a matriz P^* . Esta matriz tem em sua composição os pesos ótimos estimados que cada unidade do grupo de controle recebe para o desenho da versão sintética da unidade tratada. A partir da matriz P^* , a distância entre as variáveis de interesse da unidade sintética e da unidade tratada é minimizada. Devido ao processo de otimização, alguns candidatos a controle podem receber ponderação zero, pelo fato de não apresentarem similaridade nas variáveis mais importantes para a construção de uma unidade sintética. A principal medida de ajuste pré-tratamento da unidade sintética com o município tratado é a Raiz do Erro de Previsão Quadrático Médio ($REPQM_{pré}$). O ajuste se torna melhor, conforme as distâncias entre as unidades tendem a zero (Ribeiro et al., 2014).

Cabe salientar, segundo Ribeiro et al. (2014), que a importância relativa, que é atribuída a cada variável utilizada na estimação dos pesos, dada pela matriz W , afeta a matriz P^* . Escolher W é, portanto, um fator crítico que afeta os resultados do modelo. Seu processo de escolha é limitado apenas ao grupo das matrizes diagonais positivas semi-definidas, podendo-se aplicar critérios variados dependendo do nível de conhecimento *a priori* do relacionamento entre as variáveis.

Dados os valores obtidos por meio da matriz P^* , a construção da variável de interesse para o tratamento da unidade sintética é a média do valor dessa variável para cada unidade de controle ponderada pelo seu respectivo peso ótimo estimado. Uma vez que Y_0 é um vetor ($T \times 1$), onde cada um de seus elementos representa uma observação da variável de interesse do país tratado, e Y_1 uma matriz de ordem ($T \times C$) com informações da variável de interesse para cada país controle nos T períodos de análise, a trajetória da variável de interesse sintética Y_0^s e o impacto do tratamento δ , serão:

$$Y_0^s = P^*Y_1 \quad (2)$$

$$\delta = Y_0 - Y_0^s \quad (3)$$

Os efeitos são estimados por meio da equação (3). Segundo Abadie *et al.* (2015) é interessante que o processo de otimização resulte em uma trajetória sintética, para períodos anteriores ao tratamento, ajustada com a trajetória de fato observada. Assim, qualquer diferença das trajetórias após a janela de exposição é atribuída aos efeitos do tratamento de interesse (sob a hipótese de identificação que outros choques afetem da mesma forma a variável dependente).

Ressalta-se ainda, que se o período de pré-tratamento for grande, como é caso do presente trabalho, havendo correspondência entre os resultados pré-intervenção, a metodologia proposta por Abadie *et al.* (2010) controla para os fatores observados, e sob a hipótese de efeitos fixos, para os não observados. Abadie *et al.* (2015) afirmam que apenas unidades que sejam iguais em termos observados e não observados são capazes de produzir trajetórias semelhantes para a variável de interesse por longos períodos.

Estes resultados são submetidos ao teste de distribuição dos placebos. O teste consiste na simulação do evento nos municípios que não sofreram o desastre, com o intuito de verificar a causalidade entre o fenômeno e o impacto observado. É esperado que somente SLS expresse este impacto, uma vez que a enchente atingiu somente este município. Graficamente, esse resultado se manifesta quando a trajetória do hiato, entre SLS Tratada e SLS Sintética, permanece em alguma extremidade da distribuição (Ribeiro *et al.*, 2014).

Em seguida, também é realizado o teste de placebo temporal. Neste teste, é falseada a data de ocorrência do evento, com a finalidade de constatar que o efeito observado é de fato causado pelo evento e não pelo condicionamento da otimização. Graficamente, é esperado que não haja mudança no descolamento entre a SLS Tratada e SLS sintética.

Por fim, o teste a respeito do ajuste do modelo de se dá pelo Raiz do Erro de Previsão Quadrático Médio (REPQM). Duas medidas para este teste são particularmente: o REPQM pré-tratamento ($REPQM_{pré}$) e o REPQM pós-tratamento ($REPQM_{pós}$). Levando em consideração os municípios que participaram na construção da SLS sintética (pesos maiores que zero), o teste busca quantificar a qualidade do ajuste ($REPQM_{pré}$) e o tamanho do impacto do tratamento ($REPQM_{pós}$). Assim, a relação entre essas medidas pode indicar a interferência de efeito de equilíbrio geral (Ribeiro *et al.*, 2014).

Para identificar o tamanho do impacto do evento, o estudo utiliza dados que indicam as condições produtivas dos 21 municípios da amostra, entre 2002 e 2017. Com a finalidade de ajustar a trajetória do PIB *per capita* — variável dependente —, a pesquisa emprega covariadas como Vínculos (empregatícios), Estabelecimentos, Remuneração, Valor Adicionado da Agropecuária, Valor Adicionado da Indústria, Valor Adicionado dos Serviços, Valor Adicionado da Administração Pública, População com Nível Superior e, também, o próprio PIB *per capita*.

