

O Impacto Econômico dos Desastres Naturais: O Caso das Chuvas de 2008 em Santa Catarina

Felipe Garcia Ribeiro (UFPEL)
Guilherme Stein (EESP-FGV)
André Carraro (UFPEL)
Pedro Lutz Ramos (UFRGS)

Resumo

Este estudo investiga o custo econômico do excesso de chuvas ocorrido em Santa Catarina entre os meses de novembro e dezembro de 2008. Utiliza-se o controle sintético para medir o impacto das chuvas na produção industrial de Santa Catarina e o método de diferenças em diferenças para medir o impacto das chuvas no PIB per capita das cidades mais atingidas. Os resultados apontam que até o final de 2010, a produção industrial mensal foi 2.0% menor do que seria caso as chuvas não tivessem ocorrido. O efeito estimado do desastre sobre o PIB per capita dos municípios se situou ao redor de -7,0% em 2008 e -5,0% em 2009. Em 2010 não há evidências de efeito.

Palavras-Chave: Desastres Naturais; Custo Econômico; Controle Sintético; Diferenças em Diferenças.

Código JEL: Q54; O1; R11

Abstract

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 and difference in difference estimator to measure the impact of the rains on the GDP per capita of the cities. 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 2.0% in Santa Catarina. For municipalities, the estimated effect of the disaster on GDP per capita was around -7.0% in 2008 and -5.0% in 2009. There was not significant effect in 2010.

Keywords: Natural Disasters; Economic Costs; Synthetic Control; Difference in Difference.

JEL Code: Q54; O1; R11

Área Anpec: 10 – Economia Regional e Urbana.

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, intensidade e extensão espacial dos desastres naturais estão aumentando ao longo do tempo (Bloom e Khanna (2007) e Leiserowitz (2012)). Em termos econômicos o impacto desses eventos também é crescente (Charvériat (2000) e 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 em 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. Fábricas e 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, tipicamente países de baixa renda estão fortemente associados com instituições públicas fracas e com 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 a avaliação do impacto.¹ No caso em questão, como se está querendo medir o impacto das chuvas intensas na economia de SC após a ocorrência, o contrafactual necessário é a trajetória da mesma no caso em que as chuvas não tivessem ocorrido.

Assim sendo, o presente estudo investiga o impacto das chuvas em SC na produção industrial do estado e no PIB per capita dos municípios. Para a realização do primeiro 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 SC. Além disso, a produção industrial pode ser entendida como uma *proxy* mensal de PIB, uma vez que essa medida não é calculada em tal periodicidade para os estados brasileiros. Já para o segundo objetivo do estudo, utiliza-se o estimador de diferenças em diferenças para investigar o impacto das chuvas no PIB per capita dos municípios mais afetados.

Entende-se o excesso de chuvas em SC como um desastre natural em razão da definição de desastres adotada pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED). De acordo com o CRED, para um evento da natureza ser considerado um desastre natural é preciso que pelo menos um dos seguintes quatro critérios seja atendido: i) 10 ou mais pessoas tenham morrido em decorrência do fenômeno, ii) 100 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 a frente, o fenômeno do excesso de chuvas no final do ano de 2008 em SC atendeu a três desses 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 seção se documenta o desastre do excesso de chuvas ocorrido no final de 2008 em SC. Na quarta seção 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 seção 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 os resultados para os efeitos das chuvas nos municípios. Por fim a sétima seção encerra o artigo com uma síntese dos resultados e recomendações de políticas públicas e novas pesquisas.

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, a 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

¹ Por vezes se referirá ao excesso de chuvas ocorridas em 2008 como um tratamento em Santa Catarina.

com a intensidade de exposição ao maremoto. O grau de exposição era obtido de acordo com a própria percepção dos empresários e trabalhadores. Mel *et. al.* 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 a 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 em El Salvador em 2002, e 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 pelos autores 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 setenta.

Feita essa discussão das linhas de pesquisa da área de Economia dos Desastres Naturais e dos principais estudos de cada linha, cabe destacar que o presente trabalho está mais alinhado com os que estudam os impactos dos desastres em nível agregado: produção industrial e PIB. Ademais, este estudo tem elementos comuns com outros já realizados como a preocupação em fornecer informações para o balizamento de políticas públicas e testar a eficácia das implantadas.

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. Tais chuvas ocasionaram deslizamentos de terra, inundações, enchentes, enxurradas e erosão de rodovias e casas.

Segundo Silva Dias *et. al.* (2009) 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 mm foi largamente ultrapassada pelos 1000 mm de chuva registrados.

Na região do Vale do Itajaí a área afetada pelas chuvas totaliza cerca de sessenta cidades o que engloba uma população de mais de 1,5 milhões de pessoas. A alta frequência de chuvas durou quase quatro meses (outubro, novembro, dezembro e janeiro). De acordo com a Defesa Civil de SC, nos dias 22 e 23 de novembro choveu o equivalente à média histórica para o mês. Além disso, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia o mês de novembro registrou a maior quantidade de chuvas já registrada desde o começo da série histórica em 1961. De acordo com Rocha *et. al.* (2009), a precipitação de chuva registrada pelas estações de Blumenau e Rio dos Cedros, calculada pela altura pluviométrica acumulada, havia atingido o dobro da média história para os meses de novembro e dezembro. No entanto, já em outubro o valor registrado foi anormal: aproximadamente 1750 mm de chuva acumulada. Essas informações dimensionam a problemática das chuvas em SC.

