



Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)

Vol. 10, n. 1, pp. 99-126, 2016

<http://www.revistaaber.org.br>

UM MODELO DINÂMICO PARA A ATIVIDADE INDUSTRIAL E SUAS REPERCUSSÕES INTER/INTRARREGIONAIS E INTERNACIONAIS

Elano Ferreira Arruda

Professor do Departamento de Economia Aplicada e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará (CAEN/UFC)

E-mail: elano@ufc.br

Roberto Tatiwa Ferreira

Professor do Departamento de Economia Aplicada e do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará (CAEN/UFC)

E-mail: rtf2@uol.com.br

Pablo Urano de Carvalho Castelar

Professor do Curso de Finanças da Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: pcastelar@ufc.br

RESUMO: O presente artigo analisa a relação dinâmica da atividade industrial entre as regiões brasileiras e destas com o estado do Ceará, considerando a possibilidade de repercussões inter/intrarregionais e internacionais. Para isso, dados dos estados brasileiros, agregados em regiões, da economia brasileira e dos principais parceiros comerciais internacionais foram utilizados na estimação de um modelo multivariado dinâmico. Os resultados indicam que a região Sudeste apresenta as maiores e mais persistentes repercussões sobre as demais regiões, que um aumento na atividade industrial dos principais parceiros comerciais apresenta efeitos positivos no crescimento das exportações regionais do Brasil e que o efeito do crescimento das exportações na dinâmica industrial depende da natureza do setor exportador. Por fim, o estado do Ceará se mostrou mais afetado por choques no Sudeste e Sul brasileiros do que pelo Nordeste.

Palavras-Chave: Atividade Industrial; Interdependência Regional; Setor Externo; Modelo Dinâmico.

Classificação JEL: C32; R10; R11; R12.

ABSTRACT: This paper analyzes the industrial activity observed between Brazilian regions and their relation with Ceará state, considering inter-intra-regional and international spillovers. Brazilian and its largest trading partner data was used to estimate a multivariate dynamic model with parameter constraints. The main results indicate that the Southeast region has the largest and most persistent effects on other regions. Under the same conditions, the Northeast had a negative impact on the Southeast and South of Brazil. Furthermore, shocks in industrial activity of major trading partners had positive repercussions in the growth of regional exports of Brazil and the effect of export growth to industrial dynamics depend on the nature of the export sector in each region. Finally, the state of Ceará was more affected by shocks in the southern and southeastern Brazilian than in the Northeast.

Keywords: Industrial Activity; Regional Interdependence; External Sector; Dynamic Model.

JEL Code: C32; R10; R11; R12.

1. Introdução

A identificação e a análise da transmissão inter/intrarregional de choques oriundos de mudanças tecnológicas, dos preços de insumos, dentre outros, tem se mostrado importantes fontes de subsídios para os formuladores de política econômica, uma vez que esses choques podem ocorrer em uma dada região específica, ou atingir todas as regiões do país de forma instantânea e simultânea, ou, ainda, gradualmente serem repassados para uma ou mais regiões. Essas evidências favorecem o desenho de políticas de crescimento regionais mais eficazes.

A literatura especializada explica a transmissão dos choques supracitados seja pela existência de externalidades, como em Marshall (1890), Arrow (1962) e Romer (1986); ou em virtude dos efeitos antagônicos de retardamento (*backwash effect*) e de espraiamento (*spread effect*), propostos por Myrdal (1963), que gerariam um crescimento regional divergente; ou, ainda, pelos efeitos oriundos dos fluxos comerciais e dos fatores de localização industrial argumentados pela Nova Geografia Econômica (NGE), presentes em Krugman (1980, 1991), Krugman e Venables (1990, 1995) e Baldwin *et al.* (2003).

Todavia, o processo de abertura comercial experimentado pela economia mundial ao longo dos últimos 30 anos e o estreitamento das relações comerciais entre os países amplia a necessidade de se considerar os efeitos do setor externo na análise de tais repercussões. Em outras palavras, a análise dos choques que podem ocorrer no setor industrial em dada região de um país e se propagar para as demais deve considerar a possibilidade de efeitos de choques oriundos de outros países que são parceiros comerciais com a região em análise. Nesse sentido, Kuszczak e Murray (1986) mostram que a participação das economias do setor externo é importante e deve ser levada em consideração na especificação de um modelo econométrico para quantificar as interações regionais, através de uma análise do movimento internacional dos ciclos de negócios entre os principais países industrializados do G-7 com enfoque nas interações e transmissões regionais entre Estados Unidos e Canadá com o Resto do Mundo.

O objetivo principal deste artigo é analisar a relação da atividade industrial entre as regiões brasileiras, de seus parceiros comerciais internacionais mais importantes e verificar se a atividade industrial de uma região distante do ponto de vista geográfico, mas importante economicamente, têm efeitos significantes sobre um Estado distante e com atividade industrial menos desenvolvida.

Em virtude da indisponibilidade de dados para as regiões Norte e Centro Oeste e da disponibilidade desses apenas para três Estados da região Nordeste (Bahia, Pernambuco e Ceará), as regiões Norte e Centro-Oeste foram excluídas da análise e, no Nordeste, considerou-se apenas os três estados mencionados com o estudo de caso para o Ceará. Vale destacar que o modelo dinâmico empírico aqui empregado pode ser aplicável para qualquer estado desde que sejam realizados os devidos ajustes.

A opção por um Estado da região Nordeste se deu pelo fato de que existem poucos estudos que avaliam o grau de interdependência nessa região e por ser uma região industrialmente ainda bastante desconexa [Arruda e Tatiwa (2014) e Arruda e Damasceno (2015)]. Como o Estado do Ceará se mostra o menos dinâmico dessa região, pode-se captar a distribuição dos efeitos antagônicos de retardamento e de espraiamento no âmbito inter-regional e intrarregional.

Especificamente, o trabalho busca responder, ainda, questões como, por exemplo, qual o impacto que um choque na atividade econômica da região Sudeste causa nas regiões Nordeste e Sul? Qual a região brasileira que apresenta as maiores e mais persistentes repercussões sobre as demais? De que forma a atividade econômica externa, considerando os principais parceiros comerciais brasileiros, interfere na dinâmica regional doméstica? Quais as repercussões de um choque nas exportações na atividade industrial? Existem assimetrias nesses efeitos ao considerar as peculiaridades regionais? Como a atividade industrial do estado do Ceará responde a choques na dinâmica da indústria das regiões brasileiras? De que forma a atividade industrial cearense afeta a economia nordestina e *vice-versa*, noutros termos, qual o grau de conexão industrial do Nordeste brasileiro?

Para tal, esta investigação utiliza informações mensais sobre a atividade industrial e exportações das regiões brasileiras¹ e do estado do Ceará, bem como dados dos principais países parceiros comerciais, além da taxa de câmbio, entre junho de 1996 e fevereiro de 2010, e de modelos vetoriais dinâmicos com restrições nos parâmetros. Tal técnica se faz apropriada para este propósito, uma vez que o modelo restrito, como mostra Lütkepohl (2005), provê um estimador robusto e funções de impulso resposta com resultados consistentes.

A contribuição deste trabalho está em propor um estudo de caso em que se pode examinar, para uma mesma economia, as repercussões inter/intrarregionais e internacionais, utilizando-se de uma técnica ainda não aplicada em pesquisas nessa área. Além disso, o presente artigo inova ao considerar o setor externo num modelo com perspectivas regionais, ao fazer uso técnicas de agregação regionais que refletem, mês a mês, a importância relativa de cada estado na dinâmica industrial da região em que está inserido e, por fim, ao agregar o setor externo a partir de um critério de importância relativa dos países no comércio com cada região específica, seguindo a proposta inicialmente utilizada por Pesaran, Schuermann e Weiner (2004).

Além desta introdução, este trabalho possui mais cinco seções. A próxima consiste em destacar os aspectos teóricos e empíricos que versam sobre o tema economia regional, comércio e integração regional, considerando o setor externo. A terceira seção se reserva à apresentação do banco de dados e a descrição das técnicas para a agregação das variáveis regionais e externas. A descrição da metodologia econométrica é tema da quarta seção. A análise e discussão dos resultados são feitas em seguida. E, por fim, são tecidas as considerações finais do estudo.

2. Revisão de literatura

2.1. Aspectos sobre economia regional

Uma discussão controversa em Economia diz respeito à análise das disparidades entre as regiões de um país. As diferenças de renda *per capita*, produção, oportunidades, capital humano, produtividade entre regiões denotam o grau de desequilíbrio regional. Esse debate iniciou-se com as ideias de crescimento regional divergente de Myrdal (1963) e Hirschman (1975), contrapondo-se à expansão convergente de Willianson (1965).

Myrdal (1963) argumenta a existência de dois efeitos antagônicos entre si, chamados de efeito retardamento (*backwash effect*) e de efeito espraiamento (*spread effect*). O primeiro é caracterizado como estímulos que uma região beneficiada com uma nova indústria, por exemplo, recebe ao gerar migração da mão de obra, efeitos multiplicadores do investimento realizado, crescimento do comércio, construção de vantagens competitivas e provimento de uma melhor infraestrutura na região contemplada em relação às demais regiões do país, potencializando as distorções iniciais.

Na outra direção, haveria as externalidades positivas do aumento da atividade econômica dos polos de crescimento em direção às regiões menos desenvolvidas através do aumento na demanda por insumos realizada pela primeira região sobre as demais, da possibilidade de transferência da tecnologia, de deseconomias externas, do acréscimo nos custos da mão-de-obra na região que recebeu a indústria, dentre outros. Segundo o autor, apesar de antagônicas, tais repercussões não garantiriam o equilíbrio, pelo menos no curto prazo, gerando divergência no crescimento regional.

Hirschman (1975) critica a ideia de crescimento balanceado² e, ao analisar as questões inter-regionais e internacionais do crescimento econômico, formula duas hipóteses similares às de Myrdal (1963) quais sejam³, efeito gotejamento (*trickling-down*) e efeito polarização (*polarization effects*). Ambos os autores afirmam que o crescimento regional apresenta uma tendência de produção de desigualdades regionais e que o governo atuaria na correção destas distorções.

¹ Devido à indisponibilidade de dados sobre produção industrial de seus estados no período considerado, as regiões Norte e Centro-Oeste foram excluídas da análise.

² O argumento de que todos os setores da economia cresceriam à mesma taxa.

³ O primeiro é semelhante à ideia do *spread effect*, enquanto o segundo faz referência ao *backwash effect*. Podem ser traduzidos, respectivamente, como “gotejamento” e “efeitos de polarização”.

Já Willianson (1965) argumenta que os resultados divergentes supracitados não se aplicariam a todas as situações e níveis de desenvolvimento dos países, mas seriam típicas de determinados estágios do processo de desenvolvimento econômico. Segundo o autor, os níveis de desigualdade seriam menores quanto menos desenvolvido fosse o país. Detalhando esta visão, Azzoni (1993) afirma que, com o desenvolvimento, deseconomias externas se apresentam na região mais rica e economias de aglomeração começam a aparecer nas regiões mais pobres, gerando uma inversão no fluxo de capitais, que agora buscam melhores oportunidades e maior rentabilidade na região mais pobre.

Portanto, percebe-se que, inicialmente, as explicações das transmissões de choques entre regiões residiram nos efeitos retardamento ou espraiamento. O primeiro descrito como um efeito substituição ou concorrência em termos de insumos, gerando uma transmissão negativa da atividade industrial entre as regiões, enquanto que o segundo reflete um efeito complementar, ou seja, ambas as unidades econômicas seriam beneficiadas por meio do aumento da interação comercial, ganhos no fornecimento de insumos, inversão no fluxo de capitais, externalidades positivas e efeitos de aglomeração. A literatura foi ampliada posteriormente com os modelos neoclássicos de crescimento regional e com os modelos de expansão regional baseados no lado da demanda e com restrições no balanço de pagamentos.

Na primeira classe de estudos, Smith (1975) considera os segmentos da produção, do investimento e as condições do mercado de trabalho, e testa o modelo para dados dos estados americanos, concluindo que os resultados observados estão de acordo com os previstos pelo modelo, *i.e.* que o capital move-se na direção das regiões com maior taxa de retorno; que os trabalhadores migram em direção aos estados com maior remuneração; e que há convergência de renda *per capita* entre as regiões.

Os modelos regionais com restrições no balanço de pagamentos foram idealizados inicialmente por Kaldor (1970) e formalizados teoricamente por Dixon e Thirlwall (1975), denominando-se posteriormente modelo Kaldor-Dixon-Thirlwall (KDT). Um modelo com duas regiões, inicialmente isoladas entre si, cada qual com uma área agrícola e um centro comercial e industrial. Em determinado momento, o comércio é aberto entre as duas regiões. Os autores concluem que o crescimento regional é determinado fundamentalmente pelo crescimento da demanda por exportações, às quais as dinâmicas do investimento e do consumo devem se ajustar. Assim, modelos que procuram analisar as transmissões regionais devem guardar atenção especial às repercussões do crescimento das exportações na dinâmica regional.

A terceira geração de estudos teóricos nessa área divide-se entre os modelos de crescimento neoclássicos com dependência espacial, os modelos de Aglomeração e Economias de Escala e os modelos da Nova Geografia Econômica (NGE). Autores como Corrado, Martin e Weeks (2005) argumentam que, na existência de heterogeneidade espacial, seriam formados clubes de convergência, oriundos da dependência locacional, com diferentes dinâmicas de longo prazo. As aglomerações e economias de escala, ou apenas *MAR spillovers* [Marshall (1890); Arrow (1962); e Romer (1986)], explicam os transbordamentos regionais através dos ganhos de localização, que atuam minimizando custos de transporte, pessoas ou ideias. Por fim, as transmissões da dinâmica regional podem ser explicadas pela NGE que apresenta o espaço como principal determinante do progresso econômico, principalmente no que tange à interação comercial e à localização industrial (Krugman, 1990, 1991; Krugman e Vernables, 1995; Baldwin *et al.*, 2003).

