

# **EFEITO ECONÔMICO DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM SOBRE OS MUNICÍPIOS DE CAUCAIA E SÃO GONÇALO DO AMARANTE: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO GENERALIZADO**

Suely Rocha de Pinho Pessoa – SEFAZ/CE  
Roberto Tatiwa Ferreira – UFC/DEA/CAEN  
Cristiano da Costa da Silva – UFPE

## **RESUMO**

Este artigo avalia o impacto econômico da oferta de uma infraestrutura portuária pública sobre o crescimento econômico local. Utiliza-se o método de controle sintético generalizado para mensurar o efeito causal da instalação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém sobre o crescimento econômico dos municípios de Caucaia-CE e São Gonçalo do Amarante-CE. Os resultados apontam um período de transição do investimento, com o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT) tendo uma trajetória temporal crescente, indicando um ciclo de crescimento virtuoso. As regressões auxiliares sugerem que o efeito sobre o lado privado da economia ocorreu via setor industrial.

Palavras-Chave: Controle Sintético Generalizado, Terminal Portuário, Crescimento Econômico, Indústria.

Código JEL: O18; O25; R11.

## **ABSTRACT**

This paper analyzes the economic impact of the public infrastructure on local economic growth. The generalized synthetic control method is used to measure the causal effect of the construction of the Pecem Industrial and Port Complex on the economic growth of Caucaia and São Gonçalo do Amarante cities. The results suggest that there is a period of investment transition with an increasing path into the average treatment effect on treated (ATT), which suggests a virtuous growth cycle. Auxiliary regressions suggest that the effect on the private side of the economy occurred by way of the industrial sector.

Keywords: Generalized Synthetic Control, Port Terminal, Growth Economics, Industry.  
JEL Code: O18; O25; R11.

# **EFEITO ECONÔMICO DO COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM SOBRE OS MUNICÍPIOS DE CAUCAIA E SÃO GONÇALO DO AMARANTE: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO GENERALIZADO**

## **RESUMO**

Este artigo avalia o impacto econômico da oferta de uma infraestrutura portuária pública sobre o crescimento econômico local. Utiliza-se o método de controle sintético generalizado para mensurar o efeito causal da instalação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém sobre o crescimento econômico dos municípios de Caucaia-CE e São Gonçalo do Amarante-CE. Os resultados apontam um período de transição do investimento, com o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT) tendo uma trajetória temporal crescente, indicando um ciclo de crescimento virtuoso. As regressões auxiliares sugerem que o efeito sobre o lado privado da economia ocorreu via setor industrial.

Palavras-Chave: Controle Sintético Generalizado, Terminal Portuário, Crescimento Econômico, Indústria.

Código JEL: O18; O25; R11.

## **ABSTRACT**

This paper analyzes the economic impact of the public infrastructure on local economic growth. The generalized synthetic control method is used to measure the causal effect of the construction of the Pecem Industrial and Port Complex on the economic growth of Caucaia and São Gonçalo do Amarante cities. The results suggest that there is a period of investment transition with an increasing path into the average treatment effect on treated (ATT), which suggests a virtuous growth cycle. Auxiliary regressions suggest that the effect on the private side of the economy occurred by way of the industrial sector.

Keywords: Generalized Synthetic Control, Port Terminal, Growth Economics, Industry.

JEL Code: O18; O25; R11.

## 1 INTRODUÇÃO

A análise dos efeitos das despesas públicas em infraestrutura sobre o investimento privado e, conseqüentemente, sobre o crescimento econômico ganhou espaço na literatura com uma série de estudos que investigaram a relação entre os investimentos em capital público e a produtividade da economia americana (ASCHAUER, 1989; MUNNEL, 1990; EASTERLY e REBELO, 1993). Na mesma época, em linha com os estudos empíricos, o papel da infraestrutura pública foi delineado em modelos de crescimento econômico endógeno. (BARRO, 1990; BARRO e SALA-I-MARTIN, 1991; FISHER e TURNOVSKY, 1998).

A escassez de capital público, que gera um efeito congestionamento nos serviços de infraestrutura pública disponível (MUSSOLINI e TELLES, 2010), principalmente as limitações e deficiências no setor de portos e aeroportos, é uma das principais hipóteses apontada como causa do declínio da produtividade total dos fatores (PTF) no Brasil que ocorre desde a década de 1980, refletindo-se diretamente sobre a capacidade de crescimento econômico nacional.

A infraestrutura portuária, objeto de análise deste estudo, está diretamente relacionada ao nível de competitividade da economia local no contexto de comércio internacional, sendo um importante fator na determinação dos preços de equilíbrio dos produtos nacionais no exterior. Nesse sentido, o baixo nível de eficiência dos portos brasileiros acentua o chamado “Custo Brasil”, que reflete o impacto da baixa qualidade dos serviços de capital público sobre as condições de comercialização global dos bens produzidos internamente (FALCÃO e CORREIA, 2012).

Do ponto de vista regional, os portos são considerados vetores de desenvolvimento socioeconômico local, uma vez que permitem o escoamento de bens e mercadorias e impactam a disponibilidade de insumos e bens de capital necessários ao desenvolvimento da atividade econômica local. Com base na teoria de economia regional, um terminal portuário eficiente permite a instalação de aglomerações produtivas, gerando efeitos encadeados para frente e para trás e *spillovers* de crescimento, via aumento de produtividade gerado pela interação entre os diversos agentes econômicos.

Na perspectiva do fluxo circular da renda, a movimentação econômica e o conseqüente aumento na renda e no emprego elevam a demanda por bens e serviços na região, afetando diretamente o consumo das famílias e gerando uma pressão de oferta para o setor de comércio e serviços.

Como programa de desenvolvimento regional, na década de 1990, o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), localizado nos municípios de São Gonçalo do Amarante-CE e Caucaia-CE, foi concebido com o objetivo de fortalecer o parque industrial do Estado do Ceará, por meio da atração de indústrias de base e desenvolvimento de cadeias produtivas completas, visando a geração de emprego e renda (RODRIGUES e SOUSA FILHO, 2007).

Atualmente, o CIPP é constituído pelo Terminal Portuário do Pecém, pela Zona Industrial Adjacente e por uma Zona de Processamento de Exportação. O Terminal Portuário foi inaugurado em março de 2002 e tem apresentado uma trajetória crescente de movimentação de cargas, figurando como o terceiro maior porto do Nordeste (18,1 milhões de toneladas movimentadas em 2019). Na área industrial, instalaram-se indústrias de cimento, termoelétricas de carvão e de gás natural, empresas produtoras de pás eólicas e aerogeradores, do setor metalmeccânica, produtores de pré-moldados, entre outras. Na Zona de Processamento de Exportação do Ceará, estão instaladas quatro empresas, uma das quais é a Companhia Siderúrgica do Pecém - CSP.

Considerando que os investimentos na construção do Terminal Portuário e da infraestrutura pública da área industrial do Complexo foram realizados com o propósito de

desenvolver uma região defasada do ponto de vista econômico, é imprescindível investigar se a política alcançou o resultado esperado.

Além disso, na literatura nacional, não foram encontrados estudos que investigam, como faz este artigo, especificamente a hipótese de que a provisão de uma infraestrutura portuária causa um efeito positivo sobre a tendência de crescimento econômico local.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar se a implantação do CIPP afetou a trajetória de crescimento do aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante. Para tanto, utiliza-se o Modelo de Controle Sintético Generalizado, que permite construir uma trajetória contrafactual do PIB *per capita* caso a intervenção (Instalação do CIPP) não houvesse ocorrido para compará-la com a trajetória real do PIB *per capita*.

Além desta introdução, o artigo é composto por mais cinco seções. Na seção seguinte, descreve-se o processo de construção do CIPP. Na terceira seção, apresenta-se uma breve revisão da literatura que relaciona infraestrutura pública e crescimento. Na quarta seção, são apresentadas a metodologia e a amostra de dados. Os resultados são discutidos na quinta seção. Por fim, a última seção apresenta as considerações finais.

## 2 COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM - CIPP

Na década de 1990, o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) foi desenhado como um programa de desenvolvimento regional, que objetivava atrair indústrias de base (Refinaria e Siderurgia) para o Ceará e desenvolver cadeias produtivas completas, para geração de emprego e renda (RODRIGUES e SOUSA FILHO, 2007).

Os estudos técnicos na costa cearense indicaram a região litorânea do Pecém como a mais adequada às características de implantação do Complexo Industrial e Portuário. A região era ideal para a construção de um porto industrial *off shore* devido às grandes profundidades naturais próximas à costa e à ampla retroárea disponível para o desenvolvimento das indústrias (RODRIGUES e SOUSA FILHO, 2007).