A estimação do controle sintético conta com 9 anos de período de pré-tratamento, o que favorece a construção da matriz de peso (W) e, conseqüentemente, o ajuste do modelo. Os sete anos que compreendem o intervalo do período de pós-tratamento, por sua vez, denotam o impacto do desastre sobre a variável de interesse.

O Apêndice A, na Tabela 1A, apresenta o PIB *per capita* dos municípios da amostra nos 16 anos de análise, a fim de comparar a evolução entre as unidades. Na mesma seção, a Tabela 2A apresenta medidas de centro e dispersão de São Lourenço do Sul.

Tabela 1. Quadro-resumo das variáveis utilizadas

Descrição	Formato	Finalidade	Fonte
PIB per capita (R\$)	Nível	Variável de interesse	IBGE ¹
Vínculos (un.)	Nível	Denotam o nível de	
Estabelecimentos (un.)	Nível	atividade econômica	DEE ²
Remuneração (R\$)	Nível	dos municípios.	
Ensino Superior (2010) (%)	Nível	Captura aspectos institucionais e de capital humano.	IBGE
V.A. Adm. Pública (2005-2010) (R\$)	Nível	Apresentam a	
V.A. Serviços (2005-2010) (R\$)	Nível	produção dos setores	DEE
V.A. Indústria (2005-2010) (R\$)	Nível	da economia nos	
V.A. Agropecuária (2005-2010) (R\$)	Nível	municípios.	

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; ² Departamento de Economia e Estatística.
Fonte: Elaborado pelos autores.

5 Resultados

O procedimento de análise por controle sintético requer a construção de um contrafactual do município tratado no intervalo de tempo estudado. O grupo de municípios de controle se restringiu aos localizados nos Conselho de Desenvolvimento Regional (COREDE) Campanha e Fronteira Oeste, conforme apontado na Figura 1. Esses municípios apresentam características geográficas, institucionais, econômicas e sociais semelhantes entre si, sendo um controle adequado⁹ para São Lourenço do Sul (Lima et al., 2018). Por conta disso, a Tabela 2 apresenta o peso que cada um dos municípios recebeu para construir a SLS Sintética.

Tabela 2. Municípios-controle e suas participações para a construção da unidade sintética

Municípios	Peso
Aceguá	0
Alegrete	0
Bagé	0
Barra do Quaraí	0
Caçapava do Sul	0
Candiota	0
Dom Pedrito	0
Hulha Negra	0
Itacurubi	0
Itaqui	0
Lavras do Sul	0
Maçambará	0

⁹ Os municípios do COREDE Sul, a qual pertence São Lourenço do Sul, foram removidos da amostra por dois motivos. Primeiro, para evitar possíveis efeitos de equilíbrio geral do desastre. Segundo a região sofreu impactos relevantes da Política de Expansão Naval no período de análise (Lima et al., 2018; Teixeira et al., 2016) podendo gerar fatores de confusão para análise do efeito.

(Continuação)	
Municípios	Peso
Quaraí	0,417
Rosário do Sul	0,370
Sant'Ana do Livramento	0,206
Santa Margarida do Sul	0
São Borja	0
São Gabriel	0,006
Uruguiana	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se que dos 20 municípios candidatos, apenas quatro deles receberam pesos maiores que zero: Quaraí (0,417), Rosário do Sul (0,370), Sant'Ana do Livramento (0,206) e São Gabriel (0,006). Em seguida, a Tabela 3 apresenta as médias das variáveis para a unidade tratada, sintética e a amostra, no período de pré-tratamento. A comparação entre elas revela performance dos pesos atribuídos na primeira etapa, visto que, sobretudo para variável de interesse (PIB *per capita*), há um importante ajustamento entre unidade tratada e sintética. Ao estender a comparação à média amostral -que não emprega os pesos da análise de controle sintético- torna-se mais evidente a precisão do método, pois, na maior parte dos casos, a unidade sintética aproxima-se mais da tratada do que uma média da amostra desses 20 municípios. Contudo, variáveis como Estabelecimentos e Ensino Superior, não apresentaram bons ajustes.

Tabela 3. Médias das variáveis no período de pré-tratamento

Variáveis	Un.Tratada	Un.Sintética	Média Amostrai
PIB per capita (R\$)	7 525,25	7 601,31	13 252,09
Vínculos (un.)	4 249,88	4 805,31	5 026,37
Estabelecimentos (un.)	764,66	973,09	813,05
Remuneração (R\$)	9 361,91	9 839,09	12 329,5
Ensino Superior (2010) (%)	6,59	8,20	7,38
V.A. Adm. Pública (2005-2010) (R\$)	73 632,83	71 222,51	67 306,43
V.A. Serviços (2005-2010) (R\$)	151 843,3	165 324,8	169 935,2
V.A. Indústria (2005-2010) (R\$)	23 477	22 575,14	59 526,45
V.A. Agropecuária (2005-2010) (R\$)	99 832,67	82 330,4	82 136,45

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma vez otimizados os pesos entre as unidades de controle e o ajuste das variáveis no período de pré-tratamento, verifica-se a trajetória da variável de interesse para a unidade tratada e sintética. Através desse procedimento, é esperado que tais trajetórias se sobreponham até o ano do evento, quando, logo após, deve haver o deslocamento das séries, caso haja efeito do tratamento.

Para tanto, é apresentada a Figura 3A. Através dela é possível observar o comportamento do PIB *per capita* da SLS Tratada e da SLS Sintética, descrito, respectivamente, pela trajetória contínua e pela trajetória tracejada. Até 2011, percebe-

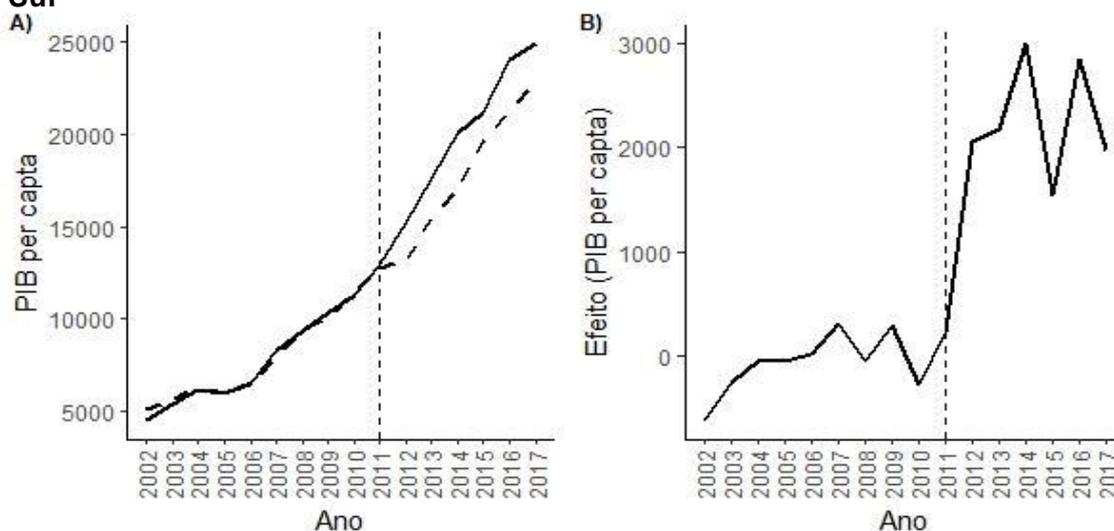
se visualmente que as trajetórias estão bem ajustadas. A partir deste ano, as trajetórias se afastam e sugere a ocorrência de impacto positivo deste evento sobre o PIB *per capita* do município, uma vez que a trajetória da SLS Sintética permanece abaixo da trajetória realizada.

Em seguida, a Figura 3B, apresenta a trajetória do hiato e amplia a descrição desse efeito, pois mostra a trajetória da diferença entre o PIB *per capita* da SLS Tratada e SLS Sintética. Além de confirmar o bom ajustamento da variável no período de pré-tratamento — visto que a trajetória deste hiato permanece em torno do zero —, apresenta o tamanho do efeito da inundação no município. Logo em 2012, a variável de interesse foi cerca de 13% maior do que seria caso a enchente não ocorresse e este efeito cresce até 2014, quando chega, aproximadamente, a 15%. A partir disso, o impacto do tratamento se reduz e oscila até 2017, quando chega a 7,9%. Assim, a média do período pós-tratamento, revela que o PIB *per capita* foi 9,94% maior e isso representa cerca de R\$1.975 de aumento.

Essa evidência de impacto positivo do desastre natural sobre o crescimento econômico de São Lourenço vai ao encontro de resultados identificados para catástrofes em outras localidades (Barone & Mocetti, 2014; Döpke & Maschke, 2016). A manutenção do PIB *per capita* sempre acima do que teria se concretizado na ausência do evento aponta para uma tendência de “*creative destruction*” nos termos teóricos propostos por Chhibber e Laajaj (2008) e Hsiang e Jina (2014).

Fatores como o montante de recursos recebido pelo município para políticas de reparação de danos, acesso facilitado a crédito, modernização da infraestrutura pública e privada danificada, engajamento político, entre outros elementos, pode ter contribuído para esse resultado. Cabe destacar, que conforme evidenciado por Barone e Mocetti (2014), a boa qualidade institucional é um elemento importante para que se crie condições ideais para a recuperação econômica da região afetada após a catástrofe.

Figura 3. Resultados do controle sintético para PIB *per capita* em São Lourenço do Sul

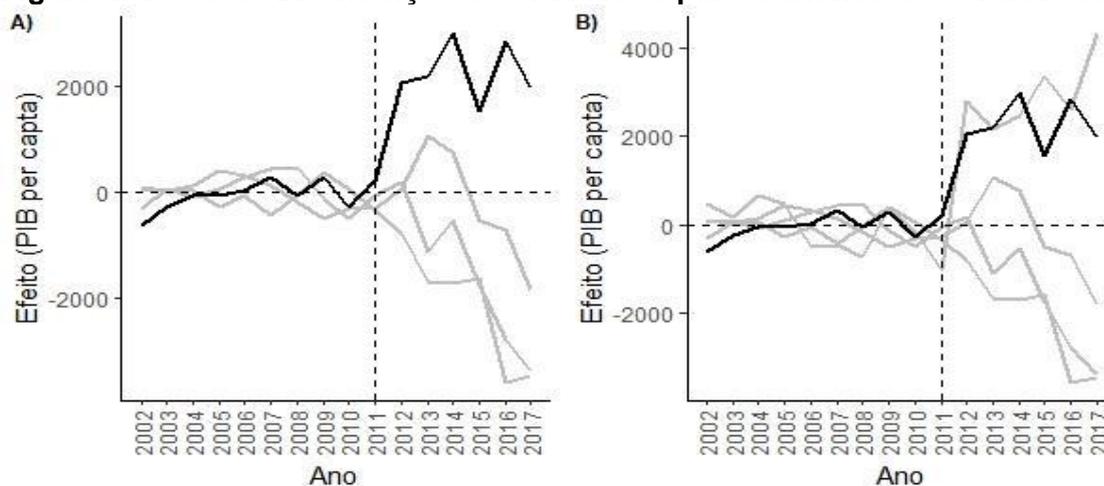


Nota: A) Trajetórias do PIB *per capita* da São Lourenço do Sul (linha contínua) e SLS sintética. B) Trajetória do Hiato entre São Lourenço do Sul observada e sintética para PIB *per capita*.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Como ferramenta de robustez para a análise de controle sintético, são conduzidos os testes de distribuição dos placebos e placebo temporal. O teste de distribuição de placebos consiste em utilizar os 20 municípios controles como unidade tratada e simular o efeito da enchente em SLS. Em seguida, calcula-se o hiato entre a trajetória da unidade sintética e tratada (para todos os controles). Um modelo robusto é aquele em que a unidade de fato tratada tenha um efeito pós-tratamento significativo e permaneça nas extremidades da distribuição dos placebos (Abadie et al., 2010). A Figura 4 mostra os resultados deste teste.

Foram propostas duas distribuições para o teste, conforme sugerido por Abadie et al., (2010): excluindo os municípios com ajustamento 2,5 vezes piores que SLS e excluindo municípios com ajustamento 5 vezes piores que SLS. Observa-se que, de maneira geral, o efeito sob SLS permanece na extremidade da distribuição, indicando a significância do impacto da enchente sobre o PIB *per capita* em SLS. Especificamente, a Figura 4.A indica que o efeito do evento na variável de interesse é significativo em todo período de pós-tratamento. Já a Figura 4.B apresenta que, somente em 2013, 2014 e 2016, o efeito da enchente é significativo no PIB *per capita* de SLS.

Figura 4. Teste de Distribuição dos Placebos para a análise do controle sintético.



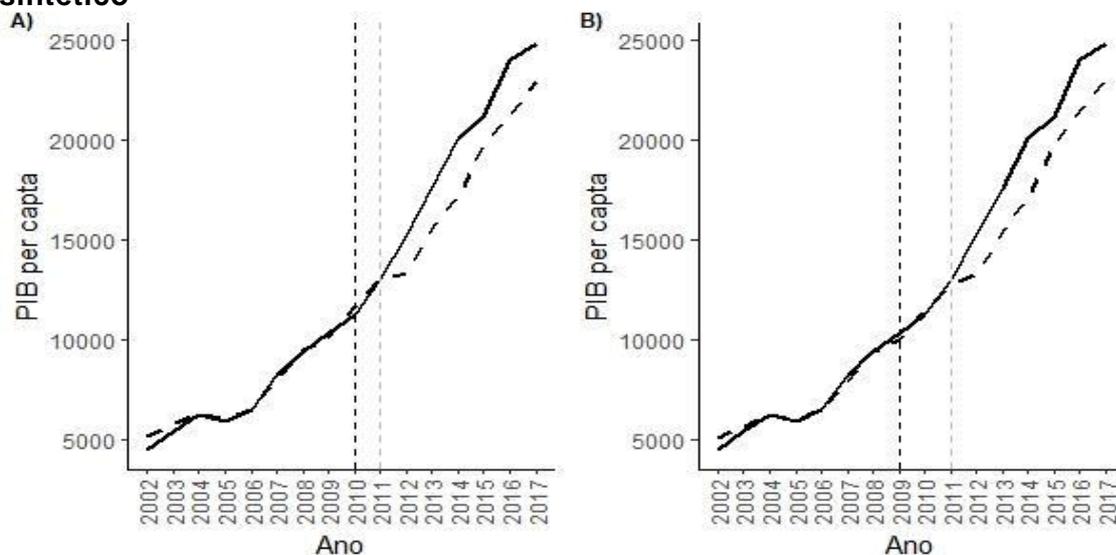
A) Teste de Placebo que exclui municípios com erro quadrático 2,5 vezes maior que o município de São Lourenço do Sul. B) Teste de Placebo que exclui municípios com erro quadrático 5 vezes maior que o município de São Lourenço do Sul.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida, foi aplicado o teste do placebo temporal sobre a série de SLS. Este procedimento sugere mudanças na data do evento, com intuito de verificar se o descolamento das séries sintética e observada ocorrem, de fato, na data do evento. Um modelo robusto é aquele em que o afastamento das trajetórias seja consistente às mudanças de data, uma vez que o evento ocorreu apenas em 2011.

Assim, a Figura 5 apresenta o teste do placebo temporal para duas datas: 2010 e 2009. De modo geral, não há interferência no efeito do evento provocado pela mudança de ano na otimização do controle sintético. Ocorre que, embora a data do evento tenha sido trocada de 2011 para 2010 (conforme a Figura 5.A) e para 2009 (conforme a Figura 5.B), as trajetórias se afastam somente em 2011.

Figura 5. Teste de Distribuição dos Placebos Temporais para análise do controle sintético



Nota: A) Teste que sugere o evento em 2010. B) Teste que sugere o evento em 2009.
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Para analisar a possibilidade de efeitos de equilíbrio geral, por fim, é proposta análise da Razão da REPQM e, para tal, estima-se o REPQM pré-tratamento ($REPQM_{pré}$) e o REPQM pós-tratamento ($REPQM_{pós}$) (Ribeiro et al., 2014). A partir disso, calcula-se $\frac{REPQM_{pós}}{REPQM_{pré}}$ para as unidades mais significativas na formação da SLS sintética, como é apresentado na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4. Razão da Raiz do Erro de Previsão Quadrático Médio para período pré e pós-intervenção

Unidade	$REPQM_{pré}$	$REPQM_{pós}$	$\frac{REPQM_{pós}}{REPQM_{pré}}$
São Lourenço do Sul	279,403	2151,695	7,701
Quaraí	423,385	6309,76	14,903
Rosário do Sul	449,716	2046,705	4,551
Sant'Ana do Livramento	702,237	4394,954	6,258

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pelo fato da Razão da REPQM do município de Quaraí ser maior que SLS, há suspeita de interferência no impacto causado por efeitos de equilíbrio geral. Contudo, SLS ainda possui melhor ajustamento pré-tratamento e tem efeito inverso ao município de Quaraí. Ainda assim, SLS tem uma Razão maior que Rosário do Sul e Sant'Ana do Livramento.

6 Considerações Finais

Este trabalho procurou contribuir com a literatura sobre os impactos dos desastres naturais sobre o crescimento econômico, por meio da investigação da

inundação ocorrida em 2011 no município de São Lourenço do Sul. Para tanto, foi utilizado o método de controle sintético proposto por Abadie e Gardezabal (2003).

As evidências indicam que o PIB *per capita* do município apresentou um crescimento médio de 9,34% após o desastre. Apesar de contraintuitivo, o resultado encontra respaldo na literatura sobre desastres naturais. A depender das condições econômicas, sociais, políticas e institucionais da região afetada, o período de reconstrução pós-desastre pode ser importante no processo de renovação das estruturas produtivas locais e do ambiente de negócios, gerando um processo de destruição inovadora. Abre-se uma janela de oportunidades, onde a tecnologia defasada pode dar lugar a meios de produção mais avançados e eficientes, tornando o local afetado uma versão melhorada de si mesmo. O setor público é importante na alocação e na gestão dos recursos destinados à reconstrução das áreas afetadas, e na identificação das prioridades no período de reconstrução.

É importante salientar que os resultados encontrados não descartam os efeitos negativos tanto no âmbito econômico, social e ambiental. Porém, em termos da medida do Produto Interno Bruto, uma métrica agregada com periodicidade anual, os efeitos mensurados foram positivos.

No caso específico de São Lourenço do Sul, notícias indicam que houve repasses financeiros e linhas de crédito para o município que ultrapassaram os R\$60 milhões (RIO GRANDE DO SUL, 2011; RIO GRANDE DO SUL, 2013). As evidências de impactos positivos sugerem uma gestão eficiente do município na destinação deste recurso, de forma a impulsionar o crescimento econômico da cidade após o evento.

Por fim, as evidências encontradas podem balizar a formulação de políticas públicas e econômicas destinadas à prevenção e recuperação de regiões afetadas por desastres. O desempenho positivo do município em termos do crescimento econômico sugere a adoção de práticas eficientes após o evento, podendo servir de modelo para outras regiões afetadas por desastres naturais.

Referências

ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The Economic Costs of Conflict: A Case Study of the Basque Country. **American Economic Review**, v. 93, n. 1, p. 113–132, mar. 2003.

ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program. **Journal of the American Statistical Association**, v. 105, n. 490, p. 493–505, 1 jun. 2010.

ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Comparative Politics and the Synthetic Control Method. **American Journal of Political Science**, v. 59, n. 2, p. 495–510, 2015.

BARONE, G.; MOCETTI, S. Natural disasters, growth and institutions: A tale of two earthquakes. **Journal of Urban Economics**, v. 84, n. Supplement C, p. 52–66, 1 nov. 2014.

BERLEMANN, Michael; WENZEL, Daniela. Hurricanes, economic growth and transmission channels. **World Development**, [s. l.], v. 105, p. 231–247, 2018.

CEPED. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2019**. Florianópolis: [s.n.], 2020. Disponível em: <<https://relatoriodesastres.ceped.ufsc.br/>>.

CEPED. Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres 2 a. Ed. **Florianópolis: CEPED UFSC**, v. 126, 2013.

CHARVÉRIAT, C. Natural Disasters in Latin America and the Caribbean: An Overview of Risk. **IDB Working Paper nº 364 - SSRN Electronic Journal**, 2000. Disponível em: <<http://www.ssrn.com/abstract=1817233>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

CHHIBBER, A.; LAAJAJ, R. Disasters, Climate Change and Economic Development in Sub-Saharan Africa: Lessons and Directions. **Journal of African Economies**, v. 17, n. suppl_2, p. ii7–ii49, 1 jan. 2008.

CUARESMA, J. C.; HLOUSKOVA, J.; OBERSTEINER, M. Natural Disasters as Creative Destruction? Evidence from Developing Countries. **Economic Inquiry**, v. 46, n. 2, p. 214–226, 1 abr. 2008.

DEE. Departamento de Economia e Estatística-. Disponível em: feedados.fee.tche.br. Acesso em junho de 2023.

DÖPKE, J.; MASCHKE, P. Alternatives to GDP - Measuring the impact of natural disasters using panel data. **Journal of Economic and Social Measurement**, v. 41, n. 3, p. 265–287, 1 jan. 2016.

FOMBY, Thomas; IKEDA, Yuki; LOAYZA, Norman V. The Growth Aftermath of Natural Disasters. **Journal of Applied Econometrics**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 412–434, 2013.

HADDAD, E. A.; TEIXEIRA, E. Economic impacts of natural disasters in megacities: The case of floods in São Paulo, Brazil. **Habitat International**, Special Issue: Exploratory Spatial Analysis of Urban Habitats. v. 45, n. Part 2, p. 106–113, 1 jan. 2015.

HALLEGATTE, S. **Natural disasters and climate change. An Economic Perspective**. [S.l.]: Springer, 2014.

HALMENSCHLAGER, Vinícius. **Ensaio sobre os impactos socioeconômicos dos desastres naturais no Brasil**. 2019. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. doi:10.11606/T.11.2019.tde-18072019-094555. Acesso em: 2023-06-22.

HSIANG, S. M.; JINA, A. S. **The Causal Effect of Environmental Catastrophe on Long-Run Economic Growth: Evidence From 6,700 Cyclones**. Working Paper, nº 20352. [S.l.]: National Bureau of Economic Research, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w20352>>. Acesso em: 19 out. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- **Sidra: Banco de Tabelas Estatísticas**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>. Acesso em: Junho de 2023.

- KLOMP, J.; VALCKX, K. Natural disasters and economic growth: A meta-analysis. **Global Environmental Change**, v. 26, n. Supplement C, p. 183–195, 1 maio 2014.
- KOUSKY, Carolyn. Informing climate adaptation: A review of the economic costs of natural disasters. **Energy Economics**, [s. l.], v. 46, n. Supplement C, p. 576–592, 2014.
- LIMA, S. B. R. DE *et al.* Efeito da política de mobilização do setor naval no Rio Grande do Sul: uma análise sobre a arrecadação municipal. **RACE - Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, v. 17, n. 2, p. 449–474, 28 ago. 2018.
- LOAYZA, N. V. *et al.* Natural Disasters and Growth: Going Beyond the Averages. **World Development**, v. 40, n. 7, p. 1317–1336, 1 jul. 2012.
- NOY, I. The macroeconomic consequences of disasters. **Journal of Development Economics**, [s. l.], v. 88, n. 2, p. 221–231, 2009.
- NOY, I.; VU, T. B. The economics of natural disasters in a developing country: The case of Vietnam. **Journal of Asian Economics**, v. 21, n. 4, p. 345–354, 1 ago. 2010.
- PACHAURI, R. K. *et al.* **Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [S.l.]: IPCC, 2014.
- RAUCH, E. Global natural catastrophe update. **Munich, Germany: Munich Re**, 2011.
- RIBEIRO, F. G. *et al.* O Impacto Econômico dos Desastres Naturais: O Caso das Chuvas de 2008 em Santa Catarina. **Planejamento e Políticas Públicas**, v. 0, n. 43, 7 ago. 2014. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/470>>. Acesso em: 19 out. 2017.
- RIO GRANDE DO SUL. **Governo anuncia crédito de R\$50 milhões para São Lourenço do Sul**. Mar, 2011. Disponível em:< <https://estado.rs.gov.br/governo-anuncia-credito-de-r-50-milhoes-para-sao-lourenco-do-sul>>. Acesso em: jul, 2023.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. **União Fortalece o Município de São Lourenço do Sul**. jul, 2013. Disponível em:< <https://planejamento.rs.gov.br/uniao-entre-os-governos-fortalece-o-municipio-de-sao-lourenco-do-sul>>. Acesso em: jul, 2023.
- SAUSEN, T. M. *et al.* **Análise do evento de inundação brusca ocorrido em São Lourenço do Sul, RS, em 10 de março de 2011**. [S.l.]: INPE. , 2012
- SCHUMACHER, I.; STROBL, E. Economic development and losses due to natural disasters: The role of hazard exposure. **Ecological Economics**, v. 72, p. 97–105, 15 dez. 2011.
- SELCUK, Faruk; YELDAN, Erinc. On the macroeconomic impact of the August 1999 earthquake in Turkey: a first assessment. **Applied Economics Letters**, [s. l.], v. 8, n. 7, p. 483–488, 2001.

SKIDMORE, Mark; TOYA, Hideki. Do Natural Disasters Promote Long-Run Growth? **Economic Inquiry**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 664–687, 2002.

TEIXEIRA, G. DA S. *et al.* Indústria da construção naval e economia regional: uma análise via diferenças em diferenças para os municípios inseridos no Corede Sul. **Ensaio FEE**, v. 37, n. 2, p. 459–488, 30 set. 2016.

TOL, R. S. J.; LEEK, F. P. M. ECONOMIC ANALYSIS OF NATURAL DISASTERS: 12.1 Introduction. **Climate, Change and Risk**. [S.l.]: Routledge, 1998.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; DO AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. [S.l.]: Instituto geológico, 2009.

WORLD BANK; UNITED NATIONS. **Natural Hazards, UnNatural Disasters: The Economics of Effective Prevention**. [S.l.]: The World Bank, 2010. Disponível em: <<http://elibrary.worldbank.org/doi/book/10.1596/978-0-8213-8050-5>>. Acesso em: 9 jul. 2018.

APÊNDICE

Apêndice A: Análise descritiva da amostra.

Tabela 1A:- Série PIB *per capita* dos municípios da amostra (valores correntes)

Município	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Aceguá	10.924,5	16.021,80	17227,06	14730,30	13783,19	15430,40	16812,38	21353,58	23776,97	26175,85	24066,74	39171,41	45310,64	51154,61	54136,76	55081,95
grete	6.588,06	8.153,72	8882,31	8331,39	8911,49	10602,41	12434,32	12425,25	13703,93	14313,44	16913,72	19176,10	21199,24	23186,08	24317,98	25890,38
Bagé	5.231,96	5.848,37	6436,92	6776,92	7113,85	8468,95	9340,42	9419,52	11028,73	11974,79	14150,13	17040,92	18366,06	21060,01	23332,43	24601,29
Barra do Quaraí	14.712,6	18.839,84	19720,92	15000,00	18484,88	17141,42	25667,87	24898,01	28265,94	21288,66	25898,56	32085,97	37650,04	43856,23	41692,07	47852,47
Caçapava do Sul	5.003,93	6.465,85	7190,41	6791,66	6900,64	8374,13	11346,95	12384,12	12071,22	13439,99	14568,34	18075,59	19187,34	20927,02	22617,25	23553,42
Candiota	27.914,2	28.287,07	33626,95	35236,02	45538,52	45255,71	42879,79	41205,34	75153,48	35213,12	13222,46	12665,08	21770,13	28754,38	49623,59	53684,78
Dom Pedrito	8.206,42	10.145,35	11250,51	9127,25	9174,37	11031,90	14108,80	15393,27	15994,83	16573,82	20064,26	24607,08	25927,83	29603,75	31004,21	34239,21
Hulha Negra	7.097,43	7.618,01	11548,04	10748,17	11584,11	8416,92	9251,10	9490,23	11996,20	14300,53	16058,73	19318,82	19292,04	22191,73	25909,52	24316,57
Itacurubi	5.977,91	8.955,42	8341,64	7234,24	7343,52	9831,28	11499,73	11042,03	13151,41	13665,12	13651,81	19240,35	17899,15	22724,30	27092,62	24669,48
Itaqui	8.922,13	10.844,99	11624,17	10804,27	11610,27	13076,13	16631,68	17733,04	17966,52	19077,93	21653,60	25746,81	27694,55	29698,42	30894,57	34314,16
Lavras do Sul	5.916,68	7.895,40	8906,58	8866,00	9643,74	11724,46	13259,49	13998,33	15655,24	15825,14	17168,09	22638,26	23871,29	28286,35	31896,55	27998,33
Maçambará	14.811,8	20.819,82	20789,85	13625,97	16627,99	19187,09	27143,24	26161,83	26164,07	26879,98	23548,79	38115,17	36924,29	43046,64	50016,41	51218,78
Manoel Viana	6.523,44	9335,77	8142,80	6937,55	7810,35	11366,01	13744,08	12626,26	14261,80	16875,25	15158,95	23943,54	23420,44	28725,23	30961,75	31793,71
Quaraí	5.363,35	5640,63	6094,21	5619,94	6324,94	7438,76	8668,83	9121,31	10499,76	10707,09	11729,16	13435,66	15385,95	17228,13	17991,13	18919,34
Rosário do Sul	5.186,39	6130,40	6990,35	6558,58	6986,53	8527,15	10710,30	11523,93	13109,73	15417,28	14559,38	17321,49	18668,56	20445,10	21021,82	22633,95
Sant'Ana do Livramento	4.472,33	4838,85	5198,11	5603,88	5845,20	7835,20	8578,71	8896,22	10590,67	12010,82	13737,94	15767,88	17510,32	22919,32	27987,47	31288,13
Santa Margarida do Sul	14.958,6	22811,85	21338,55	15225,43	17006,19	23483,13	28161,36	27688,59	38767,43	33279,38	29592,44	52066,02	52641,16	72782,37	73422,41	63950,77
São Borja	6.100,75	8424,49	8418,80	7975,29	8671,96	10635,02	12024,65	13538,62	15929,83	17235,70	19530,28	23435,85	23859,94	25608,56	26758,06	28405,44
São Gabriel	6.404,29	7659,22	8188,22	7884,01	8598,37	11504,36	12889,01	14251,95	16476,83	14468,36	15636,30	18879,57	20337,22	23961,58	25569,20	27137,17
São Lourenço do Sul	4.505,37	5409,06	6201,40	5924,84	6514,76	8253,17	9379,92	10284,09	11254,70	12970,05	15277,80	17570,09	20064,17	21183,52	24070,22	24869,92
Uruguaiana	5.838,13	6744,50	7410,63	7103,31	7730,34	8858,80	10443,25	10940,79	12099,30	12522,03	14407,85	16170,71	17713,54	20259,72	20116,79	21633,17

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2A: Estatística descritiva de São Lourenço do Sul, entre 2002 e 2017

São Lourenço do Sul pré-tratamento					
Variável	Média	Desv, Padrão	Mínimo	Máximo	Coef, Variação
PIB per capita (R\$)	7 525,26	2 356,44	4 505,37	11 254,70	31,31
Vínculos (un.)	4 249,89	580,61	3 560,00	5 213,00	13,66
Estabelecimentos (un.)	764,67	52,20	703,00	833,00	6,83
Remuneração (R\$)	9 361,92	488,99	8 601,00	10 313,65	5,22
Ens. Superior (%)	6,59	-	6,59	6,59	-
V.A. Adm. Pública (R\$)	63 787,33	21 289,24	37 366,00	106271,00	33,38
V.A. Serviços (R\$)	129763,56	42 718,90	75 668,00	197501,00	32,92
V.A. Indústria (R\$)	20 956,22	6 125,24	14 849,00	33 600,00	29,23
V.A. Agropecuária (R\$)	92 584,00	25 489,34	58 589,00	128707,00	27,53
São Lourenço do Sul pós-tratamento					
Variável	Média	Desv, Padrão	Máximo	Mínimo	Coef, Variação
PIB per capita (R\$)	19 429,40	4 416,49	12 970,05	24 869,92	22,73
Vínculos (un.)	5 741,43	229,78	5 420,00	6 067,00	4,00
Estabelecimentos (un.)	880,71	23,98	830,00	905,00	2,72
Remuneração (R\$)	12 192,23	818,84	11 068,17	13 009,70	6,72
Ens. Superior (%)	-	-	-	-	-
V.A. Adm. Pública (R\$)	161458,14	30 903,08	115168,00	195241,00	19,14
V.A. Serviços (R\$)	343363,43	90 579,35	216183,00	465897,00	26,38
V.A. Indústria (R\$)	61 025,00	11 089,29	41 514,00	75 376,00	18,17
V.A. Agropecuária (R\$)	237972,86	60 055,68	149993,00	304973,00	25,24

Fonte: Elaborado pelos autores.