2.2. Evidências empíricas sobre o transbordamento dos efeitos inter e intrarregionais

Empiricamente, as pesquisas sobre os determinantes do crescimento regional e de seus transbordamentos concentram-se nas metodologias de modelos espaciais e gravitacionais de comércio, de Modelos de Equilíbrio Geral Computável (MEGC) e de modelos macroeconômicos em perspectiva regional.

Os modelos gravitacionais supõem um cenário de interação comercial entre economias, sob competição monopolística e com custos de transporte, no qual os fluxos bilaterais de comércio seriam

proporcionais à renda dos países e inversamente proporcionais à distância entre eles, em analogia à fórmula da atração gravitacional entre duas massas (Krugman, 1980). Utilizando-se desse arcabouço, Porto (2002) investiga as repercussões do MERCOSUL nas regiões brasileiras e conclui que os impactos mais significativos do comércio foram nas regiões Sul e Sudeste em relação às demais regiões brasileiras no período entre 1990 e 1998, sinalizando um possível agravamento das disparidades regionais oriundas da interação comercial com o MERCOSUL.

Analisando o comércio interestadual brasileiro, Perobelli e Haddad (2006a) encontram, entre outros resultados, uma forte heterogeneidade espacial, com um *cluster* de alto comércio na porção Centro-Sul do país e um *cluster* com estados que apresentaram interação comercial abaixo da média dos vizinhos com o mesmo padrão na região Norte. A avaliação intertemporal revelou que tal padrão se mostra estável, prevendo um aumento das disparidades regionais no Brasil.

Perobelli *et al.* (2010) buscam identificar e quantificar as interdependências inter-regionais brasileiras a partir de uma matriz interestadual de insumo-produto para os anos de 1996 e 2002. Entre outros resultados, esses autores reportam que: (i) na Região Norte, o estado do Pará, que tem uma base produtiva fortemente atrelada ao setor extrativo mineral, apresentou fraca integração espacial. Já o polo eletroeletrônico da zona franca de Manaus, no Amazonas, mostrou-se relevante para o estado. Entretanto, seus efeitos de encadeamento para a própria região são incipientes e, portanto, não se verifica a distribuição de renda no contexto intrarregional; (ii) no Sudeste, o estado de São Paulo destaca-se com forte encadeamento, com altos níveis de formação de renda para outros setores formando um círculo “virtuoso” para a economia paulista; (iii) no Sul do Brasil, identificam-se resultados expressivos em termos de encadeamento e de desconcentração da interdependência produtiva; e (v) no setor agrícola da região Centro-Oeste, houve um aumento do encadeamento com as regiões Norte e Nordeste no período analisado.

Fazendo uso de modelos MEGC, Perobelli e Haddad (2006b) concluem que a importância do comércio para o desenvolvimento regional envolve fatores como a natureza do setor exportador, a distribuição dos benefícios da interação comercial e as *linkages* entre os setores exportadores com os demais setores da economia. Entretanto, a integração econômica direcionada pelo governo brasileiro tem se mostrado fortemente susceptível ao agravamento das desigualdades do país [Haddad, Domingues e Perobelli (2002)]. Portanto, considerando aspectos inter/intrarregionais, o comércio pode estar ocasionando efeitos assimétricos, uma vez que seus benefícios dependem muito da natureza de sua base exportadora e que tais efeitos no Brasil mostraram-se importantes apenas para aqueles estados com melhor infraestrutura para o comércio.

Vale ressaltar que assimetrias semelhantes foram observadas em Arruda *et al.* (2013), que fizeram uso de informações para os estados brasileiros entre 1991 e 2004 e modelos dinâmicos de dados em painel estimados por *System-GMM*, mostrando que a abertura comercial brasileira exerceu impacto negativo sobre a renda *per capita* dos seus estados. Entretanto, ao considerar as peculiaridades regionais, tendo o Nordeste como categoria de referência, a abertura comercial impactou positivamente o nível de renda *per capita* ao considerar as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Com o intuito de investigar a dispersão geográfica do parque industrial brasileiro, Diniz e Crocco (1996) utilizaram censos industriais do IBGE de 1970 a 1985, além de dados da Relação Anual de Informações Sociais – RAIS (Ministério do Trabalho) e PIB industrial, estimado pela Fundação de Economia e Estatística (FEE). A partir das distribuições das AIRs⁴ em 1980, observa-se o efeito de espraiamento da indústria pelo país, aumentando-se a participação do Nordeste e diminuindo a do Sudeste e a do Sul em termos de AIRs. O Censo de 1991 apontou ainda para a existência do que foi denominado de polígono industrial com fronteiras entre Belo Horizonte (MG), Uberlândia (MG), Maringá (PR), São José dos Campos (SP), Porto Alegre (RS) e Florianópolis (SC). Os autores concluíram que o processo de desconcentração da geografia industrial, que ocorreu no período 1970/91, não avançou nos primeiros anos dessa década, permanecendo inalterada a

⁴ Microrregiões homogêneas que, segundo os Censos Demográficos de 1970, 1980 e 1991, possuíam 10 mil ou mais pessoas ocupadas nas indústrias.

participação do polígono industrial no total do emprego industrial. Contudo, no interior do polígono, verificou-se a continuidade do processo de desconcentração, que se deu em grande parte em função de uma redução dos postos de trabalho em áreas industriais tradicionais, e não exclusivamente pela extensão de novas áreas industriais.

Marques e Fochezatto (2012) realizaram um estudo empírico para os estados brasileiros com o objetivo de investigar se as diferenças econômicas entre as unidades federativas estão aumentando ou diminuindo nos últimos quarenta anos em termos de desenvolvimento econômico. Utilizando a análise de *cluster*, chegou-se à conclusão de que as macrorregiões Norte-Nordeste e Sul-Sudeste individualmente estão convergindo, mas se consideradas em grupo, divergem entre si. Um aspecto peculiar foi que apenas os estados da região Sul se mantiveram no mesmo grupo de *clusters* nos diferentes períodos analisados, mostrando um maior nível de convergência econômica nessa região.

Buscando harmonia entre a coerência com a teoria econômica e os critérios estatísticos sólidos, surgem, então, os modelos macroeconômicos. Esse arcabouço passou por importantes mudanças nos últimos trinta anos, motivadas tanto pela evolução da teoria econômica e econométrica como pelas grandes transformações das relações econômicas entre países. Num primeiro momento, tinha-se a tradicional abordagem da *Cowles Commission*, caracterizada pelos grandes modelos macroeconômicos e distinção entre variáveis endógenas e exógenas estimados por mínimos quadrados, ou por métodos de variáveis instrumentais. Após levantar fortes críticas quanto à identificação dos modelos de expectativas racionais e à tradicional abordagem da *Cowles Commission* em equações simultâneas, Sims (1980) propõe os vetores autorregressivos (VAR) para a modelagem macroeconômica. Em seguida, surge o arcabouço *Dynamic Stochastic General Equilibrium* (DSGE), a partir dos trabalhos de Kydland e Prescott (1982) e Long e Plosser (1983), sob uma estrutura de otimização intertemporal de famílias e firmas. Posteriormente, muitos modelos DSGE foram aproximados através da utilização de um VAR restrito, como nos estudos de Smets e Wouters (2003) e Christiano, Eichenbaum e Evans (2005).

Já a abordagem de modelos macroeconômicos numa perspectiva global é observada em Garratt *et al.* (1998; 2000; 2003a; 2003b). Nestes estudos, adiciona-se à formulação anterior o setor externo. Esses autores utilizam dados trimestrais, para o Reino Unido, de cinco variáveis domésticas (produto, nível de preços, taxa nominal de juros, taxa de câmbio real e saldo monetário real) e quatro variáveis externas (produto externo, taxa de juros nominal externa, nível de preços externo e preço do petróleo). As relações de longo prazo são derivadas a partir da teoria econômica, baseadas nas relações de produto, comércio, condições de arbitragem, entre outras.

Ainda nessa direção, Pesaran, Schuermann e Weiner (2004) e Pesaran e Smith (2005) desenvolvem a metodologia denominada VAR global (GVAR), a qual permite modelar tanto a influência externa sobre a economia doméstica como a influência desta sobre as flutuações econômicas internacionais.

No que se referem aos modelos regionais, estes são construídos a partir de seus congêneres nacionais e, até o presente, verifica-se que a metodologia macroeconômica tem sido subutilizada por pesquisadores da área de economia regional [Rickman (2010)]. Portanto, o tratamento macroeconômico baseado nos modelos DSGE e VAR globais ou VAR restritos pode contribuir com respostas e evidências empíricas sobre os problemas inerentes dessa área.

Uma primeira tentativa de análise dessas repercussões, dentro do arcabouço de vetores autorregressivos, pode ser encontrada em Kuszczak e Murray (1986), que analisam o movimento internacional dos ciclos de negócios entre os principais países industrializados do G-7 com enfoque nas interações e nas transmissões regionais entre Estados Unidos e Canadá com o Resto do Mundo. Os autores utilizam o Índice de Produção Industrial (IPI) como variável de atividade econômica, a inflação dada pelo índice de preços ao consumidor, oferta de moeda medida pelo M1 e taxa de câmbio numa frequência trimestral entre 1964 e 1984 e concluem que as variáveis do setor externo exercem uma influência forte e estatisticamente robusta sobre as economias do Canadá, Estados Unidos e Resto do Mundo. Portanto, modelos macroeconômicos e/ou regionais de economia fechada que excluem as interferências internacionais estão suscetíveis a interpretações distorcidas das relações econômicas nesses países ou regiões, além de deturpar a eficácia das ações de política interna.

Em trabalho sobre as repercussões inter-regionais do crescimento da renda *per capita*, Carlino e DeFina (1995) utilizam dados anuais para oito regiões norte americanas entre 1929-1990 e modelos VAR. A partir da análise das funções de impulso resposta, os autores mostram que os choques na taxa de crescimento da renda *per capita* de uma determinada região têm fortes transmissões inter-regionais com respostas que tendem a ser geograficamente dispersas.

Ainda para os Estados Unidos, Cromwell (1992) analisa a existência de repercussões de choques entre o estado da Califórnia e os seus vizinhos com vistas a observar até que ponto um choque na atividade econômica desse se espalham para os seus estados vizinhos, através de modelos VAR e dados trimestrais entre 1947 e 1991. O autor encontra, entre outros resultados, que a economia da Califórnia tem repercussões importantes em outros estados ocidentais, particularmente aqueles geograficamente muito próximos a ela, sendo maiores os efeitos observados no mercado de trabalho e na indústria.

Glaeser *et al.* (1992) utilizam dados do período de 1956 a 1987, de cidades e indústrias americanas, para examinar várias teorias sobre *knowledge spillovers* e explicar as tendências de aglomerações. A base de dados incorpora informações sobre empregos, salários e localização das companhias, e a estimação foi feita através de modelos *cross-section* de cidade-indústria, incluindo variáveis explicativas de especialização e competição. Seus resultados mostram que as externalidades de conhecimento ocorrem com maior intensidade entre indústrias diversas do que dentro do mesmo setor.

Em estudo sobre as transmissões inter-regionais ocasionadas por choques na atividade econômica entre as regiões da China, Groenewold, Lee e Chen (2007) utilizam-se de dados do Produto Interno Bruto (PIB) entre 1953 e 2003 e uma classificação de seis regiões. A partir de um modelo VAR restrito, encontram, entre outros resultados, que as três regiões centrais, que formam o coração industrial chinês, *Southeast, Changjiang River* e *Yellow River*, se mostraram fortemente interligadas, apresentando fortes repercussões positivas. Por outro lado, a Região *Northeast* é fracamente relacionada com as regiões vizinhas, e afeta negativamente as regiões mais desenvolvidas, mas recebe transbordamentos positivos das regiões *Southeast, Changjiang River* e *Yellow River*.

Diante do exposto, percebe-se a importância de se estudar as dinâmicas inter/intrarregionais e internacionais de uma economia com dimensões continentais como Brasil, uma vez que essa abordagem permite a verificação do quanto a atividade econômica de uma região ou estado pode afetar as demais regiões ou os demais estados de sua própria região.

Nessa linha, Tatiwa e Arruda (2011) analisam a dinâmica inter-regional da indústria brasileira, numa análise de curto prazo, a partir de funções de impulso resposta de um Vetor Autorregressivo (VAR) restrito. Os autores mostram que as regiões Sul e Sudeste são as que mais promovem efeitos de espraiamento no país, enquanto que o Nordeste produz maiores efeitos de retardamento sobre as demais regiões do Brasil.

Em seguida, de modo a aprofundar o exercício supracitado, Arruda e Tatiwa (2014) promovem outro estudo empírico dessas interações, agora em um contexto intrarregional, ainda através das funções impulso resposta extraídas de modelos VAR restritos. Os autores encontram uma predominância em curto prazo dos efeitos de rivalidade ou de retardamento na região Nordeste, entre Pernambuco e Ceará; e na Região Sudeste, entre Rio de Janeiro e Minas Gerais. Todavia, seus resultados apontam para a região Sul como sendo a mais integrada, em termos de repercussões intrarregionais da atividade industrial.