Nesse contexto, em 22 de dezembro de 1995, por meio da Lei Estadual nº 12.536, foi criada a Companhia de Integração Portuária do Ceará (CEARÁPORTOS), uma empresa de economia mista, com o objetivo de construir, reformar, ampliar, arrendar e explorar as instalações portuárias do Pecém. A Secretaria do Desenvolvimento Econômico, por sua vez, ficou responsável pelos negócios industriais do Complexo.

Em 2017, por meio da Lei Estadual nº 16.372, a CEARÁPORTOS transformou-se na Companhia de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP S.A), com o objeto social ampliado para administrar, desenvolver e explorar comercialmente, além do Terminal Portuário do Pecém, a Área Industrial Adjacente e a Zona de Processamento de Exportação do Ceará.

Um breve histórico do processo de construção e desenvolvimento do CIPP está apresentado na Quadro 1. O CIPP está localizado nos municípios de São Gonçalo do Amarante-CE e Caucaia-CE, abrangendo uma área total de 13.337,00 hectares. Nessa área, estão instalados o Terminal Portuário e indústrias de cimento, termoelétricas, uma siderúrgica, empresas produtoras de pré-moldados, de tubos de aço, de pás eólicas e aerogeradores, entre outras.

O Terminal Portuário do Pecém encontra-se a 60 km da capital Fortaleza e suas principais vias de acesso terrestre são as rodovias CE-085 e BR-222. Além disso, o Porto tem uma posição estratégica por estar próximo às principais linhas de navegação conectando o Ceará aos principais mercados consumidores mundiais.

Ressalta-se que o Complexo ainda tem muito potencial para ser desenvolvido, uma vez que há pelo menos 3.613,30 hectares de área disponível para o desenvolvimento de atividades industriais (Lei Estadual nº 16.564/2018).

Quadro 1

**Histórico do Complexo Industrial e Portuário do Pecém**

Ano	Descrição
1995	Levantamentos ecobatimétricos na costa do Ceará e concepção do CIPP.
1996	Início das obras.
1998	Conclusão das obras da rodovia de acesso.
1999	Conclusão da Ponte de Acesso e do Píer 1 do Terminal e do Sistema Elétrico do CIPP.
2000	Conclusão das obras do Píer 2
2001	Conclusão do Quebra-mar; assinatura do Contrato de Adesão com o Ministério dos Transportes; e início das operações comerciais do Terminal.
2002	Inauguração Oficial e Alfandegamento do Terminal.
2008	Início da Obra da 1ª Expansão do Terminal.
2011	Conclusão da 1ª Expansão do Terminal.
2013	Conclusão da ZPE e Início da 2ª Expansão do Terminal.
2016	Início das Operações da CSP.
2017	Criação da CIPP S.A.
2018	Parceria com o Porto de Roterdã.

Fonte: **Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP)**.

Considerando as características e a forma como o Complexo Industrial e Portuário do Pecém foi concebido, espera-se que sua Área de Influência Direta, isto é, São Gonçalo do Amarante e Caucaia, tenha sido impactada positivamente quanto ao desenvolvimento de atividades produtivas locais e de atração de mão de obra qualificada. Nesse ambiente, há maior demanda por infraestrutura e serviços públicos que garantam as condições adequadas à dinamização da economia local, promovendo em último estágio uma trajetória de crescimento econômico sustentável a médio e longo prazos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Oferta de Infraestrutura Física Pública e Atividade Econômica

A oferta adequada de infraestrutura pública, em conjunto com o capital humano, a qualidade das instituições e um ambiente regulatório eficiente e transparente, é fundamental para o crescimento econômico e aumento da produtividade local.

Um dos estudos pioneiros da área é o de Aschauer (1989), o qual avaliou a importância relativa dos investimentos em *core infrastructure* (provisão de malha rodoviária, aeroportos, rede de gás e eletricidade, portos, transporte público, sistema de água e esgoto) sobre a produtividade da economia dos Estados Unidos no período de 1949 a 1985. O autor evidenciou que os investimentos em infraestrutura pública causam efeitos positivos sobre a taxa de crescimento da produtividade da economia.

No contexto nacional, os estudos de Ferreira (1996), Ferreira e Malliagos (1998) e Rigolon (1998) são pioneiros e confirmam a hipótese de que a provisão de infraestrutura física pública causa impacto positivo sobre a produtividade dos fatores e sobre o crescimento econômico, sugerindo que a qualidade dos serviços públicos amplia a produtividade do setor privado ao reduzir os custos intermediários de produção.

A existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo entre a medida de infraestrutura pública e a produtividade total dos fatores da economia brasileira no período de 1950 a 2000 é confirmada por Mussolini e Teles (2010). Em termos de causalidade, a análise

de curto prazo sugere que o baixo estoque de capital público gera congestionamentos na atividade produtiva e uma baixa eficiência do setor privado.

Oliveira e Teixeira (2009), por sua vez, destacam um efeito secundário da oferta de infraestrutura física sobre a economia. Ao reduzir os custos de produção e elevar os níveis de lucro do setor privado em decorrência da melhora na produtividade dos fatores, a oferta de infraestrutura pública incentiva a ampliação do capital privado na economia, impulsionando o crescimento econômico.

Sob um outro aspecto, Cruz *et al.* (2010) demonstrou que o aumento da oferta de infraestrutura física e do estoque de capital humano afeta positivamente o crescimento econômico, e possui uma relação inversa com a taxa de pobreza do País. Dessa forma, os autores sugerem que as restrições observadas em termos de oferta de infraestrutura afetam diretamente a capacidade econômica das regiões mais pobres do Brasil.

Avaliando os investimentos do setor de transporte, Bertussi e Ellery Junior (2012) reportaram evidências empíricas análogas ao de Cruz *et al.* (2010). Com base em um painel dos estados brasileiros no período de 1986 a 2007, os autores verificaram que os gastos em transporte causam impacto positivo sobre a taxa de crescimento do PIB, com efeito mais intensivo sobre as regiões mais pobres (Norte, Nordeste e Centro-Oeste).

É importante ressaltar que não foram encontrados estudos no contexto nacional que investigam estritamente a hipótese de que a provisão de uma infraestrutura portuária causa um efeito positivo sobre a tendência de crescimento econômico e de produtividade dos fatores locais. A literatura nacional vem centrando atenção sobre a qualidade do serviço portuário e os custos decorrentes, em termos de cargas e fretes e da ineficiência gerencial presente nos terminais portuários nacionais.

Nessa linha, Menegazzo e Petterini (2018) utilizaram a metodologia de controle sintético para avaliar o efeito do Programa Nacional de Dragagem (PND) sobre a movimentação de cargas de treze portos brasileiros. Os autores constataram que somente quatro portos tratados apresentaram ganhos de eficiência na movimentação de cargas (Aratu, Fortaleza, Rio Grande e São Francisco do Sul) e que, do ponto de vista monetário, os ganhos adicionais são incapazes de cobrir os custos do PND (R\$ 1,1 bilhão).

Em termos específicos, um terminal portuário oferta serviço de intermediação para empresas exportadoras, ampliando a competitividade dos produtos locais no setor externo. Do ponto de vista da demanda, o porto reduz o custo de transação e amplia as possibilidades de consumo de bens de capital e demais insumos, reduzindo os custos relacionados à produção. Dessa forma, a análise de impacto da oferta de uma infraestrutura portuária sobre a cadeia econômica local é de fundamental importância para o processo de planejamento e monitoramento de tais investimentos.

Neste sentido, este artigo pretende avaliar o impacto da implementação do CIPP sobre a economia do aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante em termos de produção, geração de empregos e investimentos do setor privado.

### **3.2 Oferta de Infraestrutura Pública sob a Ótica da Economia Regional**

O padrão assimétrico de desenvolvimento econômico das economias desenvolvidas e subdesenvolvidas ao longo do século XX suscitou uma série de objeções às teorias clássicas de crescimento econômico, que postulavam a convergência de renda entre as economias no longo prazo. Na prática, a análise dos indicadores de desenvolvimento e crescimento econômico mostrava uma tendência de alargamento na diferença de produtividade e qualidade de vida entre os países mais ricos e mais pobres.

Nessa conjuntura, surge uma série de teorias que embasam a área de economia regional, com o intuito de detectar as causas da deterioração dos indicadores socioeconômicos de regiões subdesenvolvidas, modelando as heterogeneidades observadas entre as regiões (MYRDAL, 1972; PERROUX, 1977).