Dentre 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 município com maior PIB do estado de SC em 2008, de acordo com dados do IBGE. Essas três cidades, apresentam um elevado Valor Adicionado Bruto da indústria, sendo responsável por aproximadamente um terço do PIB de SC (27%).

De acordo com o relatório da Defesa Civil de SC do dia 31 de dezembro de 2008, 32.853 pessoas estavam desalojadas e destas, 5.617 estavam desabrigadas. Até então, os deslizamentos e enxurradas haviam deixado 135 vítimas fatais. O relatório ainda reporta que havia 63 municípios em situação de emergência e 14 em estado de calamidade pública². A Defesa Civil registrara 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

² 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 FUNCAP (Fundo Especial para Calamidades Públicas).

respeito dos estragos causados pelas chuvas no estado de SC em 2008 indicam que o fenômeno das chuvas atende às requisições do CRED para ser classificado como um desastre natural.

Além da ajuda humanitária que o estado recebeu, o Governo Federal destinou um auxílio financeiro de aproximadamente R\$720 milhões de reais, 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. Soma-se a isso os recursos do próprio governo do estado de Santa Catarina que inicialmente foram da importância de R\$7 milhões. Em síntese, estas foram às 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 SC, e após 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. Essa trajetória sintética como é construída com informações das unidades não tratadas, em tese, não está sujeita aos efeitos do tratamento, e, portanto, serve como contrafactual 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 (que não o choque de interesse) que tenham ocorrido durante a janela de investigação do estudo devem afetar de 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 SC um deles, há, portanto, C estados candidatos a controle. Defini-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 $t = 1, \dots, T$. Defini-se também T_0 como número de períodos pré-desastre, o que implica em $1 < T_0 < T$. Além disso, defini-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, $[1, T_0)$, $Y_{it}^I = Y_{it}^N$. 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 SC 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 SC foi exposta ao excesso de chuvas e suas consequências, e valor 0 para os períodos anteriores, chega-se a seguinte expressão:

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

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

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

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:

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

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 $P = (p_2, p_3, \dots, p_c)'$, $p_i \geq 0$ e $\sum_{i=2}^{c+1} p_i = 1$. Cada vetor 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 $\sum_{i=2}^{c+1} p_i^* = 1$ tal que

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

e

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

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

$$Y_{1t}^N - \sum_{i=2}^{c+1} p_i^* Y_{it} = \sum_{i=2}^{c+1} p_i^* \sum_{s=1}^{T_0} \lambda_t \left(\sum_{n=1}^{T_0} \lambda_n' \lambda_n \right)^{-1} \lambda_s' (\varepsilon_{is} - \varepsilon_{1s}) - \sum_{i=2}^{c+1} p_i^* (\varepsilon_{jt} - \varepsilon_{1t}). \quad (6)$$

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 SC.

Para demonstrar isso, definem-se X_0 uma matriz $(K \times 1)$ em que K é o número de variáveis pré-tratamento associadas a 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 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:

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

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

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 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 o *Root Mean Squared Prediction Error* (RMSPE), 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 através de um processo de otimização que procura dentre 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 $i = 2, \dots, C + 1$ nos T períodos de análise, tem-se que as estimativas da trajetória da variável de interesse sintética, Y_{1t}^N , e do impacto das chuvas em SC, 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 sequentes a novembro de 2008 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).

Em relação aos dados que são utilizados para esta parte do trabalho, estes foram obtidos de diversas fontes: Banco Central, IPEADATA, MTE, IBGE e MF-STN. As variáveis pré-tratamento são a arrecadação estadual de ICMS e o repasse da união para os estados (medidos em unidades monetárias correntes (R\$ mil)), a variação mensal do emprego, as exportações (US\$ mil), e o volume de vendas do comércio (índice com base na média de 2003). A produção industrial, variável de interesse, é um índice com base na média de 2002. O período em que está sendo realizado o estudo vai de novembro de 2005 a

dezembro de 2010, sendo que está se assumindo novembro de 2008 como o período de tratamento porque nesse mês as chuvas foram mais intensas. Dessa forma, tem-se uma janela de três anos para a estimação dos pesos e construção da trajetória sintética, e se pode observar o impacto por um período pouco maior do que dois anos após as chuvas. Os estados do Brasil utilizados como candidatos a construção da trajetória sintética da produção industrial de SC são aqueles que têm informações a respeito dessa variável calculada pelo IBGE. São eles os seguintes: Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo.

Já para a investigação do impacto das Chuvas sobre o PIB dos municípios se adota o método de diferenças em diferenças. Utilizam-se informações municipais dos anos de 2007 (pré-chuvas), 2008, 2009 e 2010 (pós-chuvas) obtidas do IBGE e da Agência Nacional de Águas (ANA). Da primeira fonte são retiradas as variáveis do PIB e da população municipal, enquanto da ANA são obtidas as informações referentes ao volume de chuvas em milímetros de outubro a dezembro de 2008 nos 108 municípios catarinenses com informações de estações de medição pluviométrica.