Ampliando as abordagens acima para considerar repercussões de curto e de longo prazo na dinâmica industrial através de vetores de correção de erros (VEC), Arruda e Damasceno (2015) e Lima (2015) e Alencar (2016) promovem exercícios econométricos para as regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil, respectivamente. Arruda e Damasceno (2015) observam que, em longo prazo, o estado da Bahia parece produzir os maiores efeitos de espraiamento para a região Nordeste, enquanto que Ceará e Pernambuco parecem rivalizar entre si.

Os resultados de longo prazo observados por Lima (2015) indicam que os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro apresentam maiores efeitos de espraiamento sobre os estados de Minas Gerais e do Espírito Santo e que estes também apresentam efeitos positivos sobre crescimento

industrial daqueles. No entanto, o autor observa indícios de que existem maiores efeitos de retardamento, ou de rivalidade, entre as indústrias de São Paulo e Rio de Janeiro e de Minas Gerais e Espírito Santo, contrariando, em parte, as evidências observadas em Arruda e Tatiwa (2014).

Por fim, Alencar (2016) encontra evidências de longo prazo que indicam que estado do Rio Grande do Sul parece produzir maiores efeitos de aglomeração para a região Sul, enquanto que Paraná e Santa Catarina parecem rivalizar entre si. Vale destacar que esses autores utilizam apenas a atividade industrial em seus modelos.

Portanto, o presente artigo seguirá a linha dos modelos macroeconômicos regionais que incorporam o setor externo, tendo como principal contribuição a proposta de um estudo de caso em que se possa examinar, para uma mesma economia, as repercussões inter/intrarregionais e internacionais, fazendo uso de uma técnica ainda não aplicada em estudos nessa área. Além disso, o trabalho inova por considerar o setor externo num modelo regional, por fazer uso de técnicas de agregação que refletem mensalmente a importância relativa de cada estado na dinâmica industrial de sua região e, por fim, ao agregar o setor externo a partir de um critério de importância relativa dos países no comércio com cada região específica nos moldes de Pesaran, Schuermann e Weiner (2004).

3. Banco de dados

Para averiguar os impactos inter/intrarregionais e internacionais propostos neste estudo, foram coletadas informações mensais a nível estadual, regional e internacional, considerando o período entre junho de 1996 e fevereiro de 2010.

A variável de atividade industrial foi construída a partir do Índice de Produção Industrial⁵ – Indústria Geral – (IPI) calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em nível estadual e em seguida foi feita uma agregação regional mostrada adiante. Devido à indisponibilidade de dados para o IPI de seus estados no período considerado, as regiões Norte e Centro-Oeste foram excluídas da análise. Outra limitação dos dados refere-se à disponibilidade de dados apenas para três estados da região Nordeste (Bahia, Ceará e Pernambuco), a qual é composta por nove estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe). Entretanto, vale ressaltar que, em 2009, os três estados presentes na amostra representavam cerca de 70% do PIB industrial da região segundo dados do IBGE.

A medida de atividade internacional utilizada foi o Índice de Produção Industrial (IPI) dos principais parceiros comerciais brasileiros no período em análise, quais sejam: Estados Unidos, China, Argentina, Alemanha e Reino Unido. Uma agregação com base na participação destes países nas exportações de cada região foi realizada.

As variáveis de produção industrial agregadas para cada região brasileira e setor externo foram construídas a partir de uma adaptação da técnica utilizada em Pesaran, Schuermann e Weiner (2004) descrita a seguir.

As séries de IPI para cada região brasileira foram obtidas a partir de uma média ponderada das séries específicas de cada estado l na região i , na forma:

$$IPI_{it} = \sum_{l=1}^{N_i} w_{ilt} IPI_{ilt} \quad (1)$$

⁵ Conforme IBGE (2004), o IPI é calculado a partir da aplicação de uma adaptação de Laspeyres (com base fixa em cadeia, com atualização de pesos) aos dados de produção física de uma série de produtos selecionados da indústria, extraídos da Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física (PIM-PF), com o intuito de construir um indicador de curto prazo para o valor adicionado da indústria. Portanto, o objetivo do IPI não é o de gerar informações para cada um dos produtos, mas calcular a taxa de variação mensal da produção das atividades produtivas industriais; ou seja, cada produto está associado de forma unívoca a uma atividade. Logo, na produção de alimentos, por exemplo, são fabricados café solúvel, soja, sorvetes, gelatinas, pães, etc. Na de calçados, tênis infantis ou não, calçados de couro feminino, masculino, etc. Para informações mais detalhadas, consultar o relatório metodológico IBGE (2004).

Vale ressaltar que os pesos w_{ilt} variam mensalmente, dada à participação do dinamismo da produção industrial de cada unidade da federação l participantes da região i no mês t . Como a região i possui N_i estados, os pesos podem ser descritos como:

$$w_{ilt} = \frac{IPI_{ilt}}{\sum_{l=1}^{N_i} IPI_{ilt}} \quad (2)$$

Ressalta-se, contudo, que não há observações para todos os estados. Por isso, utilizaram-se apenas aqueles cujas informações do IPI encontravam-se disponíveis para o período em análise, quais sejam, Bahia, Ceará, Pernambuco no Nordeste⁶; Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no Sul; e Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo na região Sudeste.

Essa ponderação visa incorporar possíveis alterações nos ciclos econômicos da produção industrial regional ao longo do tempo e tratar os estados de acordo com a representatividade de seu dinamismo na atividade industrial da região; ou seja, os pesos aqui empregados não têm o objetivo de captar o efeito do tamanho e sim a repercussão dinâmica mensal de cada estado no valor adicionado da indústria de sua região. A evolução média anual desses pesos para as regiões supracitadas pode ser observada na Tabela 1.

Percebe-se que o estado nordestino com maior participação média na composição dos referidos pesos no período foi Pernambuco, com média de 34% de tal atividade. Observa-se também que a diferença na participação de cada um desses estados na formação dos pesos diminuiu ao longo do tempo, e que o estado do Ceará apresentou o maior crescimento relativo no período, cerca de 9%.

A região Sudeste não apresentou forte alteração na participação de seus estados na elaboração dos pesos para compor a atividade industrial agregada. O estado de São Paulo destaca-se com uma participação média de 26,5%, tendo o Rio de Janeiro a menor, com 22,9%. Na região Sul, pode-se observar a forte evolução do Paraná que, em meados de 2003, passou a ter maior participação nos pesos para o cálculo da produção industrial agregada da região e obteve uma média 35,1%.

Tabela 1 - Evolução dos pesos estaduais em cada região (%)

Ano	Nordeste			Sudeste				Sul		
	BA	PE	CE	ES	MG	SP	RJ	SC	RS	PR
1996	32,3	37,6	30,1	22,5	27,3	28,6	21,6	34,9	31,3	33,8
1997	32,0	37,5	30,4	22,2	27,6	28,9	21,3	34,7	31,9	33,4
1998	33,9	35,1	31,0	22,6	26,4	28,2	22,8	34,2	30,9	34,9
1999	33,6	34,6	31,8	24,1	26,0	26,3	23,6	34,6	31,3	34,1
2000	32,3	33,1	34,6	24,0	26,5	26,2	23,4	34,6	32,8	32,6
2001	33,0	34,2	32,8	23,7	26,1	26,6	23,6	35,1	31,8	33,1
2002	33,4	33,2	33,3	25,0	25,0	25,0	25,0	33,3	33,3	33,3
2003	33,4	33,5	33,1	26,2	25,0	24,4	24,4	31,5	33,3	35,2
2004	33,8	32,4	33,8	26,0	24,9	25,6	23,5	32,1	32,4	35,5
2005	34,5	32,7	32,8	25,4	25,6	25,8	23,2	32,4	31,4	36,2
2006	33,8	32,5	33,7	26,2	25,7	25,5	22,7	32,8	31,2	36,0
2007	33,6	33,2	33,2	26,5	26,3	25,4	21,8	32,5	31,4	36,1
2008	33,3	33,6	33,0	27,0	25,7	25,9	21,4	31,2	31,0	37,8
2009	33,1	33,8	33,1	25,6	24,9	26,4	23,0	30,4	30,4	39,2

Fonte: Elaboração própria.

⁶ Vale destacar que a agregação para a região Nordeste considerou apenas os estados da Bahia e Pernambuco. O Ceará foi considerado à parte com vistas a captar as suas relações inter/intrarregionais e externas.

Para captar a participação do setor externo nas regiões brasileiras, uma agregação das variáveis de atividade externa também foi feita nos moldes de Pesaran, Schuermann e Weiner (2004). Inicialmente, observou-se que os países que mais interagiram comercialmente com o Brasil em todo o período em análise foram Estados Unidos, China, Argentina, Alemanha e Reino Unido.

Com o objetivo de construir um indicador de atividade externa que considere apenas os parceiros mais representativos, uma agregação dos pesos mencionados acima foi executada para as cinco nações supracitadas com base na participação dessas nas exportações da região i no ano t , na forma:

$$w_{jit}^* = \frac{w_{jit}}{\sum_j w_{jit}} \quad (3)$$

Em que w_{jit} denota o peso do país j nas exportações da região i , no ano t , fornecido pela Secretaria de Comercio Exterior (SECEX) do Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC) – SECEX/MDIC⁷. O objetivo é agregar o setor externo a partir de um critério de importância relativa destas economias no comércio com a região i . Em seguida, utilizam-se esses novos pesos, w_{jit}^* , para construir o IPI do setor externo para cada região i com base em uma média ponderada da produção industrial de cada país.

$$IPI_{it}^* = \sum_j w_{jit}^* IPI_{jt}^* \quad (4)$$

Os Índices de Produção Industrial para cada país estrangeiro foram extraídos das Estatísticas Financeiras Internacionais (IFS) do Fundo Monetário Internacional (FMI). Portanto, cada região brasileira e o estado do Ceará terão uma medida de atividade externa que leva em consideração às suas interações comerciais.

A Tabela 2 reporta à evolução dos pesos supramencionados. Observou-se que o país com maior participação no comércio com a região Nordeste⁸ foi os Estados Unidos, com 53% de participação média, e a Argentina, que apresentou interação comercial média de 20,8%. No mesmo período, verificou-se uma forte evolução da participação da economia chinesa no comércio com essa região tornando-se, após 2008, o seu segundo maior parceiro comercial.

Considerando o Sudeste brasileiro, nota-se que, assim como na região anterior, os Estados Unidos foi a economia com maior participação média, na ordem de 50%. A participação chinesa cresceu mais de 700% no período à custa de uma redução de 44,6% e 7,5% de Estados Unidos e Argentina, respectivamente.

Na região Sul, a China apresentou crescimento de 153%, seguida pela Alemanha com 46% de avanço na participação das exportações dessa região. Entretanto, a China terminou o período apenas como a terceira maior parceira comercial e, a partir de 2008, observa-se uma forte alteração na dinâmica da participação do setor externo, tendo a liderança sido alternada entre Estados Unidos, China e Argentina, respectivamente.

⁷ Observe que j varia em Estados Unidos, China, Argentina, Alemanha e Reino Unido e i com as regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil e o estado do Ceará. Vale destacar que a participação dos demais países se mostrou insignificante diante daqueles selecionados por este estudo, justificando, portanto, tal agregação.

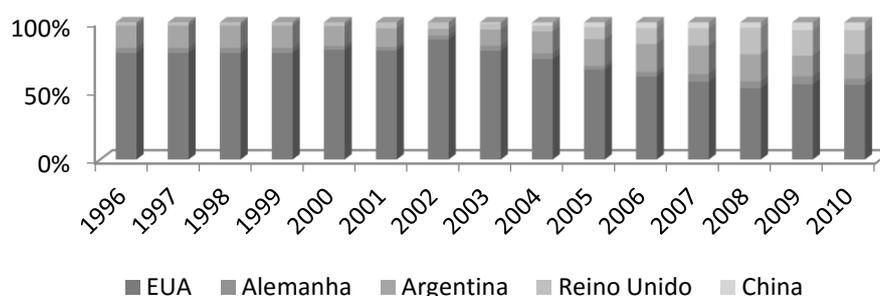
⁸ Considerando na agregação apenas Pernambuco e Bahia.

Tabela 2 - Participação dos países nas exportações regionais (em %)

Ano	Nordeste					Sudeste					Sul				
	EUA	GER	ARG	UK	CH	EUA	GER	ARG	UK	CH	EUA	GER	ARG	UK	CH
1996	66,1	4,5	23	4,1	2,3	53,8	9,9	27,4	5,4	3,4	48,4	12,5	24,7	7,7	6,7
1997	66,1	4,5	23	4,1	2,3	53,8	9,9	27,4	5,4	3,4	48,4	12,5	24,7	7,7	6,7
1998	66,1	4,5	23	4,1	2,3	53,8	9,9	27,4	5,4	3,4	48,4	12,5	24,7	7,7	6,7
1999	66,1	4,5	23	4,1	2,3	53,8	9,9	27,4	5,4	3,4	48,4	12,5	24,7	7,7	6,7
2000	66,1	4,5	23	4,1	2,3	53,8	9,9	27,4	5,4	3,4	48,4	12,5	24,7	7,7	6,7
2001	69,3	2,9	19,2	5	3,6	57,7	8,9	21,3	5,1	7	51,8	11,4	18,8	9,9	8,1
2002	70,4	2,8	15,6	7,6	3,6	65,7	10,9	10,9	4,9	7,7	58,1	10,4	6,8	11	13,6
2003	64,1	5	20	6,2	4,8	57,3	8,8	15,4	4,5	13,9	46,9	12,2	13,8	8,7	18,4
2004	60,8	5,7	22,5	5,1	5,9	55,4	9,3	20,5	3,5	11,3	44,2	11,4	17,2	8,6	18,6
2005	54,8	5,5	22	5,7	12,1	50,4	8,9	23,5	3,8	13,4	43,5	16	19,9	9,3	11,3
2006	53,8	6,3	22,2	5,1	12,6	49	9,6	23,8	4,1	13,5	41,1	14,5	23,2	8,9	12,4
2007	50,3	5,2	21,9	6	16,7	44,9	11,2	25,2	4,4	14,4	32,2	15,7	26,4	7,7	18
2008	46,5	9,8	21,1	5,7	16,9	40,8	11,4	26,1	4,4	17,4	29	15,4	25,1	6	24,5
2009	38,4	8,5	18,9	7,5	26,6	31,1	10,2	24,3	6,4	28	20,4	14,6	28,3	5,6	31
2010	35,7	7,2	13,4	9,9	33,8	29,8	10,7	26,3	5	28,2	24,6	18,2	32,5	7,8	16,9

Fonte: Elaboração própria a partir das informações da SECEX/MDIC.