Perroux (1977) indica que o crescimento econômico se dá de maneira disforme entre as unidades locais, a partir de inovações produtivas impulsionadas por indústrias líderes, que geram efeitos espalhamentos a partir de um processo de interdependência interregional.

Nesse sentido, o Estado tem um papel central para o crescimento econômico local, uma vez que é responsável por induzir o desenvolvimento de regiões periféricas, por meio de investimento direto em infraestrutura social e física (HIRSCHMAN, 1958).

Nessa linha, a oferta de infraestrutura pública em regiões menos desenvolvidas tende a gerar externalidades positivas na economia local e na sua vizinhança (MYRDAL, 1972). Essas externalidades são geradas a partir de efeitos encadeados para trás e para frente, em virtude do aumento da demanda por insumos, choques de produtividade com base na transferência de tecnologia dada pela aglomeração produtiva e aumento da competitividade dos setores alocados no “polo de crescimento econômico”.

### **3.3 Mensuração do Efeito Médio do Tratamento a partir do Método de Controle Sintético e Controle Sintético Generalizado**

Ao se planejar uma política econômica ou qualquer intervenção do Governo na economia, é importante avaliar se a política é capaz de gerar o efeito desejado. Para isso, pode-se utilizar técnicas de avaliação econométrica que permitem comparar unidades econômicas que receberam a política, o grupo de tratados, com unidades que não receberam o tratamento, o grupo de controle. Outra possibilidade é comparar as unidades antes e depois da implantação da política.

O Método de Controle Sintético é uma técnica muito utilizada para mensurar o Efeito Médio de Tratamento. Esse método compara a evolução das unidades econômicas tratadas pela política com a evolução de uma unidade sintética, o contrafactual, que estima como seria o comportamento da unidade tratada sem o tratamento.

Há vários estudos que utilizaram essa técnica com diferentes objetivos. No contexto nacional, Ribeiro *et al.* (2014) investigou os impactos das enchentes sobre a atividade industrial em Santa Catarina, utilizando uma amostra de 12 estados para a construção do contrafactual.

Halmenschlager *et al.* (2018) também avaliou o custo econômico do excesso de chuvas sobre municípios da região serrana do Rio de Janeiro, usando o Método de Controle Sintético de Abadie e Gardeazabal (2003), acrescido da generalização para múltiplos tratamentos proposto por Cavallo *et al.* (2013).

Há também aplicações do método para avaliar o papel das instituições sobre o desempenho socioeconômico dos países. Ribeiro *et al.* (2013) investigou o impacto da revolução cubana sobre a atividade econômica do país no período de 1960-1974. Na mesma linha, a administração de Hugo Chavez e seus efeitos sobre o cenário socioeconômico venezuelano foram estudados por Grier e Maynard (2016). Billmeier e Nannicini (2013), por sua vez, avaliaram as políticas de liberalização econômica ao redor do mundo.

Em uma linha semelhante à proposta deste artigo, alguns estudos vêm sendo desenvolvidos na área de avaliação de políticas públicas. Um exemplo é o estudo de Silva *et al.* (2018), que avalia o impacto do Fundo Estadual de Combate à Pobreza (FECOP) do Estado do Ceará sobre a redução da pobreza dos residentes, utilizando o Método de Controle Sintético Generalizado proposto por Xu (2017).

## 4 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

### 4.1 Modelo de Controle Sintético Generalizado

A literatura econômica tem aplicado uma gama de métodos para a avaliação de impacto de políticas públicas com desenhos não experimentais, quando a seleção das unidades tratadas não é uma variável aleatória. Em especial, o estimador das diferenças em diferenças (DD) e o método de controle sintético (ABADIE *et al.*, 2010) são amplamente utilizados para identificar o efeito causal de uma dada intervenção.

O estimador DD, entretanto, não garante a hipótese de tendências paralelas no período pré-tratamento. O método de controle sintético, por sua vez, é apropriado ao caso de uma única unidade tratada, mas não há testes de significância robustos sobre os parâmetros estimados (XU, 2017).

Sendo assim, neste artigo, será utilizado o método de controle sintético generalizado (CSG) proposto por Xu (2017), que faz a junção do método de controle sintético com modelos lineares de efeito fixo.

Inicialmente, o método de CSG estima o modelo de efeito fixos iterativos, proposto por Bai (2009), somente para as unidades de controle com a finalidade de obter um número fixo de fatores latentes para controlar potenciais heterogeneidades temporais não observadas. Em seguida, estima-se os *loadings* dos fatores para cada unidade tratada ao realizar a projeção linear dos resultados pré-tratamento sobre o espaço gerado por esses fatores. Por fim, a trajetória contrafactual é construída com base nos fatores estimados e nos *loadings* dos fatores. No modelo CSG, a ponderação das unidades de controle na construção da trajetória contrafactual é incorporada a partir das cargas fatoriais.

Assuma  $Y_{it}$  como o resultado de interesse da unidade  $i$  no período  $t$  e denote por  $\mathcal{T}$  o conjunto de unidades em tratamento e por  $\mathcal{C}$  o grupo de controle. Seja  $N = N_{Tr} + N_{Co}$  o total de unidades observadas, onde  $N_{Tr}$  e  $N_{Co}$  representam o número de unidades no conjunto de tratamento e de controle, respectivamente. Suponha que todas as unidades são observadas ao longo de  $T = (1, 2, \dots, T_0, T_0 + 1, \dots, T)$  períodos, no qual  $T_0$  indica a data da intervenção, existindo  $q = T - T_0$  períodos subsequentes.

Assuma, ainda, que o modelo proposto possui a seguinte forma funcional:

$$Y_{it} = \delta_{it}D_{it} + x'_{it}\beta + \lambda'_if_t + \epsilon_{it} \quad (1)$$

onde  $D_{it}$  é igual a 1 se a unidade  $i$  foi exposta ao tratamento e se  $t > T_0$ , e igual a 0 caso contrário.  $\delta_{it}$  denota o efeito do tratamento sobre a unidade  $i$  no período  $t$ ;  $x_{it(k \times 1)}$  é um vetor de covariadas;  $\beta = [\beta_1, \dots, \beta_k]'$  é um vetor de parâmetros desconhecidos;  $f_t = [f_{1t}, \dots, f_{rt}]'$  é um vetor de fatores comuns não observáveis;  $\lambda_i = [\lambda_{i1}, \dots, \lambda_{ir}]'$  é um vetor com as cargas fatoriais; e  $\epsilon_{it}$  representa o choque idiossincrático de média zero não observável para a unidade  $i$  no período  $t$ . Note que a equação (1) supõe que as unidades de controle e de tratamento são expostas ao mesmo conjunto de fatores latentes, que são fixos ao longo do tempo.

Os componentes relativos aos fatores no modelo, responsáveis por capturar a presença de heterogeneidades não observadas, são restritos a uma forma linear e aditiva por hipótese, de forma que:

$$\lambda'_if_t = \lambda_{i1}f_{1t} + \lambda_{i2}f_{2t} + \dots + \lambda_{ir}f_{rt} \quad (2)$$

Sejam  $Y_{it}(1)$  e  $Y_{it}(0)$  os resultados potenciais para o indivíduo  $i$  no período  $t$  quando  $D_{it} = 1$  ou  $D_{it} = 0$ , respectivamente, tem-se:

$$Y_{it}(1) = \delta_{it} + x'_{it}\beta + \lambda'_if_t + \epsilon_{it} \quad (3)$$

$$Y_{it}(0) = x'_{it}\beta + \lambda'_if_t + \epsilon_{it} \quad (4)$$

de modo que:

$$Y_{it}(1) - Y_{it}(0) = \delta_{it} \quad (5)$$

A diferença  $Y_{it}(1) - Y_{it}(0)$  denota o efeito individual do tratamento sobre a unidade tratada  $i$  no período  $t$ , com  $i \in \mathcal{T}$  e  $t = T_0 + 1, T_0 + 2, \dots, T$ .

Reescrevendo a equação (1), o processo gerador de dados é dado por:

$$Y_i = D_i \circ \delta_i + X_i \beta + F \lambda_i + \epsilon_i, \quad i \in 1, 2, \dots, N_{co}, N_{co} + 1, \dots, N \quad (6)$$

onde  $Y_i = [Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{iT}]'$ ,  $D_i = [D_{i1}, D_{i2}, \dots, D_{iT}]'$ ,  $\delta_i = [\delta_{i1}, \delta_{i2}, \dots, \delta_{iT}]'$  e  $\epsilon_i = [\epsilon_{i1}, \epsilon_{i2}, \dots, \epsilon_{iT}]'$  são vetores  $(T \times 1)$ ;  $X_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iT}]'$  é uma matriz  $(T \times k)$ ; e  $F = [f_1, f_2, \dots, f_T]'$  é uma matriz  $(T \times r)$ . As unidades de controle e de tratamento são denotas por 1 a  $N_{co}$  e por  $N_{co} + 1$  a  $N$ , respectivamente.

