

O IMPACTO ECONÔMICO DOS DESASTRES NATURAIS: O CASO DAS CHUVAS DE 2008 EM SANTA CATARINA

Felipe Garcia Ribeiro ¹

Guilherme Stein²

André Carraro ³

Pedro Lutz Ramos⁴

Este estudo investiga o custo econômico do excesso de chuvas ocorrido em Santa Catarina entre os meses de novembro a dezembro de 2008. Utiliza-se o controle sintético para medir o impacto das chuvas na produção industrial do estado. Os resultados apontam que até o final de 2010, a produção industrial mensal foi 5,13% menor do que seria caso as chuvas não tivessem ocorrido.

Palavras-chave: desastres naturais; custo econômico; controle sintético.

THE ECONOMIC IMPACT OF NATURAL DISASTERS: THE CASE OF SANTA CATARINA'S 2008 TORRENTIAL RAINS

This paper investigates the economic cost of the excessive rains that happened in the state of Santa Catarina in November and December 2008. We use synthetic control method to measure the impact of rainfall on the industrial production of Santa Catarina. The results show that for a period of two years after the end of 2008, the impact of the rains caused a lower monthly industrial production of 5.13% in Santa Catarina.

Keywords: natural disasters; economic costs; synthetic control.

EL IMPACTO ECONÓMICO DE LOS DESASTRES NATURALES: EL CASO DE LLUVIA EN SANTA CATARINA 2008

Este estudio investiga el costo económico de la precipitación excesiva ocurrió en Santa Catarina, entre los meses de noviembre y diciembre de 2008. Utiliza el mando sintético para medir el impacto de las lluvias en la producción industrial de Santa Catarina. Los resultados muestran que a finales de 2010, la producción industrial mensual fue 5.13% menor que si no se hubieran producido las lluvias.

Palabras-clave: desastres naturales; costo económico; control de sintético.

1. Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e professor do corpo permanente do Mestrado em Economia Aplicada do Programa de pós-Graduação em Organizações e Mercados (PPGOM) da UFPEL. *E-mail:* felipe.garcia.rs@gmail.com.

2. Doutorando e mestre em Economia pela Escola de Economia de São Paulo (EESP) da Fundação Getulio Vargas (FGV). *E-mail:* stein.guilherme@gmail.com.

3. Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e professor do corpo permanente do Mestrado em Economia Aplicada do Programa de pós-Graduação em Organizações e Mercados (PPGOM) da UFPEL. *E-mail:* andre.carraro@gmail.com.

4. Doutorando e mestre em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e economista do Sistema de Crédito Cooperativo (Sicredi). *E-mail:* plr2010@gmail.com.

L'IMPACT ÉCONOMIQUE DES CATASTROPHES NATURELLES: LE CAS DES PLUIES DE 2008 À SANTA CATARINA

Cette étude examine le coût économique de pluies excessives qui a eu lieu à Santa Catarina entre les mois de Novembre et Décembre 2008. Utilize Le controle synthétique pourmesurer l'impact dès précipitations sur la production industrielle de Santa Catarina. Les résultats montrent que d'ici la fin de l'année 2010, La production industrielle mensuelle était de 5.13% plus faible que si lês pluies n'avaient pas eu lieu.

Mots-clés: catastrophes naturelles; le coût économique; contrôle synthétique

JEL: Q54; O1; R11.

1 INTRODUÇÃO

É perceptível que desastres naturais afetam a produção e o nível de riqueza das regiões que sofrem com esses eventos. Nos últimos anos, tsunamis, furacões e chuvas torrenciais assolaram diferentes regiões do mundo. Registros estatísticos indicam que a frequência, a intensidade e a extensão espacial dos desastres naturais estão aumentando ao longo do tempo (Bloom e Khanna, 2007; Leiserowitz, 2012). Em termos econômicos, o impacto destes eventos também é crescente (Charvériat, 2000; Rauch, 2011). Obviamente a magnitude do impacto depende diretamente da intensidade do fenômeno, mas também do estágio de desenvolvimento econômico do país, do estágio de evolução de suas instituições e do investimento realizado em prevenção (Kousky, 2012).

Dentro das classes de desastres naturais, 85% das perdas diretas são resultados de eventos atmosféricos (Gall *et al.*, 2011), sendo que as enchentes formam o desastre natural mais comum (Miller *et al.*, 2008). Os danos causados por chuvas como as ocorridas no estado brasileiro de Santa Catarina (SC) no final de 2008 afetam a economia não apenas via a destruição do capital físico, mas também do capital humano. Diante da inundação de cidades, a população fica exposta a águas contaminadas, que a coloca em elevado risco de contágio de doenças. Empresas fecham por períodos indeterminados, gerando incertezas e prejuízos que provavelmente diminuem a produtividade do trabalho. Escolas destruídas, ou com a sua capacidade reduzida, podem afetar de forma negativa o processo de aprendizagem e acumulação de capital humano das crianças e adolescentes. Em suma, são muitos os canais de transmissão, além da destruição do capital físico, dos efeitos de desastres naturais na produção e na riqueza de uma região afetada.

Como as decisões a respeito de políticas públicas preventivas ou reparatórias de desastres naturais são feitas em um ambiente de incerteza, a quantificação dos impactos econômicos dos desastres naturais é importante para a análise de custo e benefício. Mais do que isso, é importante saber se após um desastre natural a economia consegue se recuperar e atingir o nível de riqueza ou produção que teria caso o desastre natural não tivesse ocorrido, e caso consiga, quanto tempo dura esse processo de recuperação. Com essas estimativas em mãos, formuladores de políticas podem calcular o quanto é

necessário investir em termos de recursos financeiros para que a região afetada atinja o mais rápido possível os níveis de riqueza e produção que teria na ausência do desastre.

Além disso, em termos de políticas de reparação e suavização de desastres, regiões localizadas em países emergentes, como Santa Catarina, ganham especial relevância pelo fato de que são fortemente caracterizadas por instituições públicas fracas e por elevada incidência de corrupção (Acemoglu, Johnson e Robinson, 2005). A ocorrência de um desastre natural e a natural pressão de órgãos nacionais e internacionais, pelo aumento no investimento em ações e obras de prevenção, pode ser utilizada por grupos políticos como uma forma de aumentar o orçamento público e permitir a realização de obras de infraestrutura que estejam associadas com projetos superfaturados, ou com desvios de verbas públicas (Khan, 2005).

Da mesma forma, dado a urgência de gasto imediatamente após a ocorrência do desastre natural as regras de controle e transparência no uso do recurso público podem ser reduzidas ou eliminadas gerando oportunidade para a ação de *rent seeking*. Portanto, é de fundamental importância avaliar a trajetória econômica da região afetada após a realização do sinistro para checar a eficácia das ações realizadas pelo governo. Por esses motivos, o presente artigo pretende contribuir para a literatura de economia dos desastres naturais, avaliando o impacto econômico do excesso de chuvas e as consequentes enchentes ocorridas em Santa Catarina no final do ano de 2008.

Entretanto, a mensuração dos impactos econômicos de desastres naturais que devastam regiões não é uma tarefa simples. A dificuldade em medir os efeitos de um desastre natural em variáveis econômicas é a mesma existente nas demais mensurações realizadas em economia como, por exemplo, saber qual o impacto de um programa de treinamento de desempregados nas chances destes conseguirem emprego, ou qual o impacto de programas de transferência de renda na oferta de trabalho dos beneficiados. A grande questão pertinente à análise de choques, desastres ou tratamentos reside em obter o contrafactual adequado para servir à avaliação do impacto.⁵ No caso em questão, como se está querendo medir o impacto das chuvas intensas na economia de Santa Catarina após a ocorrência, o contrafactual necessário é a trajetória da mesma no caso das chuvas não terem ocorrido.

Assim sendo, este estudo investiga o impacto das chuvas de 2008 em Santa Catarina na produção industrial do estado. Para a realização deste objetivo, se aplica o método do controle sintético, discutido em detalhes em Abadie *et al.* (2010). Adota-se a produção industrial como variável de interesse, pois uma das regiões mais atingida pelas chuvas foi o Vale do Itajaí, que concentra uma boa parcela da atividade industrial do estado de Santa Catarina. Além disso, a produção industrial pode ser entendida como uma *proxy* mensal de produto interno bruto (PIB), uma vez que essa medida não é calculada em tal periodicidade para os estados brasileiros.