Nesta parte da estratégia empírica se estima a seguinte equação:

$$Y_{it} = \alpha_i + \text{período}_t + \gamma T_i * \text{período}_t + \varepsilon_i. \quad (10)$$

A variável Y_{it} é o logaritmo do PIB per capita a preços de 2010 do município m no instante t . Já α_i é o efeito fixo do município. A variável período_t é uma *dummy* que assume valor 1 para anos posteriores ao desastre e zero para o ano de 2007. A variável T_{it} é uma *dummy* que capta a exposição ao desastre do município i no instante t . A variável $T_{it} * \text{período}_t$, que é obtida pela interação entre T_{it} e período_t , capta o efeito do desastre sobre o PIB dos municípios. Logo, γ é o parâmetro a ser identificado.

Serão utilizadas algumas medidas de exposição ao desastre. A primeira é obtida da seguinte forma: calcula-se a razão entre o volume de chuva do dia em que mais choveu em novembro de 2008 sobre o total de chuvas de outubro a dezembro de 2008. Após, gera-se uma variável que é igual a 1 se essa razão for maior que 10%, e zero caso contrário. A ideia da construção dessa medida é que se a quantidade de chuva em único dia representa bastante do volume total de chuvas no período de análise a capacidade do solo em absorver água diminui aumentando o acúmulo de água e conseqüentemente o risco de enchente (ver Lombardi (2005)). Dos 293 municípios de SC em 28 o volume de chuva do dia mais chuvoso de novembro de 2008 representou 10% ou mais do volume total de chuvas do último trimestre do ano.

Utiliza-se também como medida de tratamento a própria quantidade chovida no dia de maior precipitação em novembro de 2008, a quantidade total em novembro de 2008, a quantidade total entre outubro a dezembro de 2008, e a média de outubro a dezembro de 2008. A equação (10) além de ser estimada com diferentes medidas de exposição às chuvas também é estimada para três períodos distintos como pós-tratamento: de 2008 a 2010.

Não são todos os municípios de SC que possuem estações de medição pluviométrica. Aos que não possuem foram imputados os dados de chuva da estação localizada no município mais próximo.

A hipótese de identificação da aplicação deste método é que na ausência das chuvas as trajetórias do PIB per capita de municípios atingidos e não atingidos pelas chuvas evoluem de maneira paralela ao longo do tempo. Sob esta hipótese, qualquer diferença observada na trajetória do PIB pode ser atribuída ao efeito das chuvas.

5 Resultados do Controle Sintético

Primeiramente, a tabela 5.1 reporta os pesos estimados que cada um dos 12 estados candidatos a controle recebeu do processo de estimação. Dos doze estados utilizados apenas três receberam pesos diferentes de zero e se revelaram como importantes para a construção da unidade sintética de Santa Catarina. Foram eles: CE (20.2%), RJ (38.8%) e RS (41.0%) com a maior participação.

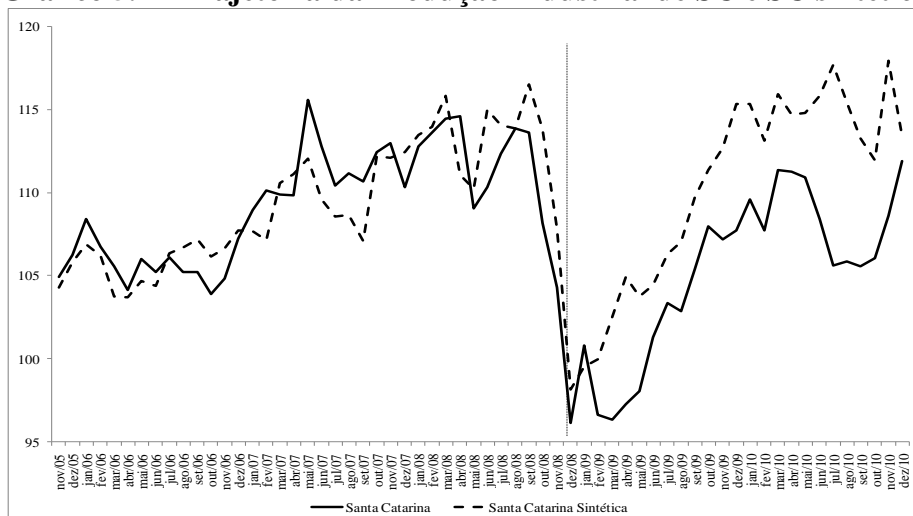
Tabela 5.1 - Estados controles e suas participações na construção da unidade sintética de Santa Catarina

Unidade Controle	Peso Ótimo Estimado
Amazonas	0.0%
Ceará	20.2%
Pará	0.0%
Pernambuco	0.0%
São Paulo	0.0%
Rio Grande do Sul	41.0%
Rio de Janeiro	38.8%
Paraná	0.0%
Espírito Santo	0.0%
Bahia	0.0%
Minas Gerais	0.0%
Goias	0.0%

Fonte: Elaboração Própria

O gráfico 5.1 abaixo apresenta as trajetórias da produção industrial de SC e SC sintética. Percebe-se que as duas trajetórias são similares até o final do ano de 2008, e se deslocam após, tendo a trajetória da produção industrial da unidade sintética posição sempre superior a da trajetória de fato observada. O comportamento e nível similar das duas trajetórias no período pré-chuvas indica a boa adequação do método de controle sintético para avaliação do impacto das chuvas sobre a produção industrial do estado de SC.