O processo gerador de dados de uma unidade de controle pode ser expresso por  $Y_i = X_i \beta + F \lambda_i + \epsilon_i$ ,  $i \in 1, 2, \dots, N_{co}$ . Empilhando as unidades de controle, tem-se:

$$Y_{co} = X_{co} \beta + F \Lambda_{co}' + \epsilon_{co} \quad (7)$$

Em que  $Y_{co} = [Y_1, Y_2, \dots, Y_{N_{co}}]$  e  $\epsilon_{co} = [\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_{N_{co}}]$  são matrizes  $(T \times N_{co})$ ;  $X_{co}$  é uma matriz tridimensional  $(T \times N_{co} \times p)$ ; e  $\Lambda_{co} = [\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{N_{co}}]'$  é uma matriz  $(N_{co} \times r)$ . Portanto,  $X_{co} \beta$  e  $F \Lambda_{co}'$  são matrizes  $(T \times N_{co})$ .

A identificação de  $\beta$ ,  $F$  e  $\Lambda_{co}$  exige algumas restrições. Os fatores e as cargas fatoriais devem ser normalizados,  $F'F/T = I_r$ , e ortogonais entre si,  $\Lambda_{co}' \Lambda_{co} = D$  em que  $D$  é uma matriz diagonal (BAI, 2009).

O número de fatores é determinado por validação cruzada. Os detalhes desse algoritmo e as hipóteses adicionais de exogeneidade estrita, correlação entre os termos de erro, independência e homocedasticidade dos choques idiossincráticos e condições de convergência podem ser encontrados em Xu (2017).

O estimador CSG para o efeito médio do tratamento sobre as unidades tratadas (ATT) é dado pela diferença entre o resultado observado e o resultado contrafactual estimado ( $\hat{\delta}_{it} = Y_{it}(1) - \hat{Y}_{it}(0)$ ), onde  $\hat{Y}_{it}(0)$  é estimado em três etapas:

Etapla 1: Estima-se o modelo de efeitos fixos iterativos usando somente a subamostra do grupo de controle a fim de obter  $\hat{\beta}$ ,  $\hat{F}$  e  $\hat{\Lambda}_{co}$ :

$$\begin{aligned} (\hat{\beta}, \hat{F}, \hat{\Lambda}_{co}) &= \underset{\hat{\beta}, \hat{F}, \hat{\Lambda}_{co}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i \in \mathcal{C}} (Y_i - X_i \tilde{\beta} - \tilde{F} \tilde{\lambda}_i)(Y_i - X_i \tilde{\beta} - \tilde{F} \tilde{\lambda}_i) \\ \text{s. t. } &\tilde{F}' \tilde{F} / T = I_r \quad \text{e} \quad \tilde{\Lambda}_{co}' \tilde{\Lambda}_{co} = \text{diagonal} \end{aligned} \quad (8)$$

Etapla 2: Estimam-se as cargas fatoriais para cada unidade tratada minimizando o erro quadrático médio dos resultados tratados previstos no período pré-tratamento:

$$\begin{aligned} \hat{\lambda}_i &= \underset{\hat{\lambda}_i}{\operatorname{argmin}} (Y_i^0 - X_i^0 \hat{\beta} - \hat{F}^0 \tilde{\lambda}_i)(Y_i^0 - X_i^0 \hat{\beta} - \hat{F}^0 \tilde{\lambda}_i) \\ &= (\hat{F}^{0'} \hat{F}^0)^{-1} \hat{F}^{0'} (Y_i^0 - X_i^0 \hat{\beta}), \quad i \in \mathcal{T} \end{aligned} \quad (9)$$

em que  $\hat{\beta}$  e  $\hat{F}$  são estimados na Etapa 1 e o sobrescrito “0” denota o período pré-tratamento. Etapa 3: Calcula-se o valor contrafactual para as unidades tratadas baseado em  $\hat{\beta}$ ,  $\hat{F}$  e  $\hat{\lambda}_i$ :

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{it}(0) &= x'_{it}\hat{\beta} + \hat{\lambda}_i'\hat{f}_t \quad i \\ &= (\hat{F}^{0'}\hat{F}^0)^{-1}\hat{F}^{0'}(Y_i^0 - X_i^0\hat{\beta}), \quad i \in \mathcal{J}, t > T_0\end{aligned}\quad (10)$$

O efeito médio do tratamento sobre as unidades tratadas (ATT) no período  $t$  ( $t > T_0$ ) é dado por:

$$ATT_{t,t>T_0} = \frac{1}{N_{tr}} \sum_{i \in \mathcal{J}} [Y_{it}(1) - Y_{it}(0)] = \frac{1}{N_{tr}} \sum_{i \in \mathcal{J}} \delta_{it} \quad (11)$$

Por fim, utiliza-se um procedimento paramétrico via *bootstrap* para estimar a variância condicional do estimador ATT e realizar a inferência estatística sobre os parâmetros estimados.

## 4.2 Base de Dados

O método de CSG exige a construção de um painel com informações anteriores e posteriores ao período de tratamento, e acompanhamento da variável de resultado e das covariadas utilizadas para controlar os efeitos estruturais e conjunturais. Tal necessidade restringe o espaço de variáveis de controle a serem adotadas.

Dessa forma, para proceder com o exercício empírico, construiu-se um painel de dados dos 184 municípios do Ceará para o período de 1999 a 2012, com periodicidade anual. Justifica-se o corte temporal adotado pelo início das operações da Zona de Processamento de Exportação (ZPE) do Ceará em agosto de 2013.

Considerando o alto grau de mobilidade da mão de obra e dos fatores de produção na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), é bastante provável que o CIPP tenha desencadeado uma série de efeitos indiretos sobre os demais municípios da RMF. Dessa forma, no intuito de dar robustez aos resultados, o impacto do CIPP sobre o aglomerado Caucaia e São Gonçalo do Amarante (Grupo TRATADOS) será estimado considerando dois grupos de controle: (1) todos os municípios do Ceará excluindo os dois municípios tratados; e (2) todos os municípios do Ceará excluindo os municípios que compõem a RMF (Grupo OUTROS).

Os indicadores foram extraídos das bases de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do IPEADATA e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), elaborada pelo Ministério da Economia.

Os modelos serão estimados considerando separadamente as seguintes variáveis dependentes: (1) Produto Interno Bruto Municipal (PIB); (2) Valor Adicionado Bruto da Indústria (VAB Indústria); e (3) Valor Adicionado Bruto dos Serviços (VAB Serviços). As séries foram transformadas em termos *per capita*, e os valores foram ajustados pelo deflator implícito do PIB a preços de 2010.

O grupo de covariadas é definido em termos totais e dos setores industrial e de serviços. Para a estimação dos modelos, foram consideradas as seguintes variáveis: estoque de emprego formal (EMP, EMP\_IND e EMP\_SERV), número de estabelecimentos formais (EST, EST\_IND, EST\_SERV) e remuneração média<sup>1</sup> (SAL, SAL\_IND, SAL\_SERV). Para o cálculo

<sup>1</sup> Deflacionada pelo deflator implícito do PIB a preços de 2010.

das variáveis em termos *per capita*, considerou-se a população estimada pelo Tribunal de Contas da União (TCU).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Análise Descritiva

Os investimentos numa obra de infraestrutura como a do CIPP podem exercer efeitos positivos sobre o desenvolvimento local a partir de múltiplos canais: (1) inicialmente, um complexo portuário promove a elevação da demanda por bens e serviços na economia local, ampliando a base de empregos e o PIB municipal; (2) as oportunidades de novos negócios em nível regional e internacional exercem atração de investimento direto estrangeiro, dinamizando a economia interna e o número de estabelecimentos; e (3) a concentração de atividades econômicas e a aglomeração de capital humano induzem ganhos de produtividade, elevando o salário e a renda média dos habitantes (CICCONE E HALL, 1996).

As repercussões econômicas desses múltiplos canais serão destacadas nas estatísticas descritivas apresentadas a seguir para o período anterior e posterior à inauguração do CIPP, considerando o grupo de municípios tratados (Caucaia e São Gonçalo), o grupo RMF (municípios da Região Metropolitana de Fortaleza, exclusive São Gonçalo do Amarante e Caucaia) e o grupo OUTROS (todos os municípios do Ceará, exclusive os municípios da Região Metropolitana de Fortaleza).