O Gráfico 1 mostra a evolução da participação dos principais parceiros comerciais nas exportações cearenses entre 1996 e 2010. Observa-se uma maior interação com os Estados Unidos durante todo o período e forte evolução da Argentina, Reino Unido e China no período analisado.

Gráfico 1 - Evolução dos pesos dos parceiros comerciais nas exportações do Ceará

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da SECEX/MDIC.

A variável de exportação regional foi obtida junto a SECEX/MDIC. Vale destacar que essa variável foi devidamente deflacionada pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI).

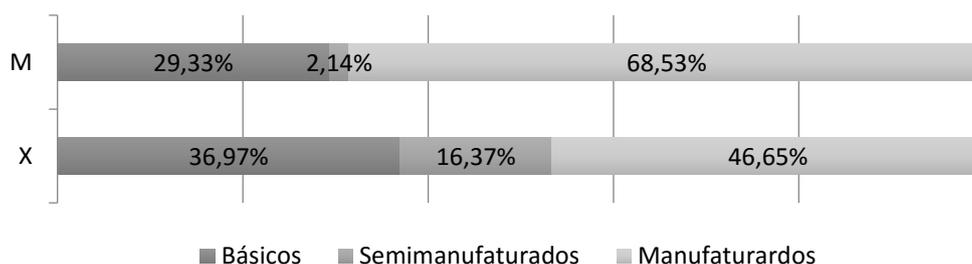
A Tabela 3 apresenta a composição média das Exportações e Importações por região brasileira, entre 1996 e 2009. Observa-se que, dentre as regiões consideradas neste estudo, o Sudeste apresentou maior participação nos manufaturados em suas exportações, algo em torno de 64%. Já as regiões Norte e Centro-Oeste tiveram maior participação de produtos básicos, 41,4% e 80%, respectivamente.

Tabela 3 - Composição média das exportações e importações entre 1996 e 2009 (%)

Região		NO	NE	CO	SE	SUL
Exportações	Básicos	41,4	20,1	80,1	22,1	36,6
	Semimanufaturados	29,2	33,4	13,7	14,1	9,9
	Manufaturados	29,4	46,5	6,2	63,8	53,5
Importações	Básicos	1,6	21,7	19,7	14,1	24,9
	Semimanufaturados	3,0	2,7	7,5	3,3	6,2
	Manufaturados	95,4	75,6	72,9	82,6	68,9

Fonte: Elaboração própria a partir das informações da SECEX/MDIC.

O Gráfico 2 mostra a composição média das Importações (M) e Exportações (X) cearenses entre 1996 e 2009. Observa-se que, em termos de exportações, a atividade econômica cearense mostrou forte participação dos básicos e dos manufaturados com, respectivamente, 37% e 46% das exportações totais. Já a sua pauta de importações revelou forte dependência da economia cearense em relação a produtos de alto valor agregado, com uma participação média de cerca de 68% dos manufaturados, além de uma importante proporção, 29%, de bens considerados básicos.

Gráfico 2 - Composição média das exportações e importações cearenses entre 1996 e 2009

Fonte: Elaboração própria a partir das informações da SECEX/MDIC.

Apesar de uma maior participação dos produtos manufaturados nas exportações, como mostram Maia e Cavalcante (2010), esses se concentram nos setores de calçados, castanha de caju, couros e peles, frutas e têxteis, enquanto que, nas importações, destacam-se reatores nucleares, máquinas e equipamentos, produtos químicos, trigo e têxteis, respectivamente. Portanto, o estado do Ceará possui um setor industrial ainda incipiente em termos de geração de bens de alto valor agregado.

Por fim, para controlar as condições do fluxo internacional de comércio e de capitais, utilizou-se uma medida de oscilação cambial⁹, tratada como exógena no sistema dinâmico estimado. A variável utilizada foi a taxa de câmbio efetiva real (IPA-DI), obtida junto ao Departamento Econômico do Banco Central do Brasil (BCB-DEPEC). Essa taxa é uma medida da competitividade das exportações brasileiras calculada pela média ponderada do índice de paridade do poder de compra dos 16 maiores parceiros comerciais do Brasil. A paridade do poder de compra é definida pelo quociente entre a taxa de câmbio nominal (em R\$/US\$) e a relação entre o Índice de Preço por Atacado (IPA) americano e o Índice de Preços por Atacado Disponibilidade Interna do Brasil.

Além da taxa de câmbio, os efeitos do setor externo no modelo são representados pelas variáveis DLNPIEXT_CE, DLNPIEXT_NE, DLNPIEXT_SE e DLNPIEXT_SUL. As variáveis

⁹ Calculada a partir da taxa de variação, expressa como $\{[\ln(E_t) - \ln(E_{t-1})] \cdot 100\}$ em que E_t e E_{t-1} indicam a taxa de câmbio efetiva real em t e em $t-1$, respectivamente.

DLNIPIEXT representam a variação na atividade industrial, medida pelo IPI, dos principais parceiros comerciais internacionais, agregados com pesos dados de acordo com sua participação nas exportações do estado do Ceará e das regiões Nordeste, Sudeste e Sul, respectivamente.

Inicialmente, procedeu-se a análise da estacionaridade das séries. Os testes ADF e Phillips-Perron indicaram que todas as variáveis se mostram estacionárias, em taxas de crescimento, a 1% de significância¹⁰. O Quadro 1 apresenta uma síntese descritiva das variáveis.

Quadro 1 - Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Descrição
DLNIPI_SE	Taxa de Crescimento da Produção Industrial do Sudeste
DLNIPI_SUL	Taxa de Crescimento da Produção Industrial do Sul
DLNIPI_NE	Taxa de Crescimento da Produção Industrial do Nordeste
DLNIPI_CE	Taxa de Crescimento da Produção Industrial do Estado do Ceará
DLNIPIEXT_SE	Taxa de Crescimento da Produção Industrial do Setor Externo – Região Sudeste
DLNIPIEXT_SUL	Taxa de Crescimento da Produção Industrial do Setor Externo – Região Sul
DLNIPIEXT_NE	Taxa de Crescimento da Produção Industrial do Setor Externo – Região Nordeste (sem o Ceará)
DLNIPIEXT_CE	Taxa de Crescimento da Produção Industrial do Setor Externo – Estado do Ceará
DLNEXP_SE	Taxa de Crescimento das Exportações do Sudeste
DLNEXP_SUL	Taxa de Crescimento das Exportações do Sul
DLNEXP_NE	Taxa de Crescimento das Exportações do Nordeste
DLNEXP_CE	Taxa de Crescimento das Exportações do Estado do Ceará
DLNCAMBIO*	Taxa de Variação Cambial (Câmbio Real)

Nota: * Variável considerada exógena no modelo estimado.

Fonte: Elaboração própria.

4. Aspectos metodológicos

De acordo com Lütkepohl (2005), um modelo vetorial autorregressivo com p defasagens VAR(p), pode ser expresso da seguinte forma:

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{v} + \mathbf{A}_1 \mathbf{y}_{t-1} + \dots + \mathbf{A}_p \mathbf{y}_{t-p} + \mathbf{u}_t \quad (5)$$

Na qual \mathbf{y}_t é um vetor ($k \times 1$) de variáveis endógenas, \mathbf{A}_i é uma matriz ($k \times k$) de coeficientes fixos e \mathbf{v} um vetor ($k \times 1$) de termos de intercepto. A matriz \mathbf{A} incorpora os efeitos defasados existentes. Finalmente, \mathbf{u}_t é um vetor ($k \times 1$) de erros que se comportam como ruídos brancos (*white noise*); ou seja, $E(\mathbf{u}_t) = 0$; $E(\mathbf{u}_t \mathbf{u}_t') = \Sigma_u$ e $E(\mathbf{u}_t \mathbf{u}_s') = 0$, para $s \neq t$. As restrições sobre os coeficientes desse modelo podem ser representadas da seguinte forma – primeiro, reescreve-se o VAR como,

$$\mathbf{Y} = \mathbf{BZ} + \mathbf{U}^{11} \quad (6)$$

Suponha uma restrição linear para \mathbf{B} que tem a forma

$$\boldsymbol{\beta} = \text{vec}(\mathbf{B}) = \mathbf{Ry} + \mathbf{r} \quad (7)$$

¹⁰ Em virtude do limite de páginas requerido pelo periódico, as tabelas com os resultados dos testes de raiz unitária estão disponíveis sob solicitação.

¹¹ Em que $\mathbf{Y} = [y_1, \dots, y_T]$; $\mathbf{Z} = [\mathbf{Z}_0, \dots, \mathbf{Z}_{T-1}]$; $\mathbf{Z}'_t = [1, y_0, \dots, y_{t-p+1}]$; $\mathbf{B} = [\mathbf{v}, \mathbf{A}_1, \dots, \mathbf{A}_p]$ e $\mathbf{U} = [u_1, \dots, u_T]$.

Em que $\boldsymbol{\beta} = \text{vec}(\mathbf{B})$ é um vetor ($K(Kp+1) \times 1$), \mathbf{R} é uma matriz ($K(Kp+1) \times M$) conhecida de posto M , $\boldsymbol{\gamma}$ é um vetor ($M \times 1$) de parâmetros desconhecidos e \mathbf{r} é um vetor ($K(Kp+1) \times 1$) de constantes conhecidas. Embora não seja convencional, a representação encontrada em (7) permite a imposição de restrições através de uma simples reparametrização do modelo original. Substituindo $\boldsymbol{\beta} = \text{vec}(\mathbf{B})$ em (6) tem-se:

$$\mathbf{y} = \text{vec}(\mathbf{Y}) = (\mathbf{Z}' \otimes \mathbf{I}_K) \text{vec}(\mathbf{B}) + \text{vec}(\mathbf{U}) = (\mathbf{Z}' \otimes \mathbf{I}_K) (\mathbf{R}\boldsymbol{\gamma} + \mathbf{r}) + \mathbf{u} \therefore \mathbf{z} = (\mathbf{Z}' \otimes \mathbf{I}_K) \mathbf{R}\boldsymbol{\gamma} + \mathbf{u} \quad (8)$$

Em que $\mathbf{z} = \mathbf{y} - (\mathbf{Z}' \otimes \mathbf{I}_K) \boldsymbol{\gamma}$, $\mathbf{u} = \text{vec}(\mathbf{U})$ e \otimes denota o produto de Kronecker. Essa especificação é bastante conveniente por permitir a derivação dos estimadores e suas propriedades como no modelo VAR irrestrito. Seja $\boldsymbol{\Sigma}_u$ a matriz de covariância de \mathbf{u} , o vetor $\hat{\boldsymbol{\gamma}}$ obtido na minimização de

$$S(\boldsymbol{\gamma}) = \mathbf{u}' (\mathbf{I}_T \otimes \boldsymbol{\Sigma}_u^{-1}) \mathbf{u} = [\mathbf{z} - (\mathbf{Z}' \otimes \mathbf{I}_K) \mathbf{R}\boldsymbol{\gamma}]' (\mathbf{I}_T \otimes \boldsymbol{\Sigma}_u^{-1}) [\mathbf{z} - (\mathbf{Z}' \otimes \mathbf{I}_K) \mathbf{R}\boldsymbol{\gamma}] \quad (9)$$

Com respeito a $\boldsymbol{\gamma}$, mostra-se que,

$$\hat{\boldsymbol{\gamma}} = \boldsymbol{\gamma} + [\mathbf{R}' (\mathbf{Z}\mathbf{Z}' \otimes \boldsymbol{\Sigma}_u^{-1}) \mathbf{R}]^{-1} \mathbf{R}' (\mathbf{I}_{Kp+1} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_u^{-1}) \text{vec}(\mathbf{U}\mathbf{Z}') \quad (10)$$

Esse estimador é comumente chamado de mínimos quadrados generalizados (GLS), pois minimiza a soma dos erros dos quadrados dos erros generalizados, $S(\boldsymbol{\gamma})$, em vez de apenas a soma dos quadrados dos erros $\mathbf{u}'\mathbf{u}$. Lütkepohl (2005) mostra que, quando há restrições nos parâmetros do VAR, o estimador de GLS é assintoticamente mais eficiente do que o de mínimos quadrados multivariados (LS) e que, nesta situação, o primeiro é preferível a este. O autor mostra ainda que, sob hipóteses gaussianas, o estimador de GLS é equivalente ao de máxima verossimilhança (MV).