Gráfico 5.1 - Trajetória da Produção Industrial de SC e SC sintética



Fonte: Elaboração Própria

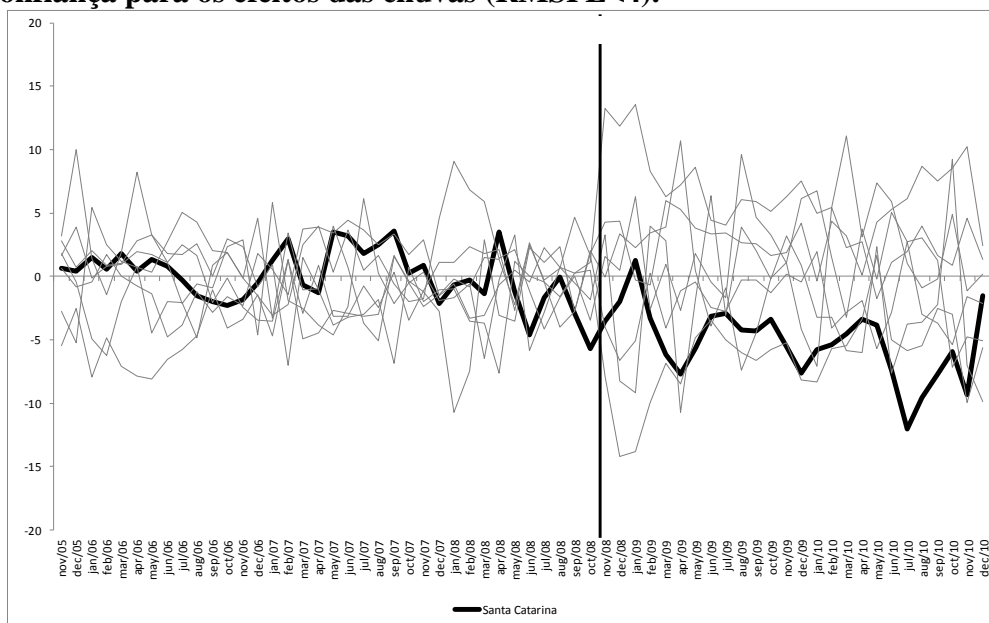
Outros dois pontos importantes saltam aos olhos quando se observa o gráfico 5.1. Primeiramente, não parece ser exatamente em novembro de 2008 que as trajetórias se deslocam, mas sim poucos meses após. Em segundo, embora as trajetórias estejam em níveis diferentes após as chuvas, as oscilações da produção industrial continuam similares para as duas trajetórias na maior parte do período.

Com a finalidade de se ter uma estimativa da perda mensal da produção industrial em decorrência das chuvas, 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 4.6% menor do que seria se as chuvas não tivessem ocorrido.

Para testar a validade estatística do efeito observado se realiza, primeiramente, o teste de distribuição dos placebos. Para a implantação deste teste se aplica o tratamento em todos os doze estados que foram utilizados para a estimação da unidade sintética. Após, calcula-se a diferença entre as trajetórias observadas e sintéticas para todos os estados. Finalmente, plota-se a diferença de todos os estados em um gráfico junto com a diferença observada para Santa Catarina. A ideia deste procedimento é observar se a diferença para Santa Catarina (a unidade tratada) apresenta comportamento muito diferente em relação às diferenças dos demais estados. Seguindo a sugestão de Abadie *et. al.* (2010) se utiliza na distribuição dos placebos apenas aqueles que tiveram um ajuste medido pelo RMSPE não muito superior ao da unidade tratada. Por isso, construiu-se outra distribuição de placebos, porém, apenas com aqueles placebos cuja medida de RMSPE não foi superior a 4, dado que a de SC foi 2.211163.

O Gráfico 5.2 apresenta os resultados com o refinamento descrito. Novamente se percebe que o efeito das chuvas em SC se situa abaixo da maior parte dos efeitos observados para os placebos. Este resultado reafirma o obtido no gráfico anterior, e ambos reforçam a hipótese de que as chuvas em SC no final de 2008 afetaram a produção Industrial de forma que a produção ainda não havia atingido, até dezembro de 2010, os níveis que atingiria se as chuvas tivessem ocorrido.

Gráfico 5.2 - Distribuição das diferenças entre os tratados e sintéticos e Intervalo de Confiança para os efeitos das chuvas (RMSPE<4).



Fonte: Elaboração Própria

Além do teste de distribuição exposto acima, procede-se mais um teste de placebo para a checagem da robustez dos resultados. Já foi visto pela inspeção visual do gráfico 5.1 que as trajetórias da produção industrial observada e sintética parecem descolar somente alguns meses após novembro de 2008. Isto faz sentido economicamente uma vez que o excesso de chuvas pode ter um impacto defasado na produção, ou cumulativo ao longo do tempo, uma vez que estradas foram destruídas e o porto de Itajaí ficou fechado. Tais fatos podem ter gerado impactos negativos sobre a decisão de investir em períodos seguintes. Soma-se a isso criação de um clima de incerteza na economia de SC que pode ter tornado os empresários mais cautelosos na hora de retomar ou expandir a atividade de suas empresas³. Tais impactos se somam ainda aos decorrentes da destruição do capital físico e do capital humano.