A TABELA 1 reporta a dinâmica do PIB real *per capita* dos três grupos em análise no período de 1999 a 2012. Destaca-se a inversão na trajetória de crescimento do PIB real *per capita* dos municípios tratados no período pós inauguração do CIPP. Além disso, entre 2002 e 2012, observa-se que os municípios tratados apresentaram uma acentuada taxa de crescimento do PIB real *per capita* (294,50%), enquanto os municípios dos grupos RMF e OUTROS cresceram a uma taxa bem menor.

Considerando o município de Fortaleza como *benchmarking*, na Tabela 2, verifica-se que, em 1999, o PIB real *per capita* dos municípios tratados era inferior à metade do PIB real *per capita* da capital cearense. No *ranking* do PIB real *per capita* dos 184 municípios cearenses, Caucaia ocupava a 18ª posição e São Gonçalo do Amarante, a 38ª colocação.

TABELA 1  
Taxa de crescimento (%) do PIB real *per capita*

Grupos	1999/2002	2002/2006	2006/2012	2002/2012	Média Anual (02/12)
<b>TRATADOS</b>	-5,96%	125,23%	75,15%	294,50%	13,72%
<b>RMF</b>	1,13%	-1,64%	11,33%	9,50%	0,91%
<b>OUTROS</b>	3,47%	11,87%	9,45%	22,45%	2,02%

Fonte: Elaboração própria.

Analisando o período pré-conclusão do CIPP (1999/2002), pode-se inferir que o processo de construção do Terminal Portuário do Pecém não impulsionou o PIB real *per capita* de São Gonçalo do Amarante e Caucaia, na medida em que esses municípios perderam posições no *ranking* do Estado do Ceará e apresentaram taxa de crescimento anual média negativa ou próxima de zero.

Por outro lado, no período posterior à conclusão das obras do CIPP (pós-2002), os dois municípios tratados apresentaram bons desempenhos de crescimento econômico.

De 2002 a 2006, São Gonçalo do Amarante experimentou uma taxa de crescimento médio de 40,98% ao ano. Em termos reais, o PIB *per capita* do município saltou de R\$ 3.817,85 para R\$ 15.082,04, o que representa um crescimento de 295% em 4 anos, e o município tornou-se o 4º maior do Estado em termos de PIB *per capita*. No horizonte de médio prazo (2006 a

2012), o município cresceu a uma taxa menor, mas manteve a tendência de crescimento superior a dos demais municípios e se tornou o maior PIB real *per capita* do Ceará.

TABELA 2  
Taxa de crescimento (%) e *Ranking* do PIB real *per capita*

	1999	2002	2006	2012	Média Anual (99/02)	Média Anual (02/06)	Média Anual (06/12)
<b>SGA</b>	R\$ 4.467,46 (38º)	R\$ 3.817,85 (60º)	R\$ 15.082,04 (4º)	R\$ 27.279,61 (1º)	-5,10%	40,98%	10,38%
<b>Caucaia</b>	R\$ 5.395,35 (18º)	R\$ 5.455,35 (22º)	R\$ 5.806,59 (24º)	R\$ 9.306,49 (11º)	0,37%	1,57%	8,18%
<b>Fortaleza</b>	R\$ 11.786,15 (5º)	R\$ 12.279,44 (4º)	R\$ 12.447,47 (5º)	R\$ 14.847,04 (4º)	1,38%	0,34%	2,98%

Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, no período posterior à conclusão das obras do CIPP (pós-2002), os dois municípios tratados apresentaram bons desempenhos de crescimento econômico.

De 2002 a 2006, São Gonçalo do Amarante experimentou uma taxa de crescimento médio de 40,98% ao ano. Em termos reais, o PIB *per capita* do município saltou de R\$ 3.817,85 para R\$ 15.082,04, o que representa um crescimento de 295% em 4 anos, e o município tornou-se o 4º maior do Estado em termos de PIB *per capita*. No horizonte de médio prazo (2006 a 2012), o município cresceu a uma taxa menor, mas manteve a tendência de crescimento superior a dos demais municípios e se tornou o maior PIB real *per capita* do Ceará.

O crescimento da economia de Caucaia apresentou uma trajetória distinta da observada em São Gonçalo do Amarante, uma vez que o PIB real *per capita* cresceu de maneira mais intensa entre 2006 e 2012 (8,18% a.a) e de forma menos acentuada no período de 2002 a 2006 (1,57% a.a). O município avançou da 18ª para a 11ª posição no *ranking* estadual de PIB *per capita* entre 1999 e 2012.

Uma vez que o CIPP foi concebido com o intuito de promover o desenvolvimento de atividades industriais no Ceará, a efetividade de sua implantação pode ser analisada a partir do valor agregado e da criação de empreendimentos e de empregos no setor industrial.

Na TABELA 3, observa-se que a dinâmica dos municípios cearenses ao longo dos dez anos após a inauguração do Terminal Portuário do Pecém confirma a capacidade de atração de empreendimentos industriais na aglomeração Caucaia/São Gonçalo do Amarante. Nesses municípios, o VAB Industrial real *per capita* médio avançou 252,11% no período pós-tratamento, enquanto a taxa de crescimento observada no Grupo RMF foi negativa e no Grupo OUTROS foi de apenas 38,52%.

TABELA 3  
Valor Adicionado Bruto (VAB), Número de Estabelecimentos (EST) e Número de Empregos Formais (VINC) no Setor Industrial

Grupo	Variáveis	2002	2012	2002/2012
<b>TRATADOS</b>	VAB IND	878,70	3.094,00	252,11%
	EST IND	124,00	308,50	148,79%
	VINC IND	2.521,00	6.494,00	157,60%
<b>RMF</b>	VAB IND	3.084,00	2.881,00	-6,58%
	EST IND	423,90	764,80	80,42%
	VINC IND	8.394,00	15.152,00	80,51%
<b>OUTROS</b>	VAB IND	483,10	669,20	38,52%
	EST IND	15,83	25,81	63,04%
	VINC IND	319,90	568,10	77,59%

Fonte: Elaboração própria.

O avanço no VAB Industrial dos municípios tratados é explicado tanto pelo crescimento da quantidade de empreendimentos (148,79%) quanto pela expansão do emprego formal no setor industrial (157,60%). Essa expansão linear no número de firmas e de vínculos empregatícios no setor industrial é uma resposta importante para a dinamização das economias locais. Isso porque o aumento da renda gerada pelo setor industrial promove a expansão na demanda também por serviços, gerando um círculo virtuoso de crescimento econômico.

Em relação ao setor de serviços, na TABELA 4, observa-se também que o aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante apresentou um desempenho superior ao dos municípios dos grupos RMF e OUTROS no período pós-tratamento (2002-2012), em termos de valor adicionado bruto real *per capita*, número de estabelecimentos e de criação de empregos formais.

TABELA 4  
Valor Adicionado Bruto (VAB), Número de Estabelecimentos (EST) e Número de Empregos Formais (VINC) no Setor de Serviços

Grupo	Variáveis	2002	2012	2002/2012
TRATADOS	VAB SERV	2.960,00	4.816,00	62,70%
	EST SERV	403,00	916,00	127,30%
	VINC SERV	2.610,00	6.561,00	151,38%
RMF	VAB SERV	3.616,00	4.745,00	31,22%
	EST SERV	1.690,00	2.778,00	64,38%
	VINC SERV	16.302,00	33.317,00	104,37%
OUTROS	VAB SERV	2.210,00	3.086,00	39,64%
	EST SERV	69,86	141,70	102,83%
	VINC SERV	437,00	771,10	76,45%

Fonte: Elaboração própria.

Comparando a evolução dos indicadores da indústria e do setor de serviços dos municípios tratados, nota-se que os setores apresentaram uma evolução similar em termos de crescimento médio de empregos formais e número de estabelecimentos no intervalo pós-tratamento. Por outro lado, o VAB Industrial real *per capita* cresceu aproximadamente quatro vezes mais do que o valor adicionado do setor de serviços, o que sugere ganhos expressivos de produtividade no setor industrial no período pós-tratamento. Essa dinâmica industrial pode ser explicada pelas vantagens geradas a partir das aglomerações industriais e pela possibilidade de importação de bens de capital com maior grau de coeficiente tecnológico via terminal portuário associada a programas de incentivos do governo local.