Entretanto, o estimador $\hat{\boldsymbol{\gamma}}$ apresenta limitações para a sua operacionalização uma vez que, na prática, requer o conhecimento de $\boldsymbol{\Sigma}_u$. Como normalmente não se tem essa informação, deve-se utilizar um estimador para $\boldsymbol{\Sigma}_u$. Portanto, usando uma estimativa consistente $\bar{\boldsymbol{\Sigma}}_u$ para $\boldsymbol{\Sigma}_u$ e substituindo-a em (10), obtém-se o chamado GLS estimável (EGLS) na forma,

$$\hat{\boldsymbol{\gamma}} = [\mathbf{R}' (\mathbf{Z}\mathbf{Z}' \otimes \bar{\boldsymbol{\Sigma}}_u^{-1}) \mathbf{R}]^{-1} \mathbf{R}' (\mathbf{Z} \otimes \bar{\boldsymbol{\Sigma}}_u^{-1}) \mathbf{z} \quad (11)$$

Na prática, o que se tem são restrições para as K equações do sistema (5), separadamente. Neste caso, pode ser mais conveniente escrever as restrições em termos do vetor $\mathbf{b} = \text{vec}(\mathbf{B}')$ que contém os parâmetros da primeira equação nas primeiras $Kp+1$ posições e os da segunda nas próximas $Kp+1$ posições. Quando as restrições são expressas como:

$$\mathbf{b} = \bar{\mathbf{R}}\mathbf{c} + \bar{\mathbf{r}} \quad (12)$$

Em que $\bar{\mathbf{R}}$ é uma matriz ($(K^2p+K) \times M$) conhecida de posto M , \mathbf{c} é um vetor ($M \times 1$) de parâmetros desconhecidos e $\bar{\mathbf{r}}$ é um vetor conhecido de dimensão (K^2p+K) . Observadas algumas condições o estimador EGLS de \mathbf{c} é dado por:

$$\hat{\mathbf{c}} = [\bar{\mathbf{R}}' (\bar{\boldsymbol{\Sigma}}_u^{-1} \otimes \mathbf{Z}\mathbf{Z}') \bar{\mathbf{R}}]^{-1} \bar{\mathbf{R}}' (\bar{\boldsymbol{\Sigma}}_u^{-1} \otimes \mathbf{Z}) [\text{vec}(\mathbf{Y}') - (\mathbf{Z} \otimes \mathbf{I}_K) \bar{\mathbf{r}}] \quad (13)$$

Dessa forma, o estimador correspondente de \mathbf{b} é dado por:

$$\hat{\mathbf{b}} = \bar{\mathbf{R}}\hat{\mathbf{c}} + \bar{\mathbf{r}} \quad (14)$$

Os multiplicadores dinâmicos de um sistema de variáveis, ou seja, suas funções de impulso resposta são dadas por:

$$\mathbf{y}_t = \boldsymbol{\mu} + \sum_{i=0}^{\infty} \boldsymbol{\Phi}_i \mathbf{u}_{t-i} \quad \text{com } \boldsymbol{\Phi}_0 = \mathbf{I}_K \text{ e} \quad (15)$$

$$\mathbf{y}_t = \boldsymbol{\mu} + \sum_{i=0}^{\infty} \boldsymbol{\Theta}_i \boldsymbol{\omega}_{t-i} \quad (16)$$

Em que $\boldsymbol{\Phi}_i$ e $\boldsymbol{\Theta}_i$ são desconhecidos e calculados a partir dos parâmetros estimados do VAR e da matriz de covariância estimada. Para derivar a distribuição assintótica de $\boldsymbol{\Phi}_i$ e $\boldsymbol{\Theta}_i$, suponha apenas que os $\boldsymbol{\Phi}_i$'s são obtidos a partir dos coeficientes $\mathbf{A}_1, \dots, \mathbf{A}_p$ de maneira recursiva a partir de:

$$\boldsymbol{\Phi}_j = \sum_{i=1}^j \boldsymbol{\Phi}_{j-i} \mathbf{A}_i, \quad i = 1, 2, \dots \quad (17)$$

Começando com $\boldsymbol{\Phi}_0 = \mathbf{I}_K$ e definindo $A_j > 0$ para $j > p$, os $\boldsymbol{\Theta}_i$'s, são obtidos para $\mathbf{A}_1, \dots, \mathbf{A}_p$ e $\boldsymbol{\Sigma}_u$ na forma $\boldsymbol{\Theta}_i = \boldsymbol{\Phi}_i \mathbf{P}$, em que \mathbf{P} assume a especificação supracitada. Além disso, os respectivos impulsos resposta acumulados são:¹³

$$\boldsymbol{\Psi}_n = \sum_{i=0}^n \boldsymbol{\Phi}_i, \quad \boldsymbol{\Psi}_{\infty} = \sum_{i=0}^{\infty} \boldsymbol{\Phi}_i = (\mathbf{I}_K - \mathbf{A}_1 - \mathbf{A}_2 - \dots - \mathbf{A}_p)^{-1}, \text{ se existir e} \quad (18)$$

$$\boldsymbol{\Xi}_n = \sum_{i=0}^n \boldsymbol{\Theta}_i, \quad \boldsymbol{\Xi}_{\infty} = \sum_{i=0}^{\infty} \boldsymbol{\Theta}_i = (\mathbf{I}_K - \mathbf{A}_1 - \mathbf{A}_2 - \dots - \mathbf{A}_p)^{-1} \mathbf{P}, \text{ se existir.} \quad (19)$$

A distribuição assintótica é demonstrada de uma maneira suficientemente geral a ponto de acomodar o caso em análise neste estudo. Agora, os impulsos resposta são calculados a partir dos estimadores restritos de $\mathbf{A}_1, \dots, \mathbf{A}_p$. A matriz de covariância do estimador restrito de $\boldsymbol{\alpha} = \text{vec}(\mathbf{A}_1, \dots, \mathbf{A}_p)$ é obtida a partir de uma transformação bloco triangular ($K2p \times K2p$) do lado direito, isto é:

$$\boldsymbol{\Sigma}_{\hat{\boldsymbol{\beta}}} = \mathbf{R}[\mathbf{R}'(\boldsymbol{\Gamma} \otimes \boldsymbol{\Sigma}_u^{-1})\mathbf{R}]^{-1}\mathbf{R}' \quad (20)$$

Como mostra Lütkepohl (2005), as propriedades assintóticas de tais funções são as mesmas observadas no caso irrestrito e, na prática, seus intervalos de confiança são gerados por métodos de *bootstrap*. Os efeitos inter/intrarregionais e internacionais investigados neste trabalho são caracterizados pelas funções de impulso resposta extraídas de um modelo VAR com restrições nos parâmetros estimado por EGLS, como descrito na seção anterior.

O número de defasagens apontado pelo critério de informação de Schwarz foi de uma defasagem. Depois de estimado o modelo, procedeu-se a análise de seus resíduos. Várias estatísticas de teste usuais para esse propósito não existem, ou são enviesadas, ou com propriedades desconhecidas no caso de modelos VAR com restrições nos seus parâmetros. Portanto, optou-se, sempre que possível, por utilizar as versões baseadas nos resíduos de cada equação. A Tabela 4 mostra que, ao nível de significância de 1%, os testes de Jarque-Bera e de Engle indicam que, exceto em uma das doze equações, os resíduos são normalmente distribuídos e que não há efeitos ARCH, respectivamente. Os resíduos também não são autorregressivos de acordo com o teste de Ljung-Box. Não há uma versão robusta ao viés de pequenas amostras para o teste de autocorrelação dos resíduos de Breusch-Pagan, como apresentado em Edgerton e Shukur (1999), para o modelo VAR estimado

¹² Em que $\boldsymbol{\mu} = \mathbf{E}(\mathbf{y}_t)$, $\boldsymbol{\Theta}_i = \boldsymbol{\Phi}_i \mathbf{P}$, $\boldsymbol{\omega}_t = \mathbf{P}^{-1} \mathbf{u}_t$ e \mathbf{P} é uma decomposição de Choleski triangular inferior de $\boldsymbol{\Sigma}_u$ tal que $\boldsymbol{\Sigma}_u = \mathbf{P}\mathbf{P}'$. Portanto, $\boldsymbol{\Sigma}_{\omega} = \mathbf{E}(\boldsymbol{\omega}_t \boldsymbol{\omega}_t') = \mathbf{I}_K$.

¹³ Para demonstração e detalhes sobre a distribuição assintótica ver a proposição 3.6 em Lütkepohl (2005).

neste trabalho. Através dessas informações, a especificação final do modelo utilizado neste exercício pode ser expressa como:

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{v} + \mathbf{A}\mathbf{y}_{t-1} + \mathbf{B}\mathbf{x}_{t-1} + \mathbf{u}_t \quad (21)$$

Em que \mathbf{y}_t é um vetor (12 x 1) que contém as variáveis de atividade industrial do Ceará, das regiões brasileiras¹⁴ e do setor externo, bem como a taxa crescimento das exportações e, por fim, \mathbf{x}_{t-1} representa a taxa de variação cambial, considerada exógena às regiões. O sistema apresenta a estrutura abaixo e o seus resultados estão dispostos na Tabela 4:

$$\begin{aligned} DLNPIEXT_i &= f(DLNPIEXT_{i-1}) \\ DLNEXP_i &= f(DLNEXP_{i-1}, DLNPIEXT_{i-1}, DCAMBIO^*_{i-1}) \\ DLNPI_{i=j} &= f(DLNPI_{i-1}, DLNPI_{j-1}, DLNEXP_{i-1}) \end{aligned} \quad (22)$$

Em que i e j denotam o Ceará e as regiões Sudeste, Sul, Nordeste do Brasil, com $i \neq j$. A taxa de variação cambial é considerada exógena. Dessa forma, tem-se um sistema com equações para a dinâmica industrial, crescimento das exportações e atividade industrial externa.

A dinâmica industrial da unidade i é modelada como função: a) da própria defasada¹⁵, para captar a inércia ou persistência da atividade industrial oriunda do passado no tempo corrente, uma vez que o que se produz hoje é em parte explicado pelo que foi produzido anteriormente; b) do crescimento industrial defasado das demais regiões, para captar as repercussões inter-regionais, objeto deste estudo, além de possíveis co-movimentos e/ou assimetrias nos ciclos econômicos regionais; c) do crescimento das exportações da própria unidade, incorporando as hipóteses presentes no modelo KDT, bem como para investigar os efeitos indiretos do setor externo. Vale ressaltar que os impactos intrarregionais Ceará/Nordeste que compõem este estudo de caso são avaliados via impulso resposta do Ceará no Nordeste e *vice-versa*.

A taxa de progresso das exportações de uma região específica i foi modelada em termos de suas próprias defasagens e da atividade econômica do setor externo correspondente a essa região, incorporando os efeitos da demanda por exportações. Além disso, utilizou-se a oscilação cambial, considerada exógena às unidades regionais, que é uma variável fundamental na determinação das exportações. A atividade econômica do setor externo foi especificada como um processo autorregressivo. Vale ressaltar que a inclusão dessa variável no sistema incorpora a atuação do setor externo, suprimindo a lacuna existente em estudos que investigam tais repercussões.

As transmissões propostas neste estudo são observadas a partir da análise das funções de impulso resposta¹⁶ calculadas a partir dos parâmetros estimados por EGLS do VAR restrito. Para identificar os efeitos permanentes de tais repercussões, utilizam-se funções de impulso resposta acumulada. Os intervalos de confiança das funções de impulso resposta foram calculados de acordo com o procedimento de *bootstrap* apresentado por Hall (1992).

¹⁴ Nordeste, sem o Ceará, Sudeste e Sul.

¹⁵ Vale ressaltar que, em vetores autorregressivos, a inclusão de variáveis adicionais aumenta rapidamente o número de parâmetros a serem estimados, podendo inviabilizar sua aplicação. Entretanto, o efeito de variáveis importantes para a atividade industrial, como, por exemplo, o capital físico e humano, que não está disponível para o nível de desagregação geográfico e frequência temporal utilizada neste estudo, pode estar refletido na variável da atividade industrial passada ($DLNPI_{it-1}$). A ideia é que o valor passado dessas variáveis omitidas influenciem o passado da atividade industrial passada e, como os dados utilizados estão na frequência mensal, a qual neste estudo consiste em um período muito pequeno, para que efeitos na mudança do capital físico e humano sejam notados, espera-se que a atividade industrial defasada possa refletir a importância dessas variáveis omitidas.

¹⁶ Apresentados na forma Impulso → Resposta e Acum. impulso → Resposta.