Embora a defasagem dos efeitos seja economicamente intuitiva e até esperada o oposto não é verdade. Ou seja, se o tratamento fosse aplicado antes das chuvas e as trajetórias apresentassem descolamento, o efeito observado poderia ser simplesmente fruto do acaso. Para averiguar se tal problema existe, se realiza um teste de placebo temporal.

Esse teste tem por objetivo verificar se o observado descolamento nos índices de produção industrial após as chuvas não é simplesmente algo ausente de relação causal.

São construídas trajetórias sintéticas em que os períodos de tratamento são anteriores aos períodos das chuvas. Em seguida é observado se a diferença entre os sintéticos e o tratado de fato aumenta apenas a partir do final de 2008. Se os efeitos da chuva forem realmente os responsáveis pelo aumento da diferença entre o sintético e o tratado, as estimações em diferentes janelas de tempo serão iguais.

Aplica-se o tratamento em doze meses anteriores a novembro 2008, e se tira a média dos placebos temporais obtidos. Os resultados indicam não haver diferença entre a trajetória da média dos efeitos quando aplicados os placebos temporais e os efeitos quando aplicado o tratamento das chuvas em novembro de 2008.⁴ Este teste reforça a hipótese de que as chuvas realmente afetam a trajetória da produção industrial de SC.

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. Considera-se como exemplo o caso do RS. Este é um estado cuja conexão geográfica com os demais estados do país se dá via SC. Se este último teve suas estradas afetadas pelas chuvas, como fica o transporte da produção industrial do RS destinada aos demais estados do país? Diante de questões como essa não seria equivocado imaginar que as chuvas em SC exerceram algum impacto negativo na produção do RS⁵.

Para investigar possíveis efeitos de equilíbrio geral, faz-se o teste de placebos nos estados que receberam ponderação maior que zero para a estimação do controle sintético, a saber, RS, RJ e CE. Se as trajetórias observadas sintéticas dos três estados indicarem que não há efeito das chuvas na produção industrial, então não estão ocorrendo efeitos de equilíbrio geral. Caso esses efeitos existam, o método adotado não ajuda na identificação do impacto, pois as unidades utilizadas como controle também são afetadas pelo tratamento.

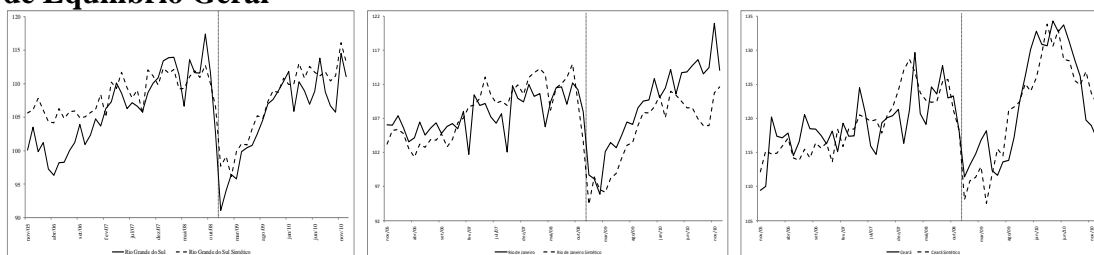
³ Por exemplo, havia dúvidas em relação à extensão dos estragos, o tempo de reconstrução e desobstrução de rodovias, tempo de reparo do porto e também qual seria o empenho dos governos estadual e federal no auxílio da recuperação da economia local.

⁴ Os resultados do teste de placebo temporal não estão nesta versão do artigo por questões de espaço. Os autores podem enviar o resultado mediante contato.

⁵ É preciso ter claro que não se pode descartar a hipótese de que o impacto das chuvas em SC no RS possa ter sido positivo. Por exemplo, pode se pensar que a queda na produção de SC pode ter aumentado a demanda interna dos gaúchos por produtos produzidos no RS que antes eram adquiridos de empresas localizadas em SC.

Em relação ao RS já foi dito o que se espera a respeito da direção do efeito. Em relação ao RJ e ao CE a hipótese é de que os efeitos da chuva possam ter gerado impacto positivo no turismo desses estados, e, via o encadeamento das atividades econômicas, um impacto positivo sobre a produção industrial⁶. A figura 5.1 abaixo apresenta os três gráficos dos estudos de placebos. O Primeiro gráfico se refere ao RS, o segundo ao RJ e o terceiro ao CE. As linhas pontilhadas são as trajetórias sintéticas da produção industrial em cada estado.

Figura 5.1 - Estudos de Placebos Para o RS, RJ e CE para a investigação de Efeitos de Equilíbrio Geral



Fonte: Elaboração Própria

Uma primeira inspeção visual indica que os efeitos de equilíbrio geral caso existam são pequenos, pois as trajetórias observadas e sintéticas tendem a estar próximas na maior parte do período. Mesmo assim, constata-se que para o RS a trajetória sintética se situa acima da observada, enquanto para RJ ocorre o contrário. Para o CE as trajetórias não apresentam nenhum comportamento sistemático que permita conclusões a respeito da direção de efeitos.