## 5.2 Resultado das Estimativas

A qualidade da infraestrutura pública é um importante fator no processo de tomada de decisão de investimentos do setor privado. Nesse contexto, a infraestrutura de transportes é um elemento central no cômputo do custo unitário de produção, uma vez que afeta os preços relativos, o tempo médio para obtenção dos insumos e para o escoamento dos bens produzidos. Em especial, a construção de um terminal portuário permite às empresas acessar novos mercados e importar bens de capitais, elevando, assim, a competitividade do setor produtivo local.

O Terminal Portuário do Pecém, que junto com a retro área industrial compõem o CIPP, iniciou suas operações comerciais em março de 2002. No primeiro ano de operação, movimentou 381 mil toneladas de cargas. Já no segundo ano, em 2003, o fluxo de cargas tornou-se mais robusto com um total de 838 mil toneladas.

Considerando que o primeiro efeito da construção de um terminal portuário é a indução de investimentos no setor industrial e que o fator capital físico é fixo no curto prazo, pois alterações ou construções de empreendimentos e provisão de novos equipamentos demandam

um certo tempo de alocação, postulou-se que o efeito do tratamento sobre o aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante deve se iniciar pelo menos um ano após a entrega do CIPP.

Os resultados apresentados a seguir sobre o impacto do CIPP no desenvolvimento das atividades econômicas dos municípios tratados foram obtidos considerando como grupo controle todos os municípios do Ceará excluindo Caucaia e São Gonçalo do Amarante e usando o método de CSG, que é adequado ao problema em questão, pois considera múltiplos municípios tratados e permite a presença de heterogeneidade entre as unidades.

A FIGURA 1 reporta a dinâmica da trajetória observada do aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante e a trajetória contrafactual estimada a partir do CSG, que estima a dinâmica do PIB *per capita* do aglomerado caso a intervenção não houvesse ocorrido.

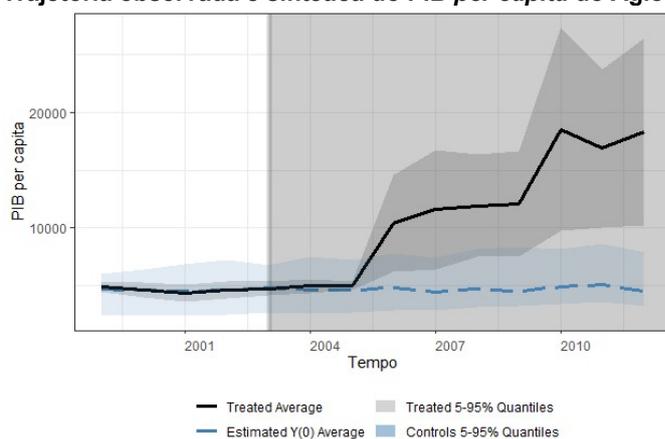
O período pré-tratamento indica uma trajetória similar entre a trajetória do PIB *per capita* médio dos municípios tratados e o PIB *per capita* médio contrafactual, confirmando o grau de ajustamento do modelo estimado e satisfazendo a hipótese de tendências paralelas no período pré-tratamento.

A trajetória contrafactual apresenta uma tendência de estagnação para as unidades tratadas no período pós-intervenção, com o PIB *per capita* real oscilando em torno da média ao longo de todo o intervalo amostral. Por outro lado, na trajetória real observada, nota-se um deslocamento do PIB *per capita* em 2006, com uma posterior oscilação em torno da nova média até 2009, e uma nova quebra em 2010. Tais movimentos podem refletir a existência de um período de maturação dos investimentos privados pós-inauguração do CIPP, e um posterior momento de consolidação da infraestrutura, associada a choques de produtividade.

Na FIGURA 2, para a construção do intervalo de confiança do efeito médio do tratamento sobre as unidades tratadas (ATT), a estimação da matriz de variância-covariância é realizada a partir do procedimento de *bootstrap* com 2000 reamostragens. Conforme observado, o ATT torna-se estatisticamente significativo a partir do ano de 2006, apresentando uma trajetória posterior de crescimento não-linear.

FIGURA 1

Trajетória observada e sintética do PIB *per capita* do Aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante.



Fonte: Elaboração própria.

Obs: Área sombreada indica o intervalo de confiança de 90%.

Na O teste de validação cruzada, por sua vez, indicou a presença de um fator latente. Apesar de não ser possível interpretar diretamente esses fatores, é comum na literatura associá-los a alguma variável observada. À primeira vista, o fator latente estimado captura os movimentos observados na atividade econômica nacional e regional, com um período de instabilidade entre 1999 e 2003 e um posterior período de expansão até 2008. A partir da crise

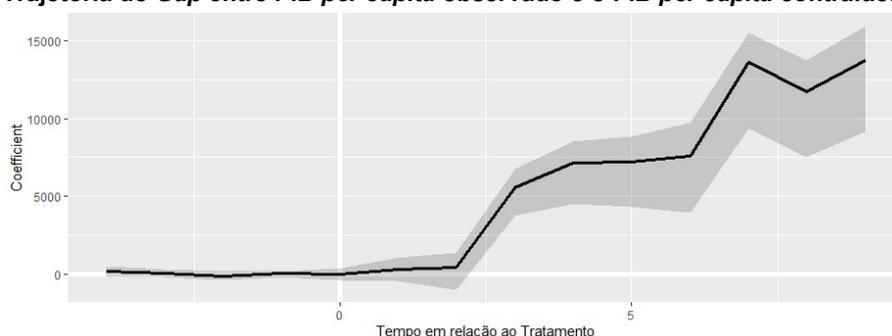
internacional do *sub-prime*, há uma mudança no coeficiente angular, com a trajetória do fator tornando-se aparentemente constante.

Na medida em que é observado um impacto positivo da instalação do terminal portuário sobre o desempenho econômico dos municípios tratados, um segundo estágio natural da análise empírica é verificar quais setores foram afetados.

TABELA 5, observa-se que o ATT estimado sobre o PIB *per capita* dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante aumenta de R\$ 5.599,31 em 2006 para R\$ 13.758,35 em 2012, com um efeito médio de R\$ 7.480,16 ao longo do intervalo pós-tratamento. Uma vez que o PIB *per capita* médio das unidades tratadas em 2002 era de aproximadamente R\$ 4.636,00, o efeito médio representa um crescimento de 161% no PIB *per capita*.

FIGURA 2

Trajetória do Gap entre PIB *per capita* observado e o PIB *per capita* contrafactual.



Fonte: Elaboração própria.

Obs: Área sombreada indica o intervalo de confiança de 90%.

O teste de validação cruzada, por sua vez, indicou a presença de um fator latente. Apesar de não ser possível interpretar diretamente esses fatores, é comum na literatura associá-los a alguma variável observada. À primeira vista, o fator latente estimado captura os movimentos observados na atividade econômica nacional e regional, com um período de instabilidade entre 1999 e 2003 e um posterior período de expansão até 2008. A partir da crise internacional do *sub-prime*, há uma mudança no coeficiente angular, com a trajetória do fator tornando-se aparentemente constante.

Na medida em que é observado um impacto positivo da instalação do terminal portuário sobre o desempenho econômico dos municípios tratados, um segundo estágio natural da análise empírica é verificar quais setores foram afetados.

TABELA 5

Efeito médio do tratamento sobre o PIB *per capita* do aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante – 2004/2012

Período	ATT	Desv. Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior	p-valor
2004	316,71	515,31	-473,12	1.021,95	0,41
2005	416,17	823,78	-1.002,90	1.360,17	0,46
2006	5.599,31*	1.078,93	3.738,66	6.748,11	0,00
2007	7.115,42*	1.501,07	4.486,80	8.530,54	0,01
2008	7.190,51*	1.822,12	4.291,70	8.832,13	0,02
2009	7.578,28*	2.436,28	3.931,56	9.721,96	0,03
2010	13.592,84*	2.981,92	9.354,32	15.519,35	0,02
2011	11.753,89*	3.294,99	7.505,97	13.765,30	0,02
2012	13.758,35*	3.668,65	9.148,21	15.932,80	0,02
Efeito Médio	7.480,16*	1.856,35	4.648,41	8.821,92	0,02

Fonte: Elaboração própria.

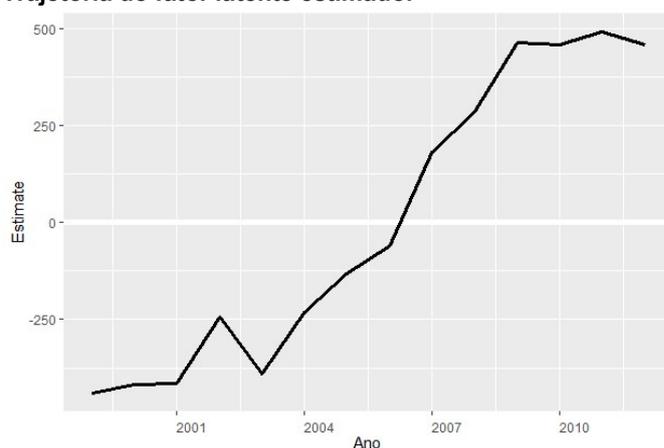
Obs: \*Significância a um nível de 10%.

Como discutido anteriormente, o planejamento estratégico do CIPP objetivou principalmente dinamizar a base industrial do Estado. Além do efeito direto sobre a produção de bens industriais, o terminal portuário pode apresentar multiplicadores sobre a renda e o emprego da sociedade local. Em consequência, há um efeito indireto sobre o consumo das famílias, estimulando a demanda por bens e serviços.

A FIGURA 4 reporta o *gap* entre a trajetória observada e contrafactual do VAB *per capita* da Indústria no aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante. A aderência da especificação adotada é confirmada no período pré-tratamento, pois a trajetória do *gap* em torno do valor zero é uma evidência em favor da hipótese de tendências paralelas. Apesar do *gap* apresentar uma tendência positiva desde 2004, o mesmo torna-se estatisticamente significativo somente a partir de 2009, evidenciando um intervalo de maturação da infraestrutura de transportes analisada.

Quanto ao porte dos estabelecimentos industriais, entre 2002 e 2009, verifica-se um crescimento mais robusto nos empreendimentos com até nove vínculos ou com mais de cem vínculos no município de Caucaia comparado à média do Estado. Em São Gonçalo de Amarante, por sua vez, as taxas mais robustas de expansão foram dos estabelecimentos entre 10 e 49 vínculos e dos estabelecimentos com mais de cem vínculos.

FIGURA 3  
Trajetória do fator latente estimado.



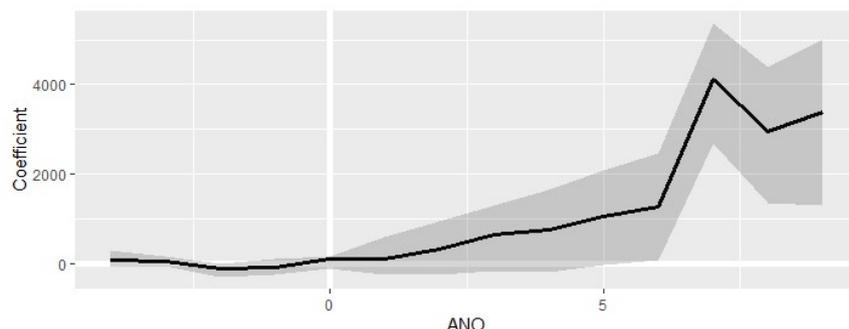
Fonte: Elaboração própria.

Constata-se então que as atividades industriais no CIPP se estabeleceram a partir de aglomerações de empresas de pequeno e de grande porte. De acordo com Schmitz (1995), a concentração de empreendimentos industriais de menor porte possibilita uma ampla divisão do fator trabalho entre as empresas, favorecendo a especialização e a inovação produtiva. Apesar disso, a intensidade da sinergia entre as indústrias depende da capilaridade setorial. Os investimentos em indústrias de grande porte na região, por sua vez, demandam um tempo maior de maturação e envolvem um maior nível de risco, exigindo um planejamento mais alongado e fases de execução mais extensas.

Quanto à intensidade do impacto observado, verifica-se tendência de crescimento no *gap* entre a trajetória do VAB industrial e a trajetória sintética, sugerindo retornos crescentes de escala do investimento, tal como observado na trajetória do PIB. Na TABELA 6, observa-se que o efeito médio *per capita* sobre o VAB industrial é de R\$ 1.624,45. Como o impacto do CIPP sobre o PIB *per capita* é mais intenso, há evidência da presença de um efeito multiplicador da renda gerado pelo crescimento industrial.

FIGURA 4

**Trajetória do Gap entre o VAB per capita da Indústria observado e o VAB per capita da Indústria contrafactual.**



Fonte: Elaboração própria.

Obs: Área sombreada representa o intervalo de confiança de 90%.

TABELA 6

**Efeito médio do tratamento sobre o VAB per capita da Indústria do aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante – 2004/2012**

Período	ATT	Desv. Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior	p-valor
2004	102,09	270,98	-243,26	603,60	0,54
2005	323,71	450,85	-253,22	947,16	0,27
2006	656,00	546,34	-166,80	1.308,76	0,15
2007	765,83	661,21	-206,24	1.653,04	0,16
2008	1.052,63	784,03	-31,98	2.080,85	0,11
2009	1.270,23*	956,60	66,93	2.456,01	0,09
2010	4.123,34*	1.267,11	2.684,70	5.363,48	0,02
2011	2.951,72*	1.466,71	1.341,69	4.379,47	0,03
2012	3.374,50*	1.678,77	1.308,21	5.016,22	0,03
Efeito Médio	1.624,45*	811,13	594,51	2.510,86	0,06

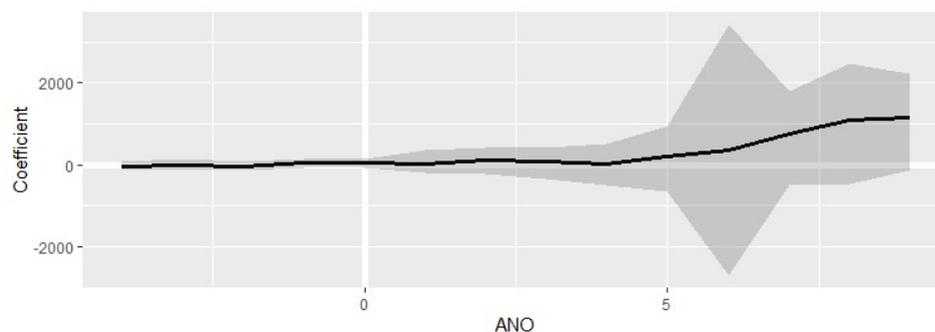
Fonte: Elaboração própria.

Obs: \*Significância a um nível de 10%.

Na FIGURA 5 e na TABELA 7, são apresentadas as estimativas de impacto do CIPP tomando como variável de resposta o VAB per capita do setor de serviços. Em contraste com os efeitos positivos do CIPP sobre o setor industrial, verifica-se que não há diferença do ponto de vista estatístico entre a trajetória observada e a trajetória contrafactual para o setor de serviços no período pós-tratamento.

FIGURA 5

**Trajetória do Gap entre o VAB per capita de Serviços observado e o VAB per capita de Serviços contrafactual.**



Fonte: Elaboração própria.

Obs: Área sombreada representa o intervalo de confiança de 90%.

TABELA 7

**Efeito médio do tratamento sobre o VAB per capita de Serviços do aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante – 2004/2012**

ANO	ATT	Desv. Padrão	Lim. Inferior	Lim. Superior	p-valor
2004	31,48	256,69	-202,69	373,86	0,86
2005	112,07	316,41	-210,39	409,16	0,47
2006	73,61	308,67	-357,26	416,89	0,67
2007	21,80	630,62	-485,20	511,45	0,94
2008	219,18	1.146,87	-645,36	929,20	0,52
2009	351,96	2.992,29	-2694,60	3.419,75	0,79
2010	747,52	1.940,01	-488,52	1.786,79	0,24
2011	1.105,36	2.468,43	-479,87	2.452,29	0,20
2012	1.164,74	2.380,08	-122,66	2.230,12	0,12
Efeito Médio	425,30	1.228,87	-466,58	1.200,20	0,30

Fonte: Elaboração própria.

Obs: \*Significância a um nível de 10%.

Uma vez que o efeito da implantação de uma estrutura industrial e portuária sobre o setor de serviços pode ser considerado uma resposta secundária que ocorre por canais indiretos, existem duas possibilidades para o efeito nulo estimado.

O setor de serviços pode ainda estar em processo de evolução, exigindo um período mais longo para a maturação do impacto da instalação do CIPP. Esse aspecto é reforçado pela defasagem temporal do efeito do terminal portuário sobre o desenvolvimento da indústria. Apesar disso, o intervalo analisado é longo e considera dez anos após a instalação do CIPP, apontando para a baixa probabilidade dessa explicação.

Uma segunda hipótese baseia-se na possibilidade de transferência da base de consumo gerada pelo crescimento da renda no CIPP para espaços geográficos com maior dinamismo, *a priori*, no setor de serviços. Como Caucaia e São Gonçalo do Amarante são municípios da RMF, é provável que o aumento de renda gerado pela instalação do terminal portuário seja transformado em gastos nos setores de comércio e serviços já bem desenvolvidos em Fortaleza.

Como exercício de robustez para investigar os possíveis efeitos indiretos do terminal portuário sobre a RMF, todas as especificações discutidas nesta seção foram reestimadas considerando o grupo de controle OUTROS, isto é, o grupo formado pelos municípios do Ceará, exclusive os municípios da Região Metropolitana de Fortaleza. Em termos gerais, os resultados<sup>2</sup> não diferiram qualitativamente dos apresentados nesta seção, isto é, confirma-se o impacto positivo da instalação do terminal portuário sobre o PIB *per capita* e sobre o VAB *per capita* da Indústria e o efeito nulo do empreendimento sobre o VAB *per capita* de Serviços.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo avaliou a relação entre a oferta de infraestrutura pública e o crescimento econômico local, a partir da estimação do impacto da implantação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém sobre a trajetória de crescimento dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.

Para realização do exercício empírico, utilizou-se o Modelo de Controle Sintético Generalizado, que permite construir uma trajetória contrafactual do PIB *per capita* caso a intervenção (Instalação do CIPP) não houvesse ocorrido para compará-la com a trajetória real do PIB *per capita*. Esse método considera múltiplos municípios tratados, o que é o caso da intervenção avaliada, e permite a presença de heterogeneidade entre as unidades.

Os resultados evidenciam um efeito positivo da instalação do CIPP sobre o PIB *per capita* do aglomerado Caucaia/São Gonçalo do Amarante. O impacto do tratamento sobre as unidades tratadas foi de um acréscimo médio de R\$ 7.480 no fluxo do PIB *per capita*. Além disso, a trajetória do *gap* entre o PIB *per capita* observado e o contrafactual apresentou uma tendência positiva, sugerindo que o CIPP gerou um ciclo virtuoso de crescimento local. As

<sup>2</sup> Por questões de espaço, esses resultados foram omitidos e podem ser enviados.

estimações auxiliares também indicaram que o investimento na estrutura portuária afetou positivamente o valor adicionado bruto industrial. Por outro lado, os efeitos indiretos sobre o setor de serviços não foram significantes.

É importante destacar que os resultados estimados não consideram os possíveis impactos de novos investimentos na expansão da estrutura portuária e em atividades correlatas no Complexo, como a Zona de Processamento de Exportação (ZPE). Apesar disso, a ausência de impacto no período de construção do Terminal Portuário pode reforçar a hipótese de que a etapa de implantação da ZPE não deve ter afetado de forma sistemática o crescimento econômico de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.

Por fim, destaca-se que este artigo avaliou os efeitos do CIPP sobre os municípios diretamente afetados pela intervenção. Desse modo, um desdobramento deste estudo poderia investigar os possíveis efeitos de transbordamento sobre os municípios conectados geograficamente a Caucaia e São Gonçalo do Amarante, por meio do uso de modelos de econometria espacial, tal como o modelo de diferenças em diferenças com efeitos fixos que considera a existência de defasagem espacial na variável de tratamento (ÖZYURT e DAUMAL, 2013; CHAGAS *et al.*, 2016).

## REFERÊNCIAS

- ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The Economic Costs of Conflict: A Case Study of the Basque Country. **American Economic Review**, v. 93, n. 1, p. 113-132, 2003.
- ASCHAUER, D. Is Public Expenditure Productive? **Journal of Monetary Economics**, V.23, P.177-200, 1989.
- CHAGAS, A.L.S *et al.* A spatial difference-in-differences analysis of the impact of sugarcane production on respiratory diseases. **Regional Science and Urban Economics**, v. 59, p. 24-36, 2016.
- BAI, J. Panel data models with interactive fixed effects. **Econometrica**, v.77, n.4, p.1229-1279, 2009.
- BILLMEIER, A.; NANNICINI, T. Assessing economic liberalization episodes: A synthetic control approach. **Review of Economics and Statistics**, v.95, n.3, p.983-1001, 2013.
- BERTUSSI, G.L.; ELLERY JUNIOR, R. Infraestrutura de Transporte e Crescimento Econômico no Brasil. **Journal of Transport Literature**, v.6, n.4, p.101-132, 2012.
- CAVALLO, E. *et al.* Catastrophic natural disasters and economic growth. **Review of Economics and Statistics**, v.95, n.5, p.1549-1561, 2013.
- CEARÁ. **Lei Estadual nº 12.536**, de 22 de dezembro de 1995. Dispõe sobre a constituição da Companhia de Integração Portuária do Ceará - CEARÁPORTOS. Ceará: Diário Oficial do Estado, 1995.
- CEARÁ. **Lei Estadual nº 16.372**, de 11 de outubro de 2017. Autoriza o Poder Executivo do Estado do Ceará a alterar a denominação da CEARÁPORTOS para CIPP S.A. Ceará: Diário Oficial do Estado, 2017.
- CEARÁ. **Lei Estadual nº 16.564**, de 28 de maio de 2018. Autoriza o Poder Executivo do Estado do Ceará a ceder a posse de imóveis de posse ou de propriedade do Estado do Ceará à CIPP S.A. Ceará: Diário Oficial do Estado, 2018.
- CRUZ, A.L. *et al.* Os Efeitos dos Gastos Públicos em Infraestrutura e em Capital Humano no Crescimento Econômico e na Redução da Pobreza no Brasil. **EconomiA**, v.11, n.4, p.163-185, 2010.
- FERREIRA, P.C. Investimento em Infraestrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.26, n.2, p.231-252, 1996.
- FERREIRA, P.C.; MALLIAGROS, T. Impactos Produtivos da Infraestrutura no Brasil-1950/95. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.28, n.2, p.315-338, 1998.

- GRIER, K.; MAYNARD, N. The economic consequences of Hugo Chavez: A synthetic control analysis. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v.125, p.1-21, 2016.
- HALMENSCHLAGER, V. *et al.* Desastres Naturais e Crescimento Econômico: Evidências para o desastre na Região Serrana do Rio de Janeiro, **Anais do 46º Encontro Nacional de Economia**, 2018.
- HIRSCHMAN, Albert O. **The strategy of economic development**. Yale University Press, 1958.
- MENEGAZZO, L.; PETTERINI, F. Maiores Navios no Mundo, mais um Desafio no Brasil: uma análise do Programa Nacional de Dragagem. **Estudos Econômicos**, v.48, n.1, p.175-209, 2018.
- MYRDAL, Gunnar. **Teoria econômica e regiões subdesenvolvidas**. Editora Saga, 1972.
- MUSSOLINI, C.C.; TELES, V.K. Infraestrutura e Produtividade. **Revista de Economia Política**, v.30, n.4, p.645-662, 2010.
- OLIVEIRA, M.A.S. TEIXEIRA, E.C. Aumento da oferta e redução de impostos nos serviços de infraestrutura na economia brasileira: Uma abordagem de equilíbrio geral. **Revista Brasileira de Economia**, v. 63, p.183-207, 2009.
- ÖZYURT, S.; DAUMAL, M. Trade openness and regional income spillovers in Brazil: **A spatial econometric approach**. Papers in Regional Science, v.92, n.1, p.197-215, 2013.
- PERROUX, F. **O conceito de pólo de crescimento**. In: SCHWARTZMAN, Jacques (org.) Economia regional: textos escolhidos. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR/MINTER, 1977.
- RIBEIRO, F. G. *et al.* O impacto econômico dos desastres naturais: o caso das chuvas de 2008 em Santa Catarina. **Planejamento e Políticas Públicas**, n.43, p.299-322, 2014.
- RIGOLON, F. O Investimento em Infraestrutura e a Retomada do Crescimento Econômico Sustentado. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.28, n.1, p.129-158, 1998.
- RIBEIRO, F. *et al.* The Cuban experiment: Measuring the role of the 1959 revolution on economic performance using synthetic control. **In 47th Annual Conference of the CEA**, At HEC. Montréal, Quebec ed, 2013.
- RODRIGUES, M. S. C.; SOUSA FILHO, L. M. **Pecém: uma trajetória portuária**. Fortaleza: Sebrae/CE, 198 p., 2007.
- SILVA, V.H.M.C *et al.* Avaliação do Fundo Estadual de Combate à Pobreza do Ceará a partir do Método de Controle Sintético Generalizado. **XIV Encontro de Economia do Ceará em Debate**, SEPLAG/CE, 2018.
- XU, Y. Generalized synthetic control method: Causal inference with interactive fixed effects models. **Political Analysis**, v..25, n.1, p.57-76, 2017.