Tabela 4 - Resultados do modelo VAR com restrições

	DLNIPIEXTSE _t	DLNIPI EXTSUL _t	DLNIPI EXTNE _t	DLNIPI EXTCE _t	DLNEXP SE _t	DLNEXP SUL _t	DLNEXP NE _t	DLNEXP CE _t	DLNIPI SE _t	DLNIPI SUL _t	DLNIPI NE _t	DLNIPI CE _t
DLNIPIEXT SE _{t-1}	-0,26 (-7,12)	-	-	-	0,007 (1,61)	-	-	-	-	-	-	-
DLNIPIEXT SUL _{t-1}	-	-0,25 (-6,79)	-	-	-	0,015 (2,35)	-	-	-	-	-	-
DLNIPIEXTNE _{t-1}	-	-	0,28 (-7,98)	-	-	-	-0,33 (-5,45)	-	-	-	-	-
DLNIPIEXTCE _{t-1}	-	-	-	-0,33 (-8,67)	-	-	-	-0,38 (-6,18)	-	-	-	-
DLNEXPSE _{t-1}	-	-	-	-	-0,43 (-8,25)	-	-	-	0,055 (2,73)	-	-	-
DLNEXPSUL _{t-1}	-	-	-	-	-	-0,37 (-6,08)	-	-	-	-0,003 (-0,181)	-	-
DLNEXPNE _{t-1}	-	-	-	-	-	-	0,006 (0,802)	-	-	-	-0,054 (-2,12)	-
DLNEXPCE _{t-1}	-	-	-	-	-	-	-	-0,008 (-1,69)	-	-	-	-0,016 (-0,654)
DLNIPISE _{t-1}	-	-	-	-	-	-	-	-0,26 (-2,91)	-0,054 (-0,408)	-0,537 (-3,22)	-0,206 (-1,32)	-
DLNIPISUL _{t-1}	-	-	-	-	-	-	-	0,12 (1,73)	0,045 (0,426)	0,107 (0,816)	0,385 (3,11)	-
DLNIPINE _{t-1}	-	-	-	-	-	-	-	-0,13 (-3,19)	-0,134 (-2,16)	0,216 (2,738)	0,282 (3,84)	-
DLNIPICE _{t-1}	-	-	-	-	-	-	-	-0,10 (-1,86)	-0,193 (-2,37)	0,011 (0,104)	-0,563 (-5,87)	-
RESÍDUOS	RESID 1	RESID 2	RESID 3	RESID 4	RESID 5	RESID 6	RESID 7	RESID 8	RESID 9	RESID 10	RESID11	RESID12
Jarque-Bera	7,09 [0,03]	2,01 [0,37]	8,34 [0,02]	3,99 [0,14]	10,47 [0,01]	0,16 [0,92]	0,76 [0,68]	1,50 [0,48]	6,65 [0,04]	1,71 [0,47]	1,31 [0,52]	0,55 [0,76]
ARCH	16,67 [0,00]	1,35 [0,24]	0,67 [0,41]	3,20 [0,07]	0,90 [0,34]	1,65 [0,20]	1,34 [0,25]	1,35 [0,25]	0,14 [0,71]	0,11 [0,74]	0,03 [0,86]	2,34 [0,13]
Ljung-Box	0,65 [0,72]	3,38 [0,18]	1,51 [0,47]	1,38 [0,50]	0,09 [0,95]	4,21 [0,12]	4,13 [0,13]	0,99 [0,61]	1,02 [0,60]	2,47 [0,29]	0,44 [0,80]	0,68 [0,71]

Nota: Estatística t entre parêntesis. P-valor entre colchetes.

Fonte: Elaboração própria a partir do modelo estimado.

5. Análise e discussão dos resultados

Nesta seção, inicialmente, são analisados os efeitos inter-regionais da atividade industrial; em seguida, observam-se as respostas do crescimento das exportações por região em relação aos choques na dinâmica industrial do setor externo e, posteriormente, os impactos do primeiro na dinâmica regional da indústria, e por fim, analisam-se as repercussões inter/intrarregionais e internacionais para o estado do Ceará.

5.1. Choques na atividade industrial

O Gráfico 3 revela que um choque na taxa de crescimento da produção industrial da região Sudeste apresenta um impacto positivo e contemporâneo (inicial – período “0” nesses gráficos), na taxa de crescimento da atividade industrial das regiões Sul e Nordeste, com uma maior resposta da primeira, conforme primeira linha do Gráfico 3.

A segunda linha desse gráfico mostra que um impulso na atividade industrial da região Sul provoca uma resposta inicial negativa no Nordeste, com uma mudança de sinal já no primeiro mês e a resposta da região Sudeste é inicialmente nula e torna-se positiva depois de um mês. O efeito acumulado desse choque é 48% maior no Sudeste do que no Nordeste.

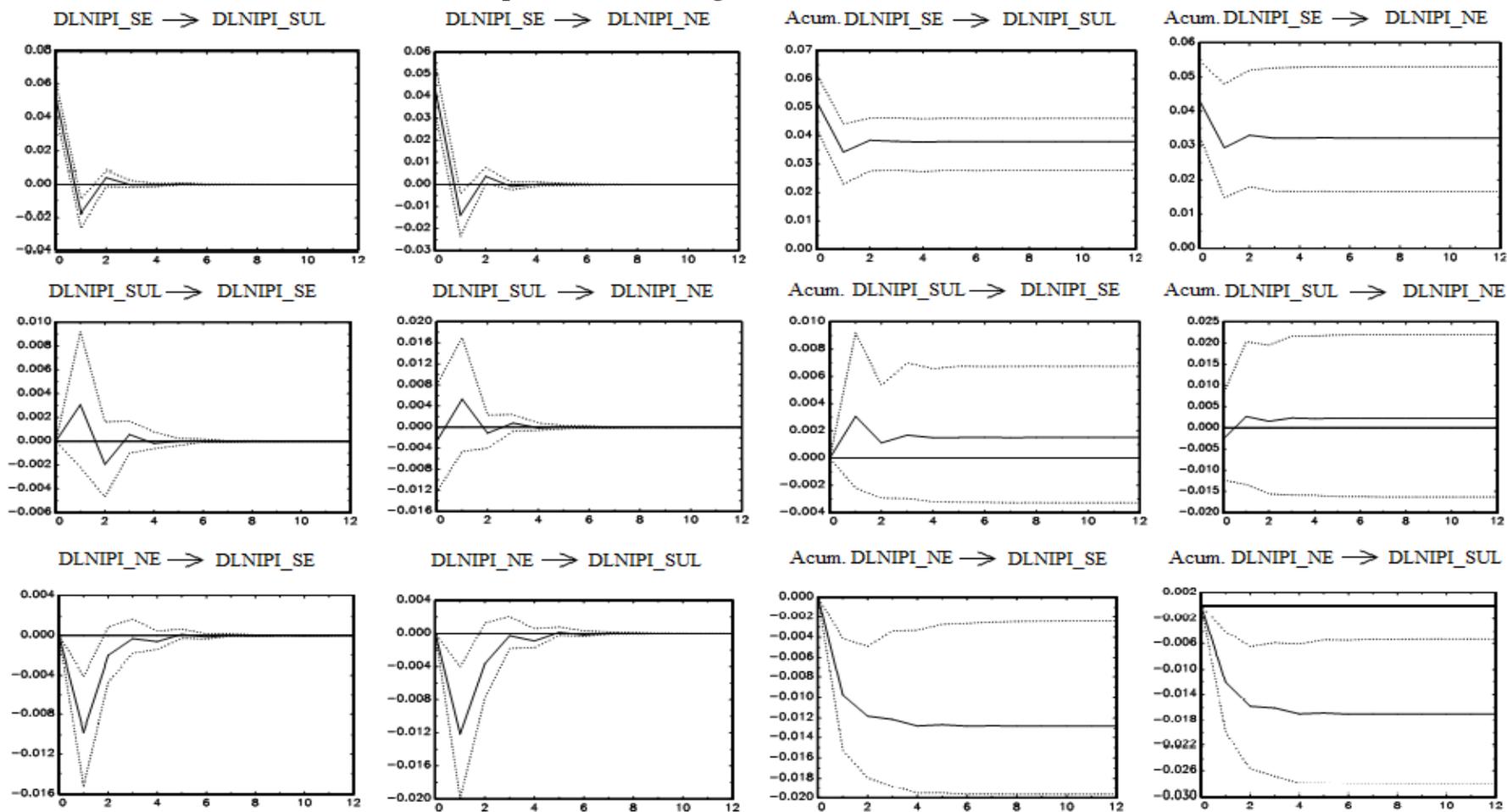
As respostas das regiões Sudeste e Sul a choques na atividade industrial do Nordeste brasileiro se mostraram inicialmente nulas e negativas a partir do primeiro mês, com duração entre 4 a 5 meses. A resposta acumulada mostra que esse choque tem um efeito permanente negativo 29% maior na região Sul quando comparada com a resposta acumulada do Sudeste, conforme última linha do Gráfico 3.

Portanto, há indícios de que a dinâmica regional da indústria brasileira é conduzida pela região Sudeste¹⁷, uma vez que esta apresentou as maiores e mais duradouras repercussões sobre as demais regiões. Além disso, esses resultados podem indicar que choques positivos na atividade industrial das regiões Sudeste e Sul geraram efeitos complementares, *spread effect*, para a produção industrial do Nordeste brasileiro, como o aumento de demanda de insumos dessa última região, por exemplo. Por outro lado, um choque positivo no crescimento industrial do Nordeste parece diminuir, em média, a sua necessidade por produtos e insumos produzidos no Sul e Sudeste gerando um maior efeito substituição, ou *backwash effect*.

Uma outra possibilidade é a de que esses resultados sejam reflexo de uma falta de sincronização ou assimetria dos ciclos industriais da região Nordeste com as demais; ou, ainda, nos moldes de Perobelli *et al.* (2010) e Arruda e Tatiwa (2014), podem ser justificados por maiores economias de aglomeração existentes nas regiões Sudeste e Sul, em detrimento do Nordeste do Brasil. De acordo com Perobelli *et al.* (2010), há uma maior integração industrial nas regiões Sudeste e Sul, que produzem maiores encadeamentos, enquanto que o polo industrial do Nordeste é desconexo. Essas características também são ressaltadas por Ablas e Pinto (2009) e Maia e Cavalcante (2010).

¹⁷ Conforme explicado na seção 3, que trata sobre as variáveis utilizadas, os dados da região Nordeste são disponíveis apenas para os estados da Bahia, Ceará e Pernambuco, enquanto essa região é composta por mais sete estados. Como a dinâmica industrial do Ceará está sendo analisada, a agregação, ponderada pela importância do IPI, dessa região é realizada apenas com os dados sobre Bahia e Pernambuco. Entretanto, Melo e Simões (2009) baseados em dados de 188 microrregiões nordestinas, no período de 1998 a 2007, mostram que a atividade industrial se concentra nesses três estados utilizados neste trabalho. Ademais, dados do IBGE mostram que em 2009 esses três estados representam aproximadamente 70% do PIB industrial da região.

Gráfico 3 - Repercussões interregionais da dinâmica industrial brasileira



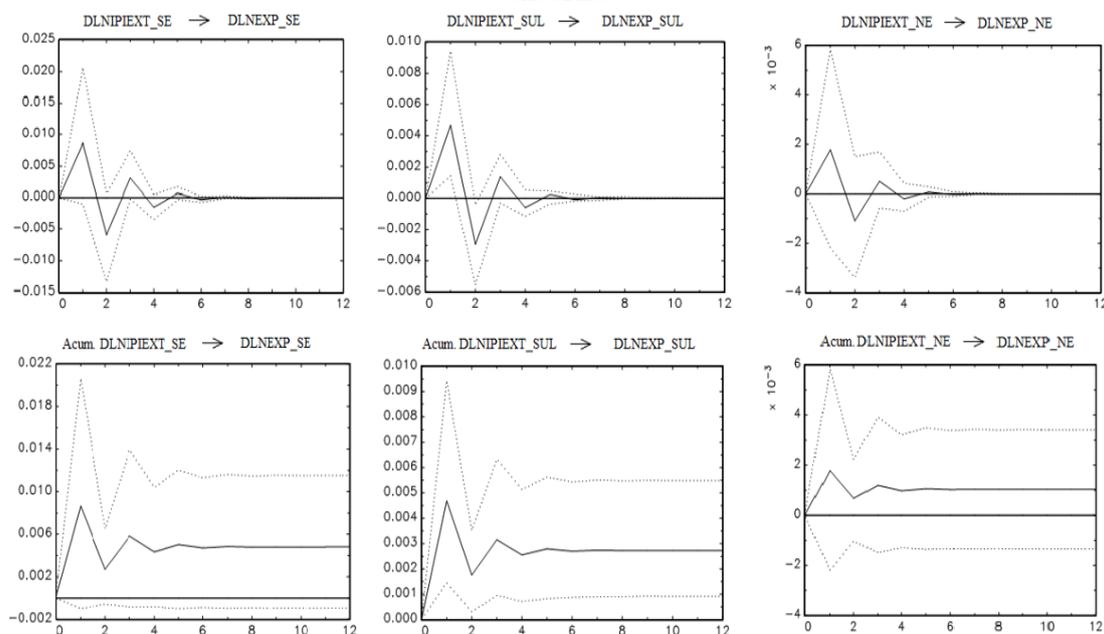
Fonte: Elaboração própria a partir do modelo estimado.

De uma forma geral, esses resultados corroboram os de Perobelli e Haddad (2006a) que observam um setor industrial no Sudeste brasileiro capaz de produzir importantes influências sobre as demais regiões; bem como um aumento da participação da região Sul na dinâmica das demais regiões e uma indústria ainda incipiente na região Nordeste que não se mostra relevante para as interações regionais no Brasil. Ainda nessa linha, Rocha, Bezerra e Mesquita (2013) argumentam que os efeitos de aglomeração dependem fundamentalmente das especificidades da indústria, da intensidade de tecnologia empregada etc., fato que justifica a maior intensidade das repercussões regionais do Sul e Sudeste brasileiros.

5.2. Choques na atividade econômica externa

Como previsto pelos tópicos intrínsecos à teoria econômica subjacente aos impactos da atividade econômica externa no crescimento das exportações do país ou região, o crescimento industrial dos principais parceiros comerciais das regiões brasileiras apresentou impactos positivos na dinâmica das exportações de todas as regiões consideradas. O Gráfico 4 sintetiza esses resultados.