No caso do RS o fato da trajetória sintética se situar acima da trajetória observada corrobora a hipótese de que pode haver efeitos negativos no RS das chuvas em SC. Na construção de SC sintética, portanto, o fato de se utilizar o RS, que é afetado pela chuva, acaba viesando negativamente a trajetória da produção de SC sintética. Ou seja, as diferenças entre as trajetórias de SC sintética e SC com tudo o mais constante seriam maiores do que o constatado no gráfico 5.1.

Por outro lado, o oposto acontece com o RJ. Como a trajetória realmente observada se situa acima da trajetória sintética, corrobora-se a hipótese de que o RJ sofreu impactos positivos das chuvas em SC. Portanto, na construção de SC sintética, a utilização da produção industrial do RJ acaba viesando positivamente a trajetória da produção de SC sintético, ou seja, as diferenças entre as trajetórias com tudo o mais constante seriam menores do que o constatado no gráfico 5.1.

Diante desse problema, é prudente optar por uma estratégia que coloque o viés no sentido de minimizar a diferença entre as trajetórias da produção industrial de SC para evitar que se superestime o impacto das chuvas. Primeiramente, tenta-se medir a direção do viés através da média ponderada das diferenças entre as trajetórias sintéticas e observadas da produção industrial para os três estados em todos os períodos após o tratamento. Essa média indicará a direção do viés. Os fatores de ponderação são os próprios pesos estimados que cada estado recebeu. A aplicação desse procedimento resultou numa estimativa de um viés médio positivo no índice de produção industrial no valor de 0.782156.

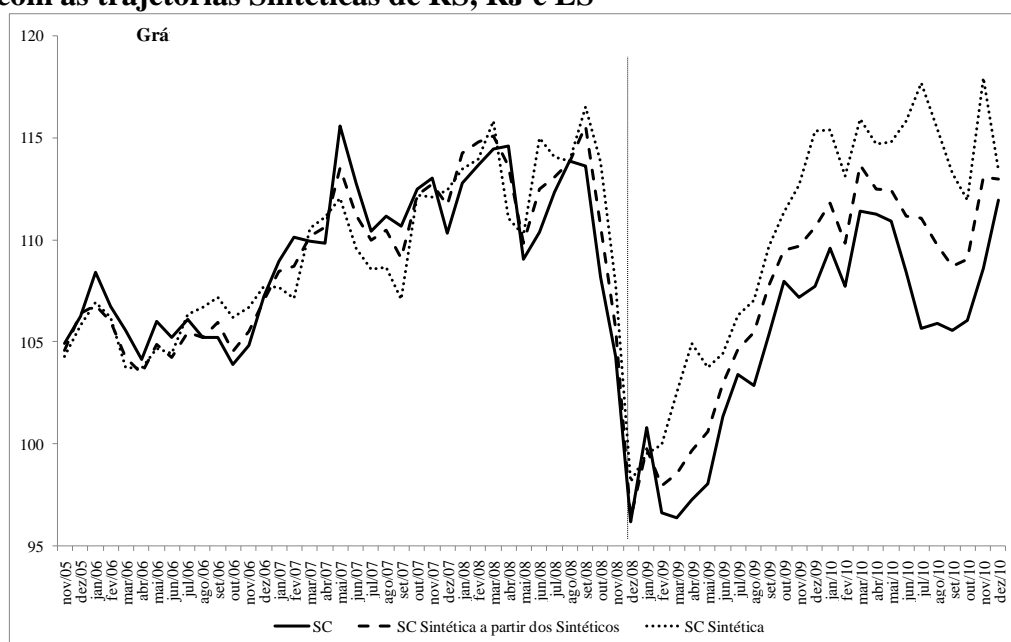
Tendo o conhecimento da direção do viés, o procedimento utilizado para a obtenção do impacto das chuvas na produção industrial é o seguinte: estima-se novamente a trajetória sintética da produção de SC usando os valores da produção industrial sintética

⁶ Assim como para o caso do RS, pode se pensar em situações que os impactos possam estar em outra direção.

do RS, RJ e CE em lugar das trajetórias realmente observadas. Para o RS, esta trajetória sintética é maior do que a série de fato observada, porque o RS é afetado negativamente pelas chuvas, porém para o RJ não, uma vez que as chuvas afetam positivamente a sua produção industrial. Sendo assim, para o RS a trajetória sintética é maior, e para o RJ menor. Como no estudo da direção do viés acima os efeitos no RJ se mostram mais fortes do que os efeitos no RS, esse procedimento irá subestimar a trajetória da produção industrial de Santa Catarina na ausência das chuvas, o que permitirá a investigação do impacto mínimo das chuvas na produção industrial. Portanto, este procedimento consegue inverter o viés, e constrói o que pode ser entendido como o limite inferior para a trajetória da produção industrial na ausência das chuvas.

Na nova estimação da trajetória sintética da produção industrial de SC, outra vez apenas esses três estados receberam pesos: RS (19.9%), RJ (70.3%) e CE (9.8%). O Gráfico 5.3 abaixo apresenta os resultados desse procedimento. Percebe-se que a trajetória sintética de SC construída a partir das trajetórias sintéticas de RS, RJ e CE de fato se situa abaixo da trajetória sintética obtida sem esse procedimento, o que sustenta a estratégia de identificação dos impactos da chuva sem incorrer em um erro de viés que superestimaria os efeitos.