5. Por vezes se referirá ao excesso de chuvas ocorridas em 2008 como um tratamento em Santa Catarina.

Entende-se o excesso de chuvas em Santa Catarina como um desastre natural em razão da definição de desastres adotada pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED).⁶ De acordo com o CRED, para um evento da natureza ser considerado um desastre natural é preciso que pelo menos um dos quatro critérios seguintes seja atendido: *i*) dez ou mais pessoas tenham morrido em decorrência do fenômeno; *ii*) cem ou mais pessoas tenham sido afetadas; *iii*) declaração de estado de emergência por parte das autoridades públicas; e *iv*) pedido de assistência internacional. Como será visto mais à frente, o fenômeno do excesso de chuvas no final do ano de 2008 em Santa Catarina atendeu a três destes requisitos.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na segunda seção são apresentados estudos que investigam impactos econômicos de desastres naturais em outros países. Na terceira, se documenta o desastre do excesso de chuvas ocorrido no final de 2008 em Santa Catarina. Na quarta, se apresenta o método de controle sintético, justificando a sua adequação para a mensuração dos impactos econômicos que os desastres naturais geram, e se discute a utilização do método de diferenças em diferenças. Ainda na quarta seção, comentam-se os dados e as variáveis utilizadas. Na quinta se apresentam os resultados obtidos da aplicação do controle sintético e todos os testes de inferência e estudos de placebos realizados. A sexta seção apresenta uma análise de custo do desastre, no período de análise, em termos de PIB e emprego no estado Santa Catarina. Por fim, a sétima seção encerra o artigo com uma síntese dos resultados e recomendações de políticas públicas e novas pesquisas.

Em resumo, os resultados apontam que, até o final de 2010, a produção industrial mensal ainda não havia recuperado o nível que teria no caso de ausência do excesso de chuvas no final de 2008. Em média, a produção industrial mensal de Santa Catarina foi 5,13% menor. Esse efeito negativo sobre a produção industrial equivale a um nível de PIB menor em magnitude entre 1,5 a 1,7%.

2 AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE DESASTRES NATURAIS OCORRIDOS AO REDOR DO MUNDO

Os estudos dos impactos econômicos de desastres naturais podem ser agrupados em duas linhas de pesquisa. Uma delas investiga aspectos microeconômicos e sociais das consequências dos desastres. Um dos estudos de destaque dessa linha é o de Mel *et al.* (2010), que investiga o impacto dos tsunamis que atingiram o Sri Lanka em 2004. Os autores, com base em três pesquisas realizadas com donos de empresas e trabalhadores da costa sul do país – área atingida –, acompanharam e investigaram a evolução do processo de recuperação de firmas e trabalhadores. Estas pesquisas consistiam em entrevistar e classificar os afetados pelo desastre em categorias diferentes, de acordo com a intensidade de exposição ao maremoto. O grau de exposição era

6. Para mais informações sobre o Centro e seus projetos, acesse: <www.cred.be>.

obtido de acordo com a própria percepção dos empresários e trabalhadores. Mel *et al.* (2010) encontram evidências de que a recuperação do ambiente empresarial é muito mais lenta do que é comumente assumido.

Em relação aos furacões Katrina e Rita, ocorridos no ano de 2005 nos Estados Unidos, há uma série de pesquisas microeconômicas. Fong e Luttmer (2007) investigam quais são os fatores demográficos das vítimas do Katrina que estão associados ao maior recebimento de ajuda financeira e humanitária de entidades públicas e privadas.

Já Sacerdote (2008) analisa os efeitos do Katrina e do Rita no desempenho escolar dos estudantes afetados pelos respectivos desastres. Inberman *et al.* (2009) seguem nessa mesma linha e investigam o “*peer-effect*” existente nas escolas que receberam estudantes que foram obrigados a sair de suas casas por causa do Katrina. Já Vidgor (2007) investiga se o Katrina exerceu algum impacto na probabilidade de migração das pessoas com alto custo de mudança da região. Destacam-se, ainda, nesse conjunto de estudos, mas para outros desastres, Halliday (2006) e Horwich (2000), que estudam os impactos de terremotos ocorridos em El Salvador, em 2002, e no Japão, em 1995, e Benson e Clay (2004), que avaliam os impactos de curto e longo prazo em indicadores econômicos e financeiros de desastres naturais ocorridos na República Dominicana, em Bangladesh, na Malásia e no Sul da África.

Já a segunda linha trata de avaliar os impactos macroeconômicos de países afetados por desastres naturais. Noy (2009) mede o dano causado por catástrofes naturais em termos de produção não realizada em um conjunto de países, usando dados de painel. O autor observa que economias pequenas e economias em desenvolvimento se deparam com quedas mais acentuadas no produto em relação às economias desenvolvidas, mesmo que a intensidade dos desastres nas economias pequenas fosse menor do que nas últimas. Rasmussen (2004) encontra um resultado similar, com desastres naturais tendo impactos macroeconômicos significativos que incluem desequilíbrios nas contas do governo e no balanço de pagamentos dos países.

Outro trabalho que merece destaque é o de Seluck e Yeldan (2001), que investiga o impacto no PIB causado por um terremoto ocorrido na Turquia em 1999. A partir de um modelo de equilíbrio geral, os autores simulam, em diferentes cenários de políticas públicas adotadas pelo governo após o desastre, os impactos do terremoto no PIB. As simulações indicam que o impacto do terremoto se situa entre -4,5% a 0,8% do PIB. Com base nos resultados obtidos, os autores recomendam subsídios (financiados por ajuda externa) para os setores mais afetados pelas catástrofes, de tal forma que estes consigam recuperar as perdas de capital. Ainda entre os estudos que comparam políticas públicas para a diminuição dos efeitos de desastres naturais está o trabalho de Kunreuther e Pauly (2006), que avaliam opções de programas preventivos a fim de evitar os altos e ineficientes gastos públicos que ocorrem pós-desastres naturais.

Skidmore e Toya (2002) e Toya e Skidmore (2007) se concentram nos efeitos de longo prazo dos desastres na economia. Curiosamente, os autores observam efeitos positivos dos desastres sobre o acúmulo de capital humano em regiões onde há recorrência dos fenômenos naturais adversos. Tal constatação, especulam, é decorrente da substituição de capital físico por capital humano, uma vez que o último não é imobilizado e pode ser protegido mais facilmente, embora também seja afetado.

Nessa mesma linha, Cavallo *et al.* (2010) se atentam para os efeitos de curto e longo prazo dos desastres naturais na trajetória da renda *per capita*. Com base em informações obtidas do EM-DAT (o banco de dados de desastres naturais do CRED) para o período que vai de 1970 a 2008, eles utilizam o método de controle sintético para a investigação do impacto. Os autores criam uma medida de exposição ao desastre natural com base nas informações referentes aos danos causados pelo o impacto, e procedem as estimações para diferentes países com base na intensidade dessa medida. Os resultados obtidos por eles indicam não haver em geral impacto dos desastres nas trajetórias de curto e longo prazo da economia, ao menos que o desastre seja sucedido por revolução política, como ocorreu na Nicarágua e no Irã na década de 1970.

Feita essa discussão das linhas de pesquisa da área de economia dos desastres naturais e dos principais estudos de cada linha, cabe destacar este trabalho está mais alinhado com os que estudam os impactos dos desastres em nível agregado: produção industrial e PIB.

3 AS CHUVAS DE 2008 EM SANTA CATARINA

No final de 2008, em SC, nas regiões da Grande Florianópolis, Litoral Norte, e principalmente no Vale do Itajaí, ocorreram chuvas de alta intensidade, que podem ser enquadradas como desastre natural de acordo com os critérios de classificação do CRED. Essas chuvas ocasionaram deslizamentos de terra, inundações, enchentes, enxurradas e erosão de rodovias e casas.

Segundo Garcia (2011), o volume de chuvas ocorrido em novembro de 2008 nas três regiões citadas acima foi sem precedentes para o período. Por exemplo, em Blumenau e Joinville, a média climatológica mensal de 150 milímetros foi largamente ultrapassada pelos 1,000 milímetros de chuvas registradas.