Gráfico 4 - Resposta do crescimento das exportações a choques na atividade econômica externa



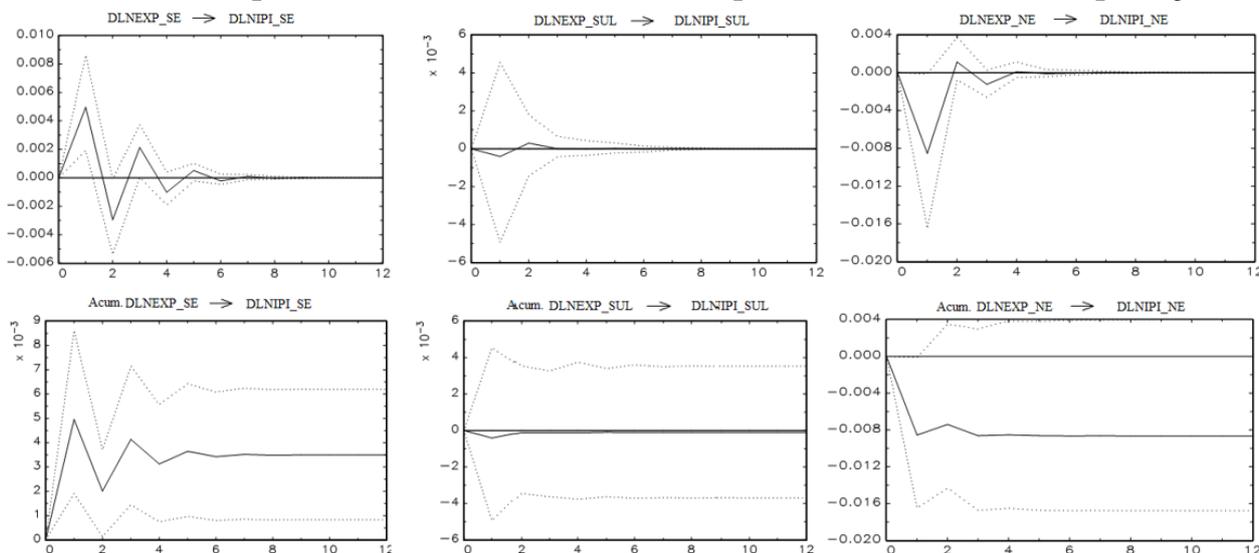
Fonte: Elaboração própria a partir do modelo estimado.

As respostas acumuladas evidenciam que, dado um choque na atividade industrial dos maiores parceiros comerciais de cada região brasileira, observam-se maiores efeitos positivos na taxa de crescimento da exportação no Sudeste brasileiro, região com melhor infraestrutura para o comércio internacional e com uma maior participação de manufaturados em sua pauta de exportação, resultados semelhantes aos reportados por Haddad, Domingues e Perobelli (2002), Magalhães (2009) e Arruda *et al.* (2013). Além disso, essas evidências confirmam o argumento de Kuszczak e Murray (1986) de que os modelos econômicos que desejam quantificar as interações regionais precisam incluir a participação do setor externo sob o custo de desconsiderar um importante componente de demanda externa.

5.3. Choques no crescimento das exportações

Por fim, ainda em um contexto inter-regional, observou-se que a resposta da atividade industrial a choques no crescimento das exportações foi positiva apenas na região Sudeste, enquanto que o Nordeste apresenta uma resposta negativa e, no Sul, praticamente não há repercussão relevante, conforme Gráfico 5.

Gráfico 5 - Resposta da atividade industrial a choques no crescimento das exportações



Fonte: Elaboração própria a partir do modelo estimado.

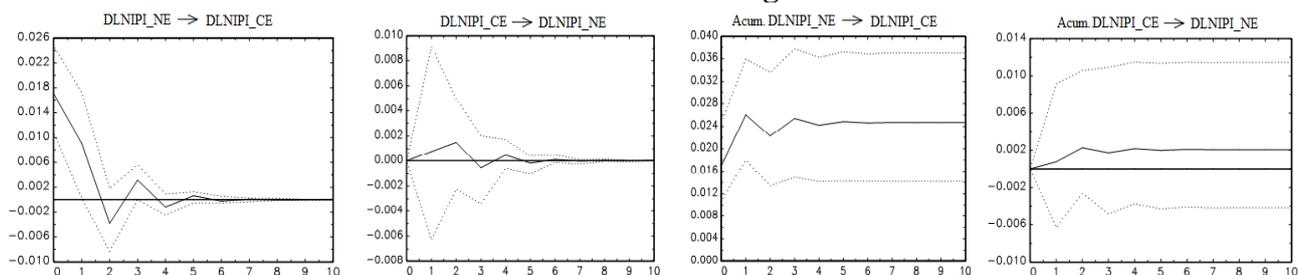
Esse resultado reflete a maior participação das atividades agrícolas nas exportações das regiões Sul e Nordeste em detrimento da forte indústria exportadora presente no Sudeste brasileiro como destacam Porto (2002), Haddad, Domingues e Perobelli (2002), Perobelli e Haddad (2006b).

Os autores argumentam ainda que a contribuição do comércio para a atividade econômica regional depende fundamentalmente da natureza do setor exportador. Portanto, pode-se afirmar que o comércio internacional tem contribuído para um crescimento regional extremamente desigual devido à presença de assimetrias em suas repercussões (Arruda *et al.*, 2013).

5.4. Estudo de caso

Em seguida, procedeu-se a análise do estudo de caso para o estado do Ceará (Gráfico 6). Os resultados mostram, inicialmente, que um choque na taxa de crescimento da atividade industrial da região Nordeste¹⁸ provoca uma resposta contemporânea e positiva na atividade industrial cearense. Nas mesmas condições, se o choque ocorresse no Ceará, a dinâmica industrial da região Nordeste também responderia positivamente. Entretanto, esse impacto é muito menor, como esperado.

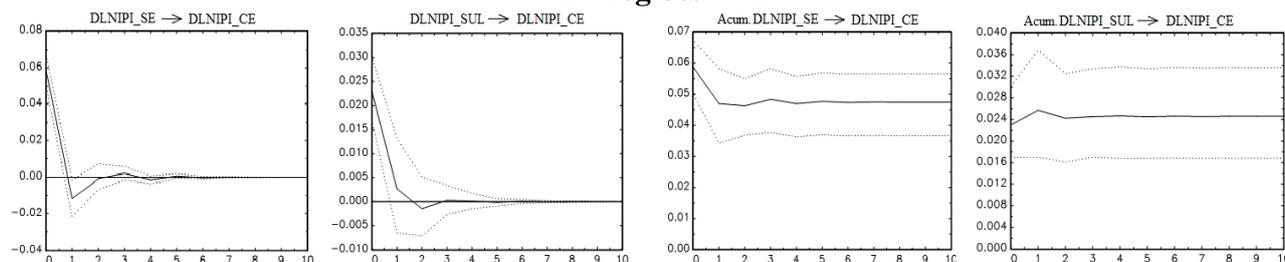
¹⁸ Vale lembrar que na agregação da Região Nordeste considerou-se apenas Bahia e Pernambuco.

Gráfico 6 - Transbordamentos intrarregionais Nordeste/Ceará

Fonte: Elaboração própria a partir do modelo estimado.

As respostas acumuladas mostram que os efeitos permanentes de um choque no crescimento industrial do Nordeste na mesma variável cearense são 92% maiores quando comparados com o efeito acumulado produzido pelo Ceará na região Nordeste, como mostra o gráfico acima. Vale ressaltar que Arruda e Tatiwa (2014) destacam a existência de possíveis efeitos complementares proporcionados pelo crescimento da atividade industrial da Bahia e do Ceará e efeitos substituição/concorrência gerados por Pernambuco na região Nordeste, de modo que o crescimento industrial da Bahia e do Ceará parece gerar um aumento na demanda por insumos dos demais estados nordestinos, proporcionando um maior *spread effect*, o que explicaria as repercussões positivas encontradas.

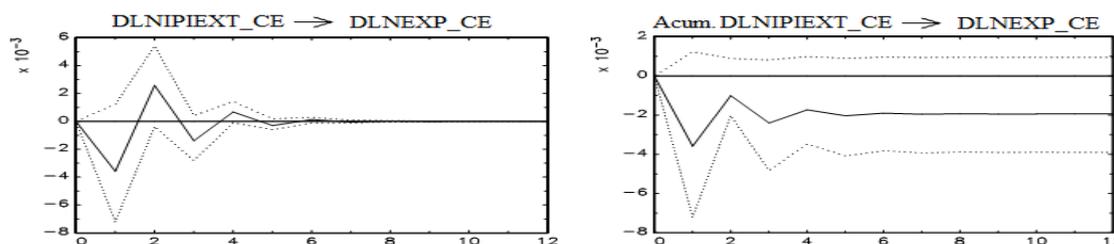
Analisando os impactos de choques nas demais regiões brasileiras sobre a economia cearense, observou-se a presença de fortes repercussões positivas das regiões Sudeste e Sul no Ceará, inclusive maiores do que as do próprio Nordeste. Como na análise anterior, observa-se a grande importância do Sul e do Sudeste brasileiros com o último apresentando o maior impacto. A comparação das funções impulso resposta acumuladas nos Gráficos 6 e 7 evidencia que os efeitos permanentes do Sudeste têm uma influência 47% maior do que os da Região Nordeste sobre a dinâmica industrial cearense como mostra o Gráfico 7.

Gráfico 7 - Resposta da dinâmica industrial cearense a um impulso na atividade das demais regiões

Fonte: Elaboração própria a partir do modelo estimado.

Os efeitos permanentes de choques na atividade industrial externa no crescimento das exportações cearenses são negativos, como mostra a função de impulso resposta acumulada do Gráfico 8. Conjecturando sobre quais choques na atividade industrial externa teriam esse efeito sobre as exportações de um estado brasileiro, é possível considerar que, de fato, há vários. Por exemplo, mudanças na legislação sobre controle das exportações nos países que comercializam com o Ceará, aumentando a exigência do nível de qualidade para proteger os seus respectivos setores industriais em relação aos produtos de outra economia, seria um choque não antecipado para a produção industrial dos parceiros comerciais do Ceará e que de forma indireta, ou direta, afetaria negativamente as suas exportações. Ou ainda, choques na política monetária, fiscal e cambial dos parceiros comerciais podem gerar efeitos não previstos na atividade industrial dos países parceiros comerciais do Ceará repercutindo nas suas exportações.

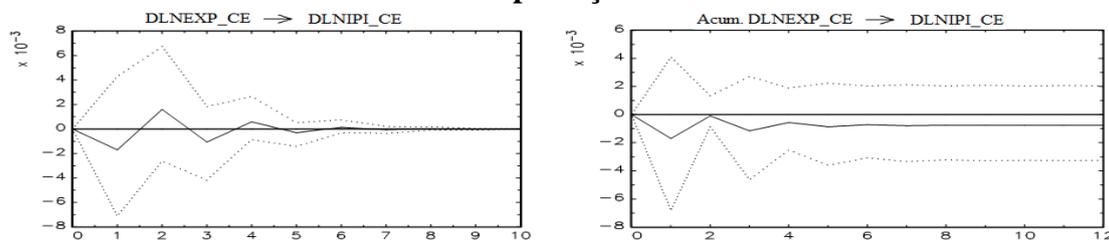
Gráfico 8 - Resposta do crescimento das exportações cearenses a um impulso na atividade do setor externo



Fonte: Elaboração própria a partir do modelo estimado.

O Gráfico 9 mostra as respostas da atividade industrial do Estado do Ceará aos choques no crescimento de suas exportações, as quais foram pequenas e negativas considerando as repostas acumuladas.

Gráfico 9 - Resposta da atividade industrial cearense a choques no crescimento das exportações



Fonte: Elaboração própria a partir do modelo estimado.

Um possível exemplo de choque positivo para as exportações que pode afetar negativamente a produção industrial é uma desvalorização cambial. Nesse caso, as exportações do Ceará, que possuem em sua composição a predominância de produtos agrícolas, podem ser beneficiadas. Entretanto, as importações de produtos utilizados, como insumos pela indústria cearense, tendem a se tornar mais caras nessa situação, o que pode gerar uma redução da atividade industrial.

Em suma, os resultados dessa seção podem ser sintetizados como: i) corroborando com Perobelli *et al.* (2010), Tatiwa e Arruda (2011) e Arruda e Tatiwa (2014), as repercussões inter-regionais indicam que incrementos na dinâmica industrial das regiões Sudeste e Sul impactam positivamente as demais regiões do país. Por outro lado, se o choque ocorrer no Nordeste, a resposta das indústrias do Sul e Sudeste é negativa; ii) confirmando a proposição teórica do modelo KDT e atestando as evidências apresentadas por Domingues e Perobelli (2002), Magalhães (2009) e Arruda *et al.* (2013), os resultados também mostram que choques na atividade econômica do setor externo aumentam a demanda por exportações de cada região brasileira. Essa repercussão se mostra maior sobre as exportações do Sudeste brasileiro, região com melhor infraestrutura, maior inserção no comércio internacional e uma maior atuação de bens de alto valor agregado em sua pauta exportadora; iii) os choques no crescimento das exportações afetam positivamente apenas a atividade industrial da região Sudeste. Porto (2002), Haddad, Domingues e Perobelli (2002), Perobelli e Haddad (2006b) justificam esses resultados a partir de uma maior atuação de produtos agrícolas nas exportações do Nordeste e do Sul do Brasil, ao contrário da sólida indústria do Sudeste brasileiro, como destacam Porto (2002), Haddad, Domingues e Perobelli (2002), Perobelli e Haddad (2006b); iv) por fim, o estudo de caso para o estado do Ceará revela que há uma interação positiva entre a dinâmica industrial deste estado com a região Nordeste. Todavia, a economia cearense se mostra mais afetada pela atividade industrial do Sudeste e Sul do Brasil. Ou seja, como argumentam Arruda e Tatiwa

(2014) e Arruda e Damasceno (2015), há indícios de que o polo industrial nordestino ainda se mostra desconexo e apresenta pequenos efeitos de aglomeração.

6. Considerações finais

O presente artigo propõe um modelo dinâmico para analisar a atividade industrial estadual e suas repercussões inter/intrarregionais e internacionais e o aplica em um estudo de caso para o Estado do Ceará. Para tal, utiliza um modelo vetorial dinâmico com restrições nos parâmetros baseadas na teoria econômica, em fatos estilizados da base de dados e em resultados de estudos empíricos anteriores.

As funções de impulso resposta desse VAR estimado fornecem evidências empíricas sobre a direção, a magnitude e a persistência dessas relações. Dentre esses resultados, destaca-se a resposta positiva a partir do primeiro mês do Nordeste em relação às demais regiões analisadas, principalmente em relação à região Sudeste, a única região a promover efeitos positivos mais significantes nas demais.

Verifica-se que choques no crescimento industrial dos principais parceiros comerciais internacionais das regiões brasileiras geram respostas positivas na dinâmica das exportações de todas as regiões consideradas, com maior intensidade na região Sudeste, a qual também possui a indústria que melhor responde aos choques nas exportações. Por fim, percebe-se que a indústria do estado do Ceará se mostra mais afetada por repercussões de choques industriais no Sudeste e no Sul do que em sua própria região.

De uma maneira geral, verifica-se uma importante interação entre as regiões brasileiras e o setor externo, confirmando a importância de se considerar o setor externo em estudos que analisam o comportamento dinâmico regional. Ou seja, choques na taxa de crescimento da produção industrial dos principais parceiros comerciais internacionais apresentam repercussões positivas sobre o crescimento das exportações de todas as regiões brasileiras consideradas.

Vale destacar que esses efeitos são maiores na região Sudeste, que apresenta a melhor infraestrutura para o comércio internacional e uma maior participação de bens com alto valor agregado em sua pauta de exportação. Esses resultados corroboram os encontrados em estudos que utilizaram técnicas empíricas diferentes como, por exemplo, através de modelos de equilíbrio geral computável.

As regiões brasileiras também apresentam forte ligação em termos de atividade industrial com a região Sudeste, a qual apresenta as maiores e mais persistentes repercussões sobre as demais. Os resultados também mostram uma possível assimetria entre os ciclos industriais da região Nordeste com as demais, ou ainda, a existência de efeitos complementares proporcionados pela dinâmica industrial do Sudeste e do Sul do Brasil e efeito substituição oriundo do Nordeste.

Em outras palavras, um choque positivo na taxa de crescimento da produção industrial dessa última região gera um efeito rival, como, por exemplo, a substituição de insumos e produtos industriais das demais regiões. Já o crescimento industrial das regiões Sudeste e Sul repercute de forma positiva nas demais. Essas evidências também podem ser justificadas em termos de uma maior integração industrial nas regiões Sudeste e Sul que produzem maiores encadeamentos, em detrimento de um polo industrial ainda desconexo na região Nordeste.

Vale ressaltar que uma limitação da base de dados refere-se à disponibilidade de dados apenas para três estados da região Nordeste – Bahia, Ceará e Pernambuco. Apesar de esses três estados representarem cerca de 70% do PIB industrial dessa região em 2009, deve-se considerar que a análise dos efeitos da região Nordeste está restrita para esses estados.

Destarte, sabe-se que evidências acima podem ser associadas com os *backwash effect* e *spread effect*. Entretanto, modelos econométricos mais apropriados para aprofundar a análise dessas interações podem ser elaborados. Uma possível forma de estender o presente estudo é considerar a possibilidade de assimetria nos ciclos dessas variáveis e estimar um modelo VAR com restrições nos parâmetros que mudem de acordo com diferentes regimes.

A contribuição do crescimento das exportações para a atividade industrial regional parece depender fundamentalmente da natureza do setor exportador de cada região, uma vez que apenas o Sudeste respondeu positivamente, enquanto que Nordeste e Sul apresentaram uma queda na dinâmica industrial em resposta a choques no setor externo. Tais evidências podem refletir uma maior participação de atividades agrícolas nas exportações das regiões Sul e Nordeste em detrimento da indústria exportadora de manufaturados presente no Sudeste brasileiro.

Finalmente, optou-se pela realização do estudo de caso para a economia cearense, embora o modelo proposto, com os devidos ajustes, possa ser aplicado para qualquer unidade da federação. Conclui-se que choques na região Nordeste provocam uma resposta positiva e instantânea na economia cearense e que, nas mesmas condições, se o choque ocorresse na atividade industrial do Ceará, os impactos também seriam positivos, embora menores, sobre o Nordeste, como esperado.

Entretanto, ao investigar os impactos das demais regiões brasileiras sobre a economia cearense percebeu-se que os efeitos positivos das regiões Sudeste e Sul são maiores do que os do próprio Nordeste. Esse resultado é compatível com a observação de vários estudos que sugerem uma fraca economia de aglomeração e um polo industrial ainda bastante desconexo no Nordeste brasileiro.

Assim, pode-se concluir que o modelo dinâmico empírico proposto neste estudo mostrou-se adequado, uma vez que apresentou resultados condizentes com a teoria econômica e com as evidências constantes na literatura. Entretanto, vale ressaltar que o modelo pode ser aplicado para outros estados/regiões, desde que se dedique atenção à aplicação das restrições nos parâmetros e às principais evidências presentes na literatura para o referido estado/região para a construção das variáveis regionais do modelo.

Apesar de não serem resultados diretos do modelo utilizado neste estudo, possíveis políticas públicas podem ser sugeridas para o desenvolvimento da atividade industrial do Nordeste e do Ceará no curto e médio prazos. Como as atividades dessas unidades federativas são afetadas positivamente e com maior intensidade pela região Sudeste, o desenvolvimento de polos e/ou cadeias produtivas que se complementem pode ser planejado e incentivado por políticas públicas e privadas, de tal forma que minimize os custos de transação e de deslocamento entre os estados do Nordeste analisados e a região Sudeste.

Referências

- ABLAS, L. A.; PINTO, R. F. Nordeste Brasileiro: Crescimento e Dinâmica Espacial no Período 1970-2008. *Revista Econômica do Nordeste*. v. 40, n. 4, p. 821-832, 2009.
- ALENCAR, A. P. *Dinâmicas de Curto e de Longo prazo na Indústria da Região Sul do Brasil*. 2016. 35f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, v. 29, n. 3, p. 155-173, 1962.
- ARRUDA, E. F.; BASTOS, F. S.; GUIMARÃES, D. B.; IRFFI, G. Efeitos Assimétricos da Abertura Comercial sobre o nível de Renda dos Estados Brasileiros. *Economia* (Brasília), v. 14, n. 1b, p. 497-519, 2013.
- ARRUDA, E. F.; DAMASCENO, V. C. Relações de Curto e Longo Prazo na Indústria do Nordeste Brasileiro. *Revista Ciências Administrativas*, v. 21, n. 1, p. 184-210, 2015.

- ARRUDA, E.; TATIWA, R. F. Dinâmica Intra-Regional do Brasil: Quem Dirige o Crescimento Industrial das Regiões Brasileiras? *Economia Aplicada*, v. 18, n. 2, p. 243-270, 2014.
- AZZONI, C. R. Equilíbrio, Progresso Técnico e Desigualdades Regionais no Processo de Desenvolvimento Econômico. *Análise Econômica*, v. 11, n. 19, p. 5-28, 1993.
- BALDWIN, R.; FORSLID, R.; MARTIN, F.; OTTAVIANO, G.; NICOUD, F. R. *Economic Geography and Public Policy*, Princeton. Princeton University Press, 2003.
- CARLINO, G.; DeFINA, R. Regional Income Dynamics. *Journal of Urban Economics*, v. 37, n. 1 p. 88-106, 1995.
- CHRISTIANO, L. J.; EICHENBAUM, M.; EVANS, C. Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy. *Journal of Political Economy*, v. 113, n.1, p. 1-45, 2005.
- CORRADO, L.; MARTIN, R. L.; WEEKS, M. Identifying and Interpreting Regional Convergence Clusters across Europe, *Economic Journal*. v. 115, n. 502, p. c133-c160, 2005.
- CROMWELL, B. A. Does California Drive the West? An Econometric Investigation of Regional Spillovers. *Economic Review Federal Reserve of San Francisco*, n. 2, p. 12-23, 1992.
- DINIZ, C. C.; CROCCO, M. A. Reestruturação econômica e impacto regional: o novo mapa da indústria brasileira. *Nova Economia*, v. 6, n. 01, p. 77-103, 1996.
- DIXON, R.; THIRLWALL, A. A Model of Regional Growth-Rate Differences on Kaldorian Lines. *Oxford Economic Papers*, v. 21, n. 2, p. 201-214, 1975.
- EDGERTON, D.; SHUKUR, G. Testing Autocorrelation in a System Perspective. *Econometric Reviews*, v. 18, n. 4, p. 343-386, 1999.
- GARRATT, A.; LEE, K.; PESARAN, M. H.; SHIN, Y. *A Long Run Structural Macroeconometric Model of the UK*. University of Cambridge, 1998. (DAE Working Paper, n. 9812)
- GARRATT, A.; LEE, K.; PESARAN, M. H.; SHIN, Y. Forecast Uncertainty in Macroeconometric Modelling: An Application to the UK Economy. *Journal of the American Statistical Association*, v. 98, n. 464, p. 829-838, 2003a.
- GARRATT, A.; LEE, K.; PESARAN, M. H.; SHIN, Y. Long Run Structural Macroeconometric Model of the UK. *Economic Journal*, v. 113, n. 487, p. 412-455, 2003b.
- GARRATT, A.; LEE, K.; PESARAN, M. H.; SHIN, Y. The Structural Cointegrating VAR Approach to Macroeconometric Modelling. In: HOLLYAND, S.; WEALE, M. (Eds.). *Econometric Modelling: Techniques and Applications*. Cambridge University Press: Cambridge, 2000.
- GLAESER, E. L.; KALLAL, H.; SHEINKMAN, J.; SCHLEIFER, A. Growth in cities. *Journal of Political Economy*, v. 100, n. 6, p. 1126-1152, 1992.
- GROENEWOLD, N.; LEE, G.; CHEN, A. Interregional Output Spillovers in China: Disentangling National from Regional Shocks. *Australasian Journal of Regional Studies*, v. 13, n. 3, p. 299-325, 2007.
- HADDAD, E. A.; DOMINGUES, E. P.; PEROBELLI, F. S. Regional Effects of Economic Integration: The Case of Brazil. *Journal of Policy Modeling*, v. 24, n. 5, p. 453-482, 2002.

- HALL, P. *The Bootstrap and Edgeworth Expansion*. Springer New York, 1992.
- HIRSCHMAN, A. *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press, 1975.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Série Relatórios Metodológicos: Indicadores Conjunturais da Indústria – Produção. v. 31, p. Rio de Janeiro, 2004.
- KALDOR, N. The Case for Regional Policies. *Scottish Journal of Political Economy*, v. 17, n. 3, p. 337-348, 1970.
- KRUGMAN, P. *Geography and Trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- KRUGMAN, P. Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *American Economic Review*, v. 70, n. 5, p. 950-959, 1980.
- KRUGMAN, P.; VENABLES, A. Globalization and the inequality of nations. *Quarterly Journal of Economics*, v. 110, n. 4, p. 857-880, 1995.
- KRUGMAN, P.; VENABLES, A. Integration and the competitiveness of peripheral industry. In: BLISS, C.; MACEDO, J. B. de (Eds), *Unity with diversity in the European economy: The Community's Southern frontier*. Cambridge University Press, 1990.
- KUSZCZAK, J.; MURRAY, J. D. A VAR analysis of economic interdependence: Canada, the United States, and the rest of the World. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, v. 1, p. 77-131, 1986.
- KYDLAND, F.; PRESCOTT, E. Time to Build and Aggregate Fluctuations. *Econometrica*, v. 50, n. 6, p. 1345–1370, 1982.
- LIMA, D. C. Q. *Repercussões de Curto e Longo Prazos na Indústria do Sudeste Brasileiro*. 2015. 45f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- LONG, J. B.; PLOSSER, C. Real Business Cycles. *Journal of Political Economy*, v. 91, n. 1 p. 39–69, 1983.
- LÜTKEPOHL, H. *New introduction to multiple time series analysis*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.
- MAIA, A. C. L.; CAVALCANTE, A. L. *O dinamismo do Comércio Exterior Cearense de 1989 a 2009*. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), 2010. (Texto para Discussão IPECE, n. 82)
- MARQUES, A. M.; FOCHEZATTO, A. *Desenvolvimento convergente ou divergente entre os estados brasileiros? Uma análise multidimensional, 1970-2000*. In: *Anais do Encontro de Economia da Região Sul*, p. 1- 15. 2012. Porto Alegre: ANPEC SUL, 2012.
- MARSHALL, A. *Principles of Economics*, Macmillan, London, 1890.
- MELO, L. M. C.; SIMÕES, R. F. Crescimento industrial no Nordeste: novo dinamismo, velho