Gráfico 5.3 - Trajetória da Produção Industrial de SC e SC sintética Construída com as trajetórias Sintéticas de RS, RJ e ES



Fonte: Elaboração Própria

Do gráfico 5.3 fica claro que novamente as trajetórias de produção industrial passam a divergir apenas em janeiro de 2009, dois meses após as chuvas. A produção industrial mensal tem sido, ao longo dos últimos três anos após as chuvas, em média pelo menos 2.0% menor do que teria sido se as chuvas não tivessem ocorrido.

6 Resultados da Estimação por Diferenças em Diferenças

A tabela 6.1 abaixo apresenta as estatísticas descritivas das variáveis que são utilizadas para captar a exposição ao excesso de chuvas. Percebe-se que em todas as variáveis há uma grande variabilidade dos valores em torno da média o que reflete que o volume de chuvas no final de 2008 foi bastante heterogêneo entre as cidades. Em média, o dia mais

chuvoso de novembro de 2008 representou 10% do volume total de chuvas de outubro a dezembro daquele ano.

Tabela 6.1 - Estatísticas Descritivas do Volume de Chuvas (mm) nos Municípios de Santa Catarina no final de 2008

Variáveis	Obs.	Média	Desv. Pad.	Mín.	Máx.
Nov. de 2008	293	304.16	317.35	97.8	1826.70
Dia mais chuvoso de Nov. de 2008	293	81.99	83.45	22.00	513.00
Total de Outubro a Dezembro de 2008	293	711.29	335.42	156.40	2570.40
Média de Outubro a Dezembro de 2008	293	237.09	111.80	52.13	856.80
Máx Nov./Total Outubro a Dezembro	293	0.09	0.29	0.00	1.00
Nº de dias com chuva em Novembro de 2008	293	13.29	7.16	0.00	29.00

Fonte: Agência Nacional de Águas.

A tabela 6.2 apresenta as estimativas da equação (10) para o ano de 2008. Para todas as medidas de exposição ao desastre o efeito estimado foi negativo e significativo a 1.0%. O efeito observado para a medida de exposição obtida pela razão entre o dia com maior volume de chuva em novembro pelo total acumulado de chuvas entre outubro a dezembro de 2008 aponta para um efeito negativo no PIB per capita ao redor de -6.7%. Os modelos estimados com as demais medidas para capturar a exposição às chuvas também resultaram em estimativas negativas e significativas.

Tabela 6.2 – Efeito das Chuvas sobre o PIB Per capita dos municípios em 2008

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo3	Modelo 4	Modelo 5
(Máx Nov>10% do total) *Período	-0.0672*** (0.0018)				
(Total Nov)*Período		-0.0001*** (0.0002)			
(Máx Nov)*Período			-0.0002** (0.0025)		
(Soma Out. a Nov)*Período				-0.0001** (0.0051)	
(Média Out. a Nov)*Período					-0.0002** (0.0051)
Período	0.1383*** (0.0000)	0.1542*** (0.0000)	0.1507*** (0.0000)	0.1695*** (0.0000)	0.1695*** (0.0000)
Constante	2.6891*** (0.0000)	2.6891*** (0.0000)	2.6891*** (0.0000)	2.6891*** (0.0000)	2.6891*** (0.0000)
Observações	586	586	586	586	586
F	226.4213	231.4323	225.6433	223.9747	223.9747
P Valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Nota: p-valor entre os parênteses. * p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01. Fonte: Elaboração própria.

Já para o ano de 2009 apenas a estimativa da primeira medida adotada para captar a exposição ao desastre foi significativa, a 10.0%. Em municípios cujo dia mais chuvoso de novembro de 2008 o volume de chuvas foi superior a 10.0% do total chovido entre outubro a novembro desse ano, o PIB per capita foi quase 5.0% menor do que seria em

2009, caso as chuvas não tivessem ocorrido no final de 2008. Os coeficientes estimados para as demais medidas não foram significativos (tabela 6.3).

Tabela 6.3 – Efeito das Chuvas sobre o PIB Per capita dos municípios em 2009

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo3	Modelo 4	Modelo 5
Máx Nov>10% do total) *Período	-0.0495*				
	(0.0979)				
(Total Nov)*Período		-0.0000			
		(0.1523)			
(Máx Nov)*Período			-0.0002		
			(0.1180)		
(Soma Out. a Nov)*Período				-0.0000	
				(0.4024)	
(Média Out. a Nov)*Período					-0.0001
					(0.4024)
Período	0.1501***	0.1570***	0.1644***	0.1658***	0.1680***
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
Constante	2.6891***	2.6891***	2.6891***	2.6891***	2.6891***
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
Observações	586	586	586	586	586
F	150.8788	152.6460	151.9386	152.3425	150.5613
P Valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Nota: p-valor entre os parênteses. * p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01. Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a tabela 6.4 apresenta as estimativas para o ano de 2010. Em todos os modelos estimados os coeficientes obtidos foram positivos, porém não significativos.