O mapa 1 ilustra a localização geográfica do estado de Santa Catarina e da área afetada, que totaliza cerca de sessenta cidades, o que engloba uma população de mais de 1,5 milhão de pessoas. A alta frequência de chuvas durou quase quatro meses (outubro, novembro, dezembro e janeiro). De acordo com a Defesa Civil de Santa Catarina, nos dias 22 e 23 de novembro, choveu o equivalente à média histórica para o mês. Além disso, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), o mês de novembro registrou a maior quantidade de chuvas já registrada desde o começo da série histórica em 1961. A precipitação de chuva registrada

pelas estações de Blumenau e Rio dos Cedros, calculada pela altura pluviométrica acumulada, havia atingido o dobro da média histórica para os meses de novembro e dezembro (Garcia, 2011). No entanto, já em outubro, o valor registrado foi anormal: aproximadamente 1,750 milímetros de chuva acumulada. Estas informações dimensionam a problemática das chuvas em Santa Catarina.

MAPA 1

Mapa do estado de Santa Catarina com destaque para a mesorregião do Vale do Itajaí



Fonte: IBGE.

Imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

Entre as cidades atingidas, cabe destacar em especial três: Joinville, com 515.250 habitantes e uma área de 1.147 km²; Itajaí, com 183.388 habitantes e uma extensão territorial de 289 km²; e Blumenau, com 309.214 habitantes e 520 km² de extensão territorial. Tais municípios merecem destaque, pois são, respectivamente, o primeiro, o segundo e o quarto com maior PIB do estado de Santa Catarina em 2008, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estas três cidades apresentam um elevado valor adicionado bruto da indústria, sendo responsável por aproximadamente um terço do PIB de Santa Catarina.

De acordo com o relatório da Defesa Civil de Santa Catarina do dia 31 de dezembro de 2008, 32.853 pessoas estavam desalojadas e, destas, 5.617 estavam desabrigadas. Até então, os deslizamentos e as enxurradas haviam deixado 135 vítimas fatais. O relatório ainda reporta que haviam 63 municípios em situação de emergência e 14 em estado de calamidade pública,⁷ de um total de 293 municípios. A Defesa Civil registrou, até aquele momento, cerca de 4,3 milhões de quilos de alimentos, 2,5 milhões de litros de água e 1 milhão de quilos de roupas e material de higiene entregue às famílias afetadas por doações de terceiros. Estas informações a respeito dos estragos causados pelas chuvas no estado Santa Catarina em 2008 indicam que o fenômeno das chuvas atende às requisições do CRED para ser classificado como um desastre natural.

7. Situação de emergência e calamidade pública são diferentes no que diz respeito à gravidade da situação. No entanto, em ambos os casos os órgãos da Federação podem dispor de sua parcela de recursos do Fundo Especial para Calamidades Públicas (Funcap).

Além da ajuda humanitária que o estado recebeu, o governo federal destinou um auxílio financeiro de aproximadamente R\$ 720 milhões, além de liberar o saque do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) para as pessoas afetadas. Por sua vez, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) abriu linhas especiais de crédito para empresas situadas em áreas atingidas. Em síntese, estas foram as principais medidas de políticas públicas para a recuperação da sociedade e da economia catarinense após o desastre.

4 ESTRATÉGIA EMPÍRICA E DADOS

Esta seção inicialmente discute, em detalhes, o método de controle sintético utilizado para avaliar o impacto das chuvas na produção industrial de Santa Catarina e, posteriormente, a estratégia utilizada para investigar o impacto das chuvas no PIB *per capita* dos municípios do estado. O controle sintético consiste em construir, para unidades que recebem determinado tratamento, a trajetória da variável de interesse na ausência do tratamento com base em algumas variáveis, correlacionadas com a variável de interesse de unidades que não receberam o tratamento. Esta trajetória sintética, por ser construída com informações das unidades não tratadas, em tese, não está sujeita aos efeitos do tratamento e, portanto, serve como contra factual para a avaliação dos impactos.

A hipótese central para a identificação do impacto de interesse e do estabelecimento da relação causal é que o processo estrutural, que gera a trajetória da variável de interesse da unidade tratada, é idêntico ao processo que gera a mesma trajetória das unidades controles. Dessa forma, quaisquer choques, em qualquer período de tempo (que não o choque de interesse), que tenham ocorrido durante a janela de investigação do estudo devem afetar, da mesma forma, a variável dependente de todas as unidades.

Abadie *et al.* (2010) explicam, em detalhes, o controle sintético e o formulam como uma generalização do método de estimação de diferenças em diferenças. O que se segue neste trabalho é uma apresentação formal do método do controle sintético, adaptado de Abadie *et al.* (2010), para o caso de Santa Catarina.

Formalmente, supõe-se que haja informações de $C + 1$ estados do Brasil, sendo Santa Catarina um deles. Portanto, existem C estados candidatos a controle. Define-se Y_{it}^N como o resultado do índice de produção industrial do estado i no instante t na ausência das chuvas para $i = 1, \dots, C + 1$ e $t = 1, \dots, T$. Define-se, também, T_0 como número de períodos pré-desastre, o que implica em $1 < T_0 < T$. Além disso, define-se, também, Y_{it}^I como a produção industrial de Santa Catarina em algum instante t , se o excesso de chuvas ocorreu em T_0 . Para períodos anteriores ao excesso de chuva, $[1, T_0)$, $Y_{it}^I = Y_{it}^N$, ou seja, as séries são iguais até a ocorrência do desastre.

Seja $\alpha_{it} = Y_{it}^I - Y_{it}^N$, o efeito das chuvas na produção industrial de Santa Catarina em cada período após a ocorrência. Dessa forma, tem-se que $Y_{it}^I = Y_{it}^N + \alpha_{it}$. Definindo-se D_{it} como uma variável binária que assume valor 1 para os períodos em que Santa Catarina foi exposta ao excesso de chuvas e suas consequências, e valor 0 para os períodos anteriores, chega-se à seguinte expressão:

$$Y_{it}^I = Y_{it}^N + \alpha_{it} D_{it} \quad (1)$$

Como apenas SC foi exposta à chuva,⁸ tem-se, então:

$$D_{it} = \begin{cases} 1 & \text{se } i = 1 \text{ e } t > T_0 \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (1.1)$$

Portanto, os parâmetros de interesse para a estimação do impacto das chuvas na produção industrial de SC são $(\alpha_{1t_0+1}, \dots, \alpha_{1T})$. Pelas definições acima, fica claro que se observa para todos os períodos Y_{it}^I , mas não se observa Y_{it}^N para os períodos posteriores ao excesso de chuvas. Dessa forma, para a estimação dos parâmetros de interesse, se necessita estimar Y_{it}^N .

Suponha que Y_{it}^N seja dado pelo seguinte modelo fatorial:

$$Y_{it}^N = \delta_t + \theta_t Z_i + \lambda_t \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

em que δ_t é um fator desconhecido comum entre os estados; Z_i é um vetor ($R \times 1$) de variáveis previsoras da produção industrial; θ_t é um vetor ($1 \times R$) de parâmetros; λ_t é um vetor ($1 \times F$) de fatores comuns não observáveis; μ_i é um vetor ($F \times 1$) de fatores desconhecidos, e ε_{it} é o termo de erro com média zero para todo i e t .

Agora, seja um vetor de pesos P ($C \times 1$), tal que $P = (p_2, p_2, \dots, p_c)'$, $p_i = \geq 0$ e $\sum_{i=2}^{c+1} p_i = 1$. P gera uma média ponderada específica dos estados candidatos a controle. Dito isso, a produção industrial sintética pode ser expressa por:

$$\sum_{i=2}^{c+1} p_i Y_{it} = \delta_t + \theta_t \sum_{i=2}^{c+1} p_i Z_i + \lambda_t \sum_{i=2}^{c+1} p_i \mu_i + \sum_{i=2}^{c+1} p_i \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Supondo que haja um $P^* = (p_2^*, p_3^*, \dots, p_c^*)'$ que satisfaça $\sum_{i=2}^{c+1} p_i^* = 1$ e que

$$\sum_{i=2}^{c+1} p_i^* Y_{it} = Y_{it} = Y_{1t} \quad \forall t \in (t, T_0) \quad (4)$$

e

$$\sum_{i=2}^{c+1} p_i^* Z_i = Z_1 \quad (5)$$

Pode ser mostrado que se $\sum_{t=1}^{T_0} \lambda_t' \lambda_t$ não é singular

8. Com o intuito de reforçar a validade da hipótese central da estratégia empírica deste estudo, no apêndice A é apresentado o gráfico A.1 com a estatística de pluviosidade acumulada de outubro a dezembro das capitais de todos os estados utilizados para a implantação do controle sintético, durante o período compreendido entre 2002 e 2008 (pré-desastre). A inspeção visual indica que em Santa Catarina o volume de chuvas no final do ano de 2008 foi atípico não apenas em relação à sua própria tendência (como já discutido na seção anterior), mas também muito diferente do ocorrido em qualquer outro estado.

$$Y_{it}^N - \sum_{i=2}^{c+1} p_i^* Y_{it} = \sum_{i=2}^{c+1} p_i^* \sum_{s=1}^{T_0} \lambda_t (\sum_{n=1}^{T_0} \lambda_t \lambda_t)^{-1} \lambda_t (\epsilon_{is} - \epsilon_{1s}) - \sum_{i=2}^{c+1} p_i^* (\epsilon_{it} - \epsilon_{1t}) \quad (6)$$

Se o número de períodos pré-chuvas for relativamente grande em relação à escala de ϵ , Abadie *et. al.* (2010) demonstram que sob certas condições o lado direito da equação acima se aproxima de zero, o que permite a estimação dos parâmetros de interesse da seguinte forma:

$$\alpha_{it} Y_{it}^I - \sum_{i=2}^{c+1} p_i^* Y_{it} \quad \forall t \in (T_0, T) \quad (7)$$

É bem provável que as equações (4) e (5) não sejam obtidas para nenhum P , ou seja, SC não é perfeitamente replicada como uma média ponderada dos demais estados. Entretanto, o controle sintético consiste em buscar os pesos que tornam a média ponderada dos estados candidatos a controle o mais parecido possível com o estado de Santa Catarina.

Para demonstrar isso, definem-se X_0 uma matriz ($K \times 1$), em que K é o número de variáveis pré-tratamento associadas à unidade tratada (SC); X_1 uma matriz ($K \times C$) que contém as mesmas variáveis pré-tratamento de X_0 , só que com informações para todas as unidades candidatas a controle; e W é uma matriz diagonal, em que cada entrada na diagonal principal representa a importância que cada variável pré-tratamento recebe no processo de predição da variável de interesse. O controle sintético consiste em resolver o seguinte problema de otimização condicionada:

$$\min_{P \in P} (X_0 - X_1 P)' W (X_0 - X_1 P)$$

$$\text{em que: } P = \left\{ (p_2, \dots, p_c) \right\} \text{ sujeito a: } \sum_{i=2}^c p_i = 1, p_i \geq 0 \quad (i = 2, \dots, C)$$

O resultado obtido da minimização condicional do erro quadrático médio, posto acima, fornece a matriz P^* , que contém o peso ótimo estimado que cada unidade candidata a ser controle recebe para a construção do contrafactual da variável de interesse da unidade tratada. Como resultado do processo de otimização, alguns candidatos a controle podem receber ponderação zero devido à sua nula capacidade de auxiliar a construção da unidade sintética. Com a matriz de pesos P^* obtida da resolução do problema acima, a unidade sintética é a mais parecida possível com a unidade tratada, em termos da variável de interesse. Uma medida de ajuste da unidade construída com a unidade tratada é a Raiz do Erro de Previsão Quadrático Médio (REPQM), que é a raiz quadrada do erro quadrático médio. Quanto mais próximo de zero, melhor é o ajuste entre as unidades.

É importante dizer que a matriz P^* obtida do problema de otimização exposto acima depende da escolha da matriz W , ou seja, depende da importância

relativa que é atribuída a cada variável utilizada na estimação dos pesos. A matriz W é obtida por meio de um processo de otimização que procura, entre todas as matrizes diagonais positivas semidefinidas, aquela que gera os pesos que melhor ajustam as informações da unidade tratada com as das unidades-controles.

Uma vez que se tenha obtido a matriz P pelo processo descrito acima, a construção da variável de interesse para o tratamento da unidade sintética é simplesmente a média ponderada do valor dessa variável para cada unidade-controle pelo seu respectivo peso ótimo estimado. É esta nova série que é utilizada para fins de comparação com a série da unidade tratada de fato. Formalmente, se Y_{it} é a variável de interesse para $i = 2$ nos T períodos de análise, tem-se que as estimativas da trajetória da variável de interesse sintética, Y_{it}^N , e do impacto das chuvas em Santa Catarina, α_{1t} . Para os períodos $t \in (T_0, T]$ são dadas por:

$$\widehat{Y}_{1t}^N = \sum_{i=2}^{c+1} p_i Y_{it} \quad (8)$$

e

$$\widehat{\alpha}_{1t} = Y_{1t}^I - \widehat{Y}_{1t}^N \quad (9)$$

Os efeitos das chuvas sobre a produção industrial são, portanto, estimados em todos os meses a partir de janeiro de 2009 pela diferença apresentada na expressão (9).

É importante que o processo de otimização resulte em uma trajetória sintética, para períodos anteriores ao tratamento, ajustada com a trajetória de fato observada. Isso garante que qualquer diferença das trajetórias após a janela de exposição seja atribuída aos efeitos do tratamento em questão (sob a hipótese de identificação que outros choques afetem de mesma forma a variável dependente).

Os estados do Brasil utilizados como candidatos à construção da trajetória sintética da produção industrial de Santa Catarina são aqueles que têm informações a respeito dessa variável calculada pelo IBGE. São eles: Amazonas (AM), Bahia (BA), Ceará (CE), Espírito Santo (ES), Goiás (GO), Minas Gerais (MG), Pará (PA), Paraná (PR), Pernambuco (PE), Rio Grande do Sul (RS), Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP).

Em relação aos dados que são utilizados para esta parte do trabalho, estes foram obtidos de diversas fontes: Banco Central do Brasil, Ipeadata (fonte de dados regionais mantida pelo governo brasileiro), Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Fazenda (MF-STN). As variáveis utilizadas para a construção do sintético são o índice de volume de vendas do comércio (índice com base na média de 2003); a participação relativa de Santa Catarina no valor total das exportações dos treze estados utilizados (em %); a participação relativa de Santa Catarina no valor total das transferências da União destinada aos treze estados utilizados (em %); a participação relativa de Santa Catarina no valor total do ICMS arrecadado pelos treze estados utilizados; a variação mensal

de emprego (em valores absolutos) e, por último, a média de anos de estudos da população com mais de 25 anos de idade. A variável independente que será objeto de análise é o índice de produção industrial (índice com base na média de 2002). Seguindo os Abadie *et al.* (2010), assim como os demais estudos que utilizam controle sintético, a variável analisada também é utilizada para a construção do sintético.

O período de análise vai de janeiro de 2002 até dezembro de 2010, sendo que em janeiro de 2009 o período de pré-tratamento se encerra e começa período pós-tratamento. Abadie *et al.* (2010) mostra que, para que as estimativas do sintético sejam consistentes, é necessário que o período de pré-tratamento seja grande em relação ao período pós-tratamento (o período para o qual queremos prever), por essa razão, nossa análise se encerra dois anos após o começo do tratamento.

5 RESULTADOS DO CONTROLE SINTÉTICO

A tabela 1 reporta os pesos que cada um dos doze candidatos a controle recebeu para a construção de Santa Catarina sintética. Destes, apenas três receberam um peso maior que zero. Eles são: Ceará (24,9%), Rio de Janeiro (30,4%) e Rio Grande do Sul (44,6%).

TABELA 1
Estados-controles e suas participações na construção da unidade sintética de Santa Catarina
(Em %)

Unidade-controle	Peso ótimo estimado
Amazonas	0,00
Ceará	24,9
Pará	0,00
Pernambuco	0,00
São Paulo	0,00
Rio Grande do Sul	44,6
Rio de Janeiro	30,4
Paraná	0,00
Espírito Santo	0,00
Bahia	0,00
Minas Gerais	0,00
Goiás	0,00

Elaboração dos autores.

A tabela 2 apresenta as médias para o período de pré-tratamento das variáveis analisadas da Santa Catarina tratada, sua sintética e o peso que cada variável

recebeu para a estimação dos pesos de cada estado. Na tabela, é possível comparar o quão preciso foi o controle sintético em reproduzir as médias pré-tratamento das variáveis utilizadas. A média ponderada a partir dos pesos determinados pela metodologia do controle sintético conseguiu gerar uma média pré-tratamento para o índice de produção industrial muito próxima à média verdadeira. O mesmo vale para anos de estudo, criação de empregos e para o índice de volume de vendas. Para as demais variáveis, no entanto, o ajuste foi menos preciso.

TABELA 2
Médias do período de pré-tratamento para Santa Catarina tratada e sua sintética

Nome das variáveis	SC tratada	SC sintética	Pesos estimados
Produção industrial	104.58	105.31	40.98%
Volume de vendas	119.10	115.30	0.47%
Transferências da União (% do total)	4.41%	6.94%	0.87%
Criação de empregos	5521.42	5870.17	36.25%
Exportação (% do total)	5.21%	7.45%	10.18%
ICMS (% do total)	4.23%	7.24%	11.13%
Anos de estudos (25 anos de idade ou mais)	7.00	6.65	0.12%

Elaboração dos autores.

O gráfico 1 apresenta as trajetórias da produção industrial de SC e SC sintética. Para que a série sintética seja um bom contrafactual da série verdadeira, é necessário que ela consiga prever satisfatoriamente a trajetória da produção industrial de Santa Catarina até janeiro de 2009 (quando o tratamento ocorreu). A raiz do erro previsto quadrático médio da série sintética em relação à série original durante o período de pré-tratamento é de 3,043 pontos do índice de produção industrial. Ou seja, sob o critério do erro quadrático médio, a série sintética é uma boa previsora da série tratada para o período de pré-tratamento.

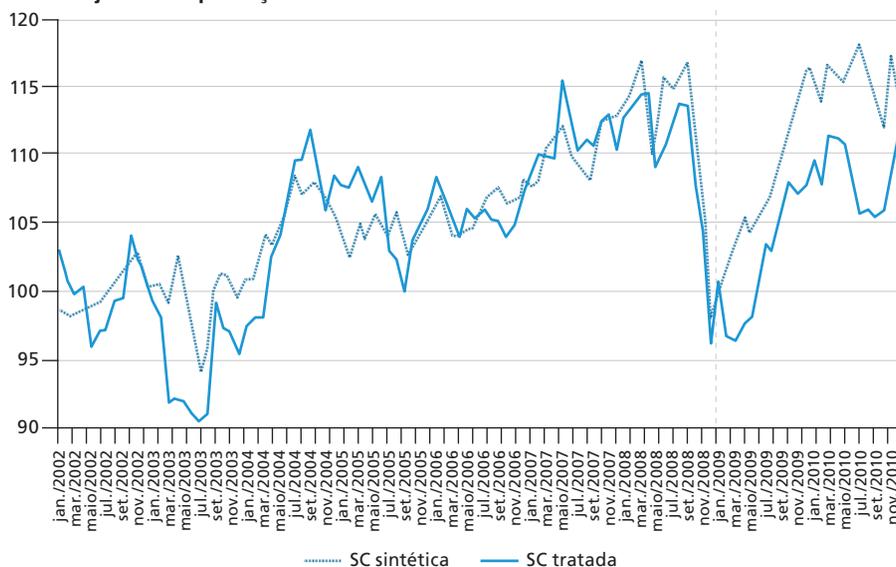
A partir janeiro de 2009, a trajetória da série sintética fica acima da trajetória da série tratada e, portanto, a primeira deixa de ser uma boa previsora da última. Tal fenômeno parece corroborar a tese de que o impacto das chuvas sob a produção industrial de Santa Catarina, de acordo com a metodologia empregada, é negativo.

Além de evidenciar o efeito negativo que as chuvas tiveram na produção industrial de SC, é possível calcular uma medida desse impacto negativo. Calcula-se a razão entre a produção industrial mensal de fato e o que teria sido a produção industrial de SC na ausência das chuvas. Feito isso, calcula-se a média para o período posterior ao início das chuvas. Essa contabilidade indica que a produção industrial mensal foi em média 5,13% menor do que seria se as chuvas não tivessem ocorrido.

Chama a atenção que tanto o índice de produção industrial de SC quanto o índice da unidade sintética apresentaram uma forte queda nos últimos meses de 2008. Este resultado é provavelmente decorrente da crise financeira internacional que afetou o nível de produção industrial do país. Contudo, a partir da queda conjunta do índice de SC e SC sintética (o que é revelado pelo bom ajuste das séries no pré-desastre), pode-se argumentar que a crise tenha afetado os estados de forma simétrica (ao menos aqueles utilizados na realização empírica deste estudo). Sendo assim, a diferença observada posteriormente parece ser, em um primeiro momento, decorrente principalmente do excesso de chuvas em SC.

GRÁFICO 1

Trajetória da produção industrial de SC e SC sintética



Elaboração dos autores.

Para testar a significância estatística do impacto observado se realiza, primeiramente, o teste de distribuição dos placebos. Para a implantação deste teste, se constrói a série sintética da produção industrial para todos os doze estados que foram utilizados para a estimação da unidade sintética de Santa Catarina, utilizando o mesmo período de pré-tratamento (janeiro de 2002 até janeiro de 2009). Após, calcula-se a diferença entre as trajetórias observadas e sintéticas da produção industrial para todos os estados. Finalmente, plota-se a diferença de todos os estados em um gráfico junto com a diferença observada para SC. A ideia deste procedimento é observar se a diferença para Santa Catarina (a unidade tratada) apresenta comportamento diferente em relação às diferenças dos demais estados (que não foram tratados). Se o efeito encontrado

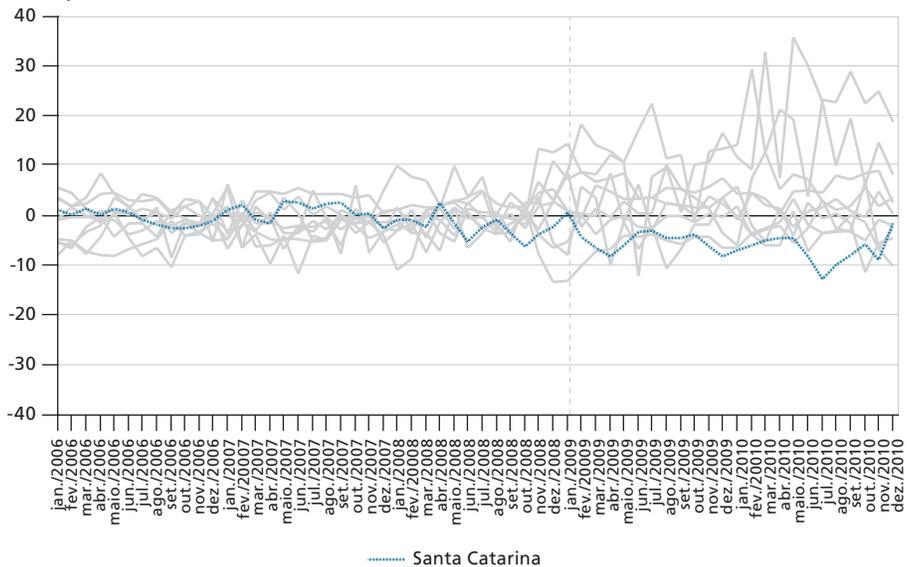
em Santa Catarina não estiver em uma das extremidades da distribuição dos placebos, então o impacto das chuvas não é estatisticamente significativo.

Seguindo a sugestão de Abadie *et. al.* (2010) se utilizam, na distribuição dos placebos, apenas aqueles que tiveram um ajuste medido pelo REPQM não muito superior ao da unidade tratada. Por isso, construiu-se outra distribuição de placebos, porém, apenas com aqueles cuja medida de REPQM não foi superior a duas vezes o valor de Santa Catarina. Dos doze placebos, três (Amazonas, Pará e Espírito Santo) foram retirados da distribuição de placebo.

O gráfico 2 apresenta os resultados do teste descrito. O impacto das chuvas em Santa Catarina é negativo para todos os meses e só começa a perder efeito a partir do final de 2010. Nos meses iniciais do período de pós-tratamento, a série da diferença de Santa Catarina se confunde com a distribuição de placebos. No entanto, a partir de setembro de 2009 até novembro de 2010, a série passa a se localizar consistentemente na extremidade inferior da distribuição. O teste visual da distribuição de placebo parece mostrar que, pelo menos para um intervalo do período de pós-tratamento, o efeito das chuvas em Santa Catarina parece ter tido um efeito significativo.

GRÁFICO 2

Distribuição das diferenças entre os tratados e sintéticos e intervalo de confiança para os efeitos das chuvas

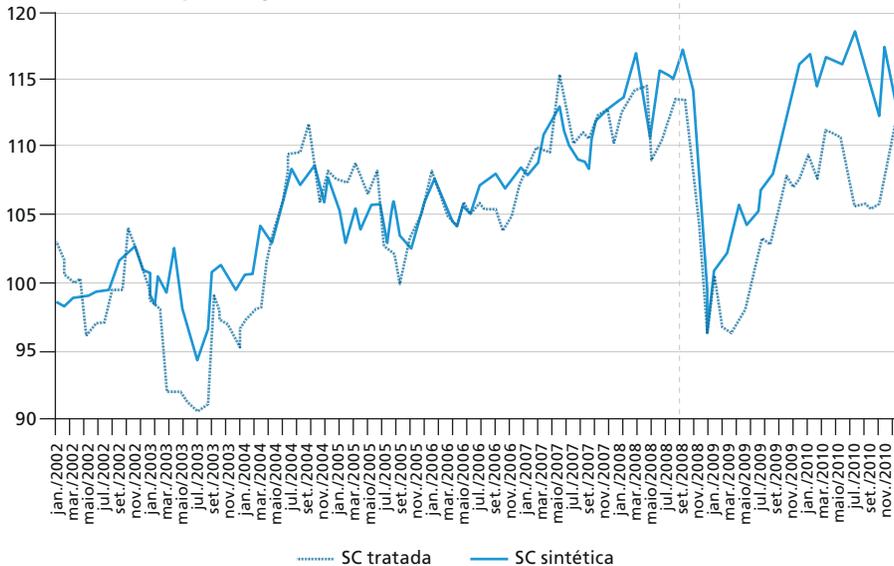


Elaboração dos autores.

Um segundo teste de robustez dos resultados é a análise de placebo temporal. Para se ter certeza de que o efeito encontrado ao colocar a data de tratamento em

janeiro de 2009 não seja espúrio, construímos a série sintética mudando o período de pré-tratamento de janeiro de 2009 para seis meses antes (agosto de 2008). A redução do período de pré-tratamento, em tese, não deveria alterar o momento em que as séries sintética e tratada se separaram, uma vez que a mudança de fato ocorre seis meses depois. O gráfico 3 mostra o resultado. A série sintética construída não só acompanha a série tratada no período de pré-tratamento (de janeiro de 2002 até agosto de 2008), mas também acompanha a série tratada no período pós-tratamento, até janeiro de 2009. Ou seja, o encurtamento do período de pré-tratamento (de janeiro de 2009 para agosto de 2008) não mudou o resultado encontrado anteriormente. Janeiro de 2009 parece ter sido, de fato, um mês em que a série de produção industrial de Santa Catarina sofreu choque negativo.

GRÁFICO 3
Placebo temporal (agosto de 2008)



Alguns comentários sobre os resultados obtidos precisam ser tecidos. Pode-se argumentar que os impactos das chuvas não ficam restritos apenas ao próprio estado de SC. Efeitos de equilíbrio geral podem ter exercido impacto na produção dos demais estados utilizados como controles. Caso isso se evidencie de fato, então as estimativas dos autores a respeito dos efeitos das chuvas podem estar viesadas. Por exemplo, se a chuva afetou negativamente um estado que foi utilizado na construção da série sintética de Santa Catarina, então o impacto encontrado pode ser menor do que ele é na realidade, pois se estará utilizando, na construção do contrafactual, uma série que é menor do que de fato seria caso as chuvas não tivessem ocorrido.

Para investigar possíveis efeitos de equilíbrio geral, será feito um teste de comparação entre os estados que ganharam peso positivo das razões dos REPQM para os períodos pós e pré-tratamento. Se o REPQM para o período pós-tratamento for alto em relação à mesma REPQM para o período pré-tratamento, então é provável que o tratamento afetou a trajetória original da produção industrial.

Para realizar esse teste de comparação, calcula-se a trajetória sintética das séries dos estados que receberam peso positivo na construção do sintético de Santa Catarina, a saber, RS, RJ e CE (os gráficos encontram-se no apêndice B). Em seguida, calcula-se o REPQM para os períodos de pré e pós-tratamento para as séries dos três estados e de Santa Catarina. Por fim, faz-se a razão entre o REPQM do período pós-tratamento e o REPQM do período pré-tratamento. A tabela 3 mostra o resultado.

TABELA 3

Razão do erro quadrático médio pós-tratamento/pré-tratamento

Estados	Raiz do erro previsto quadrático médio		Razão pós/pré
	Pré-tratamento	Pós-tratamento	
Ceará	4.62	4.89	1.06
Rio de Janeiro	3.71	4.65	1.25
Rio Grande do Sul	3.72	2.73	0.73
Santa Catarina	3.04	6.41	2.11

Elaboração dos autores.

Pode-se perceber que, no caso de Santa Catarina, a razão do REPQM pós/pré é superior a dois, ou seja, o ajuste da série sintética para o período pós-tratamento é muito pior do que para o período pré-tratamento. Tal fenômeno corrobora a hipótese de que as chuvas de Santa Catarina afetaram, de fato, a trajetória original da produção industrial. Para os demais estados, no entanto, a razão é próxima de um, ou seja, o grau de ajuste dos períodos pré e pós são muito parecidos entre si. Por essa razão, diz-se que não há efeitos de equilíbrio geral significativos.

6 CONTABILIDADE DO CUSTO ECONÔMICO

Para se ter uma aproximação do impacto do excesso de chuvas sobre o total na economia, utilizam-se duas metodologias. Na primeira, calcula-se quanto que uma variação de 1% na produção industrial incrementa no PIB do estado de Santa Catarina por meio de uma regressão linear obtida a partir da primeira diferença do PIB de Santa Catarina (retirado dos dados das Contas Nacionais Regionais do IBGE) contra a primeira diferença da média anual da produção industrial do estado, utilizando a base existente na PIM-IBGE (ambas as séries para o período compreendido entre 1996 a 2010). Desse procedimento,

chega-se ao número 0,33%.⁹ Essa estimativa implica que um choque negativo permanente de 5,13% gera um impacto total negativo próximo a 1,7% no nível de PIB do estado.

Na segunda metodologia, utiliza-se a proporção entre VBPI e Valor Adicionado Industrial (VAI), para o período compreendido entre 2007 a 2010, com a finalidade de trazer uma estimativa adicional, novamente em termos de PIB, do quanto que a perda de 5,13% na produção industrial representa. Tal proporção para o período citado foi de aproximadamente 43,4%.¹⁰

O efeito médio mensal negativo estimado pelo controle sintético de 5,13% no índice da produção industrial representa, em valor, uma perda estimada de R\$ 4,7 bilhões a preços de 2010 (baseado no Valor Bruto da Produção Industrial – VBPI). Como em 2010 o VBPI foi de R\$ 87,3 bilhões, segundo o IBGE,¹¹ na ausência do desastre, o VBPI seria de R\$ 91,9 bilhões. Com a proporção de 43,4% entre VBPI e VAI, chega-se ao resultado de que o montante deixado de se adicionar na cadeia produtiva foi de aproximadamente R\$ 2,0 bilhões, o que significa 1,5% do PIB do estado¹² naquele ano. Percebe-se que essa estimativa (1,5%) está em magnitude muito próxima à obtida pela primeira metodologia (1,69%), o que dá robustez ao efeito estimado.

Ainda faz-se um breve exercício para medir o efeito do excesso de chuvas sobre o emprego. Com as informações de VBPI e pessoas ocupadas (informação também disponível pelo IBGE), calcula-se o quanto cada trabalhador em média gera de valor. Este número é R\$ 61,2 mil. Nesse caso, para gerar R\$ 4,7 bilhões, seriam necessários 33,1 mil postos de trabalho, a preços de 2010.

Vale destacar que a estimativa da queda no nível da produção industrial de caráter permanente em 5,13%, faz com que em todos os anos o PIB de Santa Catarina fique entre 1,5 e 1,7% menor e com aproximadamente 33 mil postos de trabalho a menos, e não apenas no ano de 2010. Ou seja, as contabilizações do custo econômico apresentadas não são medidas anuais, ou que alteram a taxa de crescimento dos próximos anos, mas sim quantidades de renda e emprego que seriam possivelmente gerados, mas que em função do desastre não foram materializados. O excesso de chuva verificado no ano de 2008 destruiu uma parte da capacidade de oferta do estado. Portanto, por meio das estimativas realizadas, pode-se dizer que o nível de riqueza produzida ficou, de 2008 a 2010, de 1,5 a 1,7% menor do que seria na ausência do excesso de chuvas do final do ano de 2008.

9. (Erro-padrão de 0.0607 e estatística-t de 5.43) – R² ajustado de 0.72. Estimado com matriz HAC (Newey-West).

10. Tabela 1848 da Pesquisa Anual da Indústria do IBGE, disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>.

11. Tabela 1848 da Pesquisa Anual da Indústria do IBGE, disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>.

12. PIB a preços básicos de 2010 estimado pelo IBGE em R\$ 130,62 bilhões.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou contribuir para a literatura da economia dos desastres naturais, com um estudo que avalia os impactos de uma catástrofe natural. As evidências apontam que, passados mais de dois anos, a produção industrial de Santa Catarina ainda sofria com o excesso de chuvas do final de 2008, uma vez que sua produção industrial não atingira o patamar que teria na ausência das chuvas. Estimou-se que a produção industrial mensal de Santa Catarina foi, em média, pelo menos 5,13% menor ao que seria na ausência das chuvas. Este resultado é robusto aos testes executados. Essa redução da atividade industrial reduziu o crescimento do mercado de trabalho em 33,1 mil postos de trabalho, reduzindo a renda entre 1,5 a 1,7%.

Que eventos dessa natureza afetam as economias de regiões atingidas é algo notório em decorrência da destruição causada. No entanto, a mensuração dos impactos e a perpetuação dos mesmos ao longo do tempo na esfera econômica não é uma tarefa trivial. O grande problema reside na obtenção de um contrafactual que seja válido. O método de controle sintético utilizado para realizar a mensuração dos efeitos da chuva em Santa Catarina, quando bem implantando, gera o contrafactual necessário. Esta é uma metodologia que parece ser bastante adequada para a investigação de impactos dos desastres naturais na esfera econômica.

Cabe também destacar que os impactos negativos estimados, que perduraram pelo menos dois anos após as enchentes, ocorreram a despeito das políticas emergências e de auxílio financeiro dos governos estadual, federal e do BNDES. Diante disso e dos resultados que foram obtidos, o que se pode afirmar é que tais políticas não foram suficientes para que Santa Catarina recuperasse sua pujança econômica, pelo menos a curto prazo e, em termos de produção industrial, presumivelmente acompanhada por PIB e emprego. A experiência fornecida pelo desastre natural em Santa Catarina ajudou a alertar o governo federal para a necessidade da formulação de uma política nacional de proteção aos desastres naturais. Em 2012 o governo federal aprovou a Lei nº 12.608, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, a qual identifica as responsabilidades de mapeamento, monitoramento e gerenciamento de informações sobre áreas de risco à ocorrência de desastres naturais, entre a União, estados e municípios. Os resultados obtidos neste estudo indicam que o estado de Santa Catarina ainda sofria custos econômicos após 24 meses da ocorrência do desastre. Esse resultado sugere que no Brasil a resposta para desastres naturais ainda está baseada em políticas de curto prazo, caracterizadas mais como ajuda humanitária, do que na existência de um planejamento de reconstrução pós-desastre.

Entretanto, é importante destacar que a constatação do parágrafo anterior não permite afirmar que políticas de prevenção são superiores às de auxílio financeiro pós-catástrofe. Não se pode descartar a possibilidade que a política

ótima de combater os efeitos de desastres naturais seja uma combinação entre as políticas de prevenção e auxílio pós-catástrofe. O fato da literatura da economia dos desastres naturais ser ainda recente implica que determinar qual é a melhor política e caracterizar a magnitude dos impactos é uma tarefa difícil devido à escassez de resultados na literatura.

Por fim, é importante dizer que neste estudo está sendo analisado apenas o impacto das chuvas na dimensão econômica. É claro que essa não é a única dimensão, e talvez não seja a mais importante, a ser considerada por formuladores de políticas públicas. No entanto, outros aspectos, como efeitos psicológicos de uma tragédia na população afetada, ou os efeitos ambientais, estão além do escopo deste estudo.

REFERÊNCIAS

- 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**, 105, issue 490, p. 493-505, 2010.
- ACEMOGLU, D.; JOHNSON, S.; ROBINSON, J. The rise of europe: atlantic trade, institutional change and economic growth. **American Economic Review**, 95(3), p. 546-579, jun. 2005.
- BENSON, C.; CLAY, E. J. Understanding the economic and financial impacts of natural disasters. **Disasters Risk Management Series**, n. 4. World Bank, Washington DC, 2004.
- BLOOM, D. E.; KHANNA, T. The urban revolution. **Finance and development: a quarterly magazine of the IMF**, 44(3), 2007.
- CAVALLO, E.; GALIANI, S.; NOY, I.; PANTANO, J. Catastrophic natural disasters and economic growth. **Working Papers 201006**, University of Hawaii at Manoa, Department of Economics, 2010.
- CHARVÉRIAT, C. Natural disasters in Latin America and the Caribbean: an overview of risk. Inter-american development bank, **Working Paper n. 434**, 2000.
- FONG, C. M.; LUTTMER, E. F. P. What determines giving to hurricane Katrina victims? Experimental evidence on income, race, and fairness. **NBER Working Papers** 13219, National Bureau of Economic Research, Inc., 2007.
- GALL, M.; BORDEN, K. A.; EMRICH, C. T.; CUTTER, S. L. The unsustainable trend of natural hazard losses in the United States. **Sustainability** 3, p. 2157-2181, 2011.
- GARCIA, C.; ROSEGHINI, W.; ASCHIDAMINI, I. Environmental management planning – considerations about the events occurring in Santa Catarina – Brazil in November 2008. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, 19, p. 487-493, 2011.

HALLIDAY, T. Migration, risk and liquidity constraints in El Salvador. **Economic Development and Cultural Changes**, v. 54 (4) p. 893-925, 2006.

HORWICH, A.; Economic lessons of Kobe earthquake. **Economic Development and Cultural Change**, p. 521-542, 2000.

IMBERMAN, S.; D. KUGLER, A. D.; SACERDOTE, B. Katrina's children: evidence on the structure of peer effects from hurricane evacuees. **NBER Working Papers** 15291, National Bureau of Economic Research, Inc., 2009.

KAHN, M. E. The death toll from natural disasters: the role of income, geography, and institutions. **The Review of Economics and Statistics**, 87, n. 2, p. 271-284, 2005.

KIMBALL, M.; LEVY, H., OHTAKE, F.; TSUTSUI, Y. Unhappiness after hurricane Katrina? **NBER Working Papers** 12062, National Bureau of Economic Research, Inc., 2006.

KOUSKY, C. Informing climate adaptation: a review of the economic cost of natural disasters, There are determinants, and risk reduction options. **Resources for the Future Discussion Paper**. DP 12-28, jul. 2012.

KUNREUTHER, H.; PAULY, M. Rules rather than discretion: lessons from hurricane Katrina. **Journal of Risk and Uncertainty**, v. 33(1), p. 101-116, sept. 2006.

LEISEROWITZ, A.; MAIBACH, E.; ROSER-RENOUF, C.; HMIELOWSKI, J.D. **Extreme weather, climate and preparedness in the American mind**. Yale University and George Mason University. New Haven, CT, Yale Project on Climate Change Communication, 2012.

LOMBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo. 2005.

MEL, S.; MCKENZIE, D.; WOODRUFF, C. Enterprise recovery following natural disasters. **Policy Research Working Paper Series** 5269. The World Bank, 2010.

MILLER, S.; MUIR-WOOD, R.; BOISSONNADE, A. An exploration of trends in normalized weather-related catastrophe losses. *In*: DIAZ, H.; MURNANE, R. (Eds.) **Climate extremes and society**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, p. 225-247, 2008.

NOY, I. The macroeconomic consequences of disasters. **Journal of Development Economics**, v. 88(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** 21, p. 345-354, 2010.

RAUCH, E. **Global natural catastrophe update**. Munich, Germany: Munich Re, 2011.

RASMUSSEN T. N. Macroeconomic implications of natural disasters in the Caribbean. **IMF Working Papers** 04/224, International Monetary Fund, 2004.

ROCHA H. L.; KABIYANA, M.; SILVA, C. G. Análise estatística de chuvas intensas ocorridas nos municípios de Blumenau e Rio dos Cedros, SC, no período de agosto de 2008 a janeiro de 2009. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Campo Grande-MS, 2009.

SACERDOTE, B. When the saints come marching. *In*: Effects of hurricanes Katrina and Rita on students evacuees. **NBER Working Papers** 14385, National Bureau of Economic Research, Inc., 2008.

SELUCK, F.; YELDAN, E. On the macroeconomic impact of the august 1999 earthquake in Turkey: a first assessment. **Applied Economic Letters**, v. 8, p. 483-488, 2001.

SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE, C.; MARENGO, J.; RODRIGUES, M. L. G.; LIMA, M.; MINUZZI, R. B. **As chuvas de novembro de 2008 em Santa Catarina**: um estudo de caso visando a melhoria do monitoramento e da previsão de eventos extremos. (Estudo/análise de informações). Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE, 2009.

SKIDMORE, M.; TOYA, H. Do natural disasters promote the long run growth? **Economic Inquire**, v. 40 (4), p. 664-687, 2002.

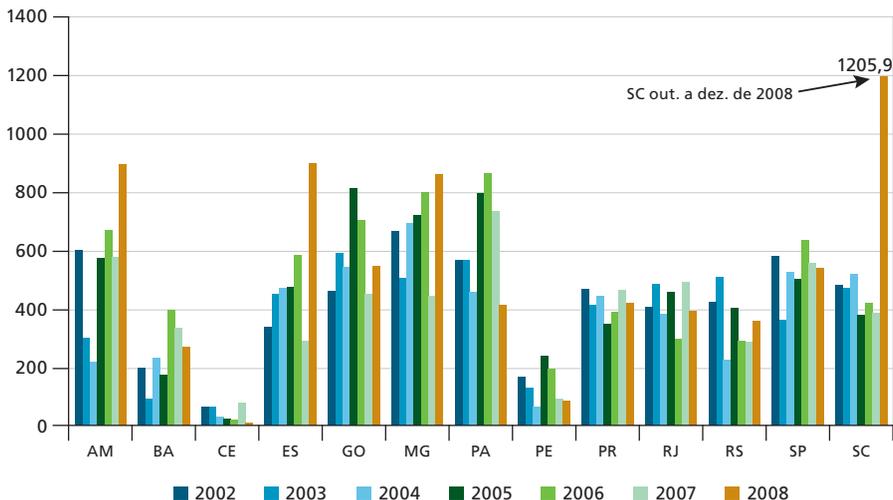
TOYA, H.; SKIDMORE, M. Economic development and the impacts of natural disasters. **Economics Letters**, v. 94(1), p. 20-25. Jan., 2007.

VIGDOR, J. L. The Katrina effect: was there a bright side to evacuate of greater New Orleans? **NBER Working Papers** 13022, National Bureau of Economic Research, Inc., 2007.

APÊNDICES

Apêndice A

GRÁFICO A.1
Acumulado de chuvas de outubro a dezembro (2002-2008)
 (Em mm)



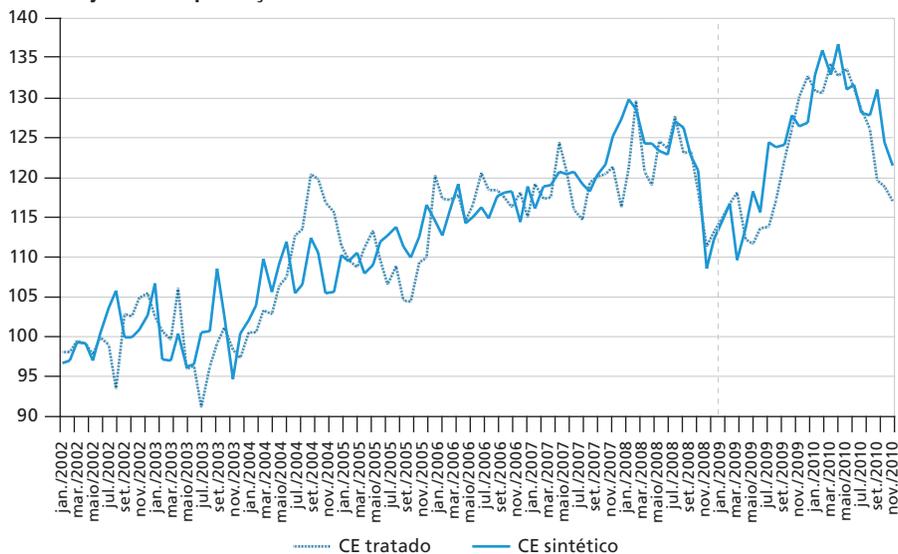
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

Elaboração dos autores.

Obs.: os dados se referem ao volume de chuvas registradas nas capitais dos estados.

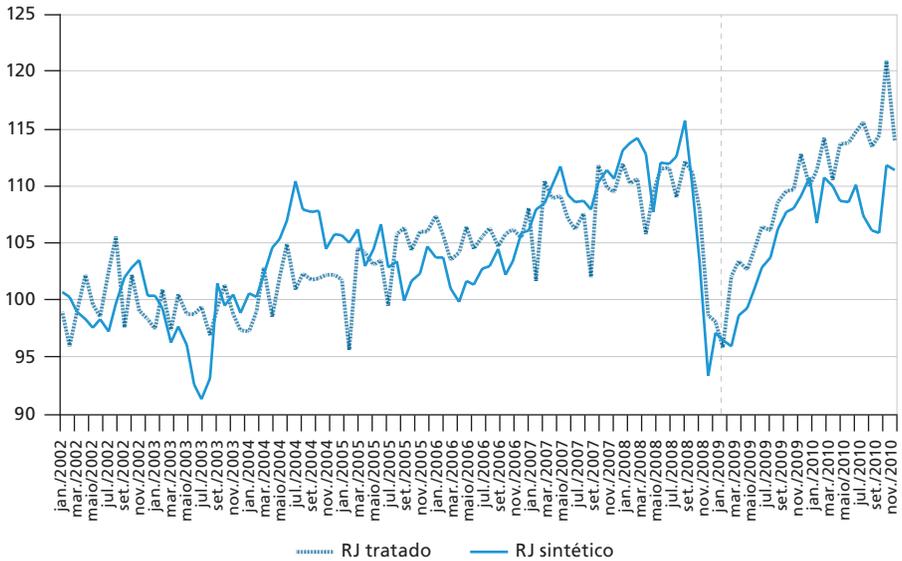
Apêndice B

GRÁFICO B.1
Trajetória da produção industrial de CE e CE sintético



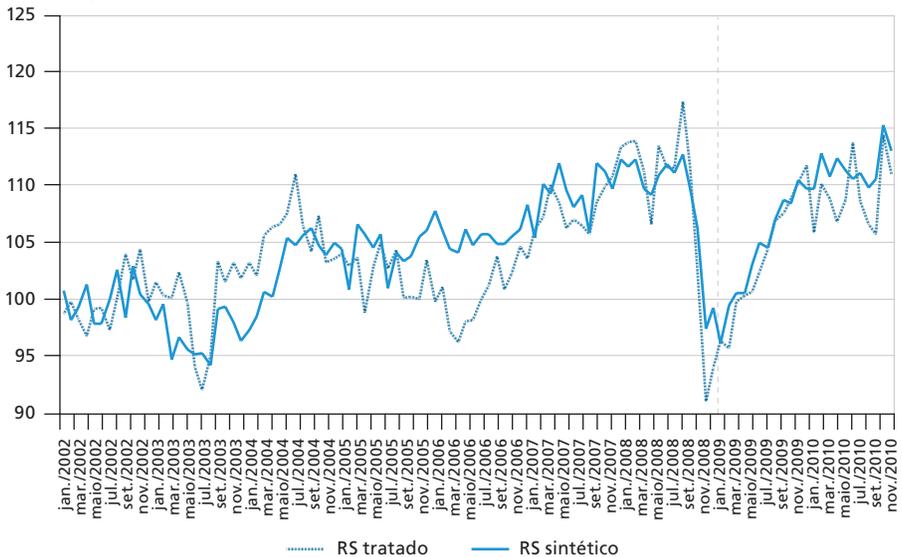
Elaboração dos autores.

GRÁFICO B.2
Trajetória da produção industrial de RJ e RJ sintético



Elaboração dos autores.

GRÁFICO B.3
Trajetória da produção industrial de RS e RS sintético



Elaboração dos autores.