Tabela 6.4 – Efeito das Chuvas sobre o PIB Per capita dos municípios em 2010

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo3	Modelo 4	Modelo 5
Máx Nov>10% do total) *Período	0.0132				
	(0.6950)				
(Total Nov)*Período		0.0000			
		(0.1386)			
(Máx Nov)*Período			0.0001		
			(0.3790)		
(Soma Out. a Nov)*Período				0.0000	
				(0.1031)	
(Média Out. a Nov)*Período					0.0001
					(0.1031)
Período	0.1511***	0.1525***	0.1396***	0.1451***	0.1195***
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
Constante	2.6891***	2.6891***	2.6891***	2.6891***	2.6891***
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
Observações	586	586	586	586	586
F	121.4032	120.4734	122.3472	121.0418	122.7751
P Valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Nota: p-valor entre os parênteses. * p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01. Fonte: Elaboração própria.

Em geral, os resultados apontam para um efeito negativo mitigado ao longo do tempo nos municípios mais atingidos pelas chuvas. Estas estimativas são distintas das obtidas

pelo método de controle sintético que não apontaram para a recuperação da economia de Santa Catarina em termos de produção industrial.

7 Considerações Finais

Este trabalho procurou contribuir para a literatura da Economia dos Desastres Naturais com mais um estudo que avalia os impactos de uma catástrofe natural. As evidências apontam que, passados mais de dois anos, a produção industrial de SC 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 SC foi, em média, pelo menos 2.0% menor ao que seria na ausência das chuvas. Este resultado é robusto aos testes executados.

A investigação dos efeitos das chuvas no PIB per capita dos municípios de Santa Catarina corrobora em partes o efeito negativo observado nas estimativas do controle sintético. Para os anos de 2008 e 2009 (principalmente para o primeiro) foi constatado efeito negativo das chuvas sobre os municípios mais atingidos, porém em 2010 não há evidências de que o PIB per capita foi menor do que seria caso as chuvas não tivessem ocorrido.

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 SC, 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 SC recuperasse sua pujança econômica, pelo menos a curto prazo e em termos de produção industrial. Entretanto, é importante destacar que essa constatação não permite afirmar que políticas de prevenção são superiores as de auxílio financeiro pós-catástrofe. Não se pode descartar a possibilidade que a política ótima de combate a 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., and 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, Daron; Johnson, Simon; Robinson, James. **The Rise of Europe: Atlantic Trade, Institutional Change and Economic Growth.** American Economic Review, 95(3), p. 546-579, June 2005.

Benson, C. and 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., and T. Khanna. **The Urban Revolution.** Finance & Development: A Quarterly Magazine of the IMF 44(3), 2007.

Cavallo, E., Galiani, S., Noy, I. and 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., and 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., K.A. Borden, C.T. Emrich, and S.L. Cutter. **The Unsustainable Trend of Natural Hazard Losses in the United States.** Sustainability 3: 2157–2181, 2011.

Halliday, T. **Migration, Risk and Liquidity Constrains in El Salvador.** Economic Development and Cultural Changes, vol. 54(4) p.p. 893-925, 2006.

Horwich, A., **Economic Lessos of Kobe Earthquake.** Economic Development and Cultural Change, p.p. 521-542, 2000.

Imberman, S., D. Kugler, A. D., and 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. and Tsutsui, Y. **Unhappiness After Hurricane Katrina. ?** NBER Working Papers 12062, National Bureau of Economic Research, Inc, 2006.

Kousky, Carolyn. 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, July, 2012.

Kunreuther, H. and Pauly, M. **"Rules rather than discretion: Lessons from Hurricane Katrina,"** Journal of Risk and Uncertainty, Springer, vol. 33(1), pages 101-116, September., 2006.

Leiserowitz, A., E. Maibach, C. Roser-Renouf, and J.D. Hmielowski. **Extreme Weather, Climate & 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**. Editora Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

Mel, S., McKenzie, D. and Woodruff, C. **Enterprise recovery following natural disasters**. Policy Research Working Paper Series 5269, The World Bank, 2010.

Miller, S., R. Muir-Wood, and A. Boissonnade. **An Exploration of Trends in Normalized Weather-Related Catastrophe Losses**. In *Climate Extremes and Society*, edited by H. F. Diaz and R. J. Murnane. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 225–247, 2008.

Noy, I. **The macroeconomic consequences of disasters**. *Journal of Development Economics*, Elsevier, vol. 88(2), pages 221-231, March, 2009.

Noy, I., and T.B. Vu. The Economics of Natural Disasters in a Developing Country: The Case of Vietnam. **Journal of Asian Economics** 21: 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., Kabiyan, M. e Silva, C. G. **Análise Estatística de Chuvas Intensas Ocorricas nos Municípios de Blumenal 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. and Yeldan, E. **On the Macroeconomic Impact of The August 1999 Earthquake in Turkey: A first Assessment**. *Applied Economic Letters*, vol. 8, p.p 483-488, 2001.

Silva Dias, M. A. F., Nobre, C., Marengo, J., Rodrigues, M. L. G., Lima, M., e 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**. Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE, 2009 (Estudo / análise de informações), 2009.

Skidmore, M. and Toya, H. **Do natural Disasters Promote the Long Run Growth?** *Economic Inquire*, vol 40(4), p.p. 664-687, 2002.

Toya, H. and Skidmore, M. **Economic development and the impacts of natural disasters**. *Economics Letters*, Elsevier, vol. 94(1), pages 20-25, January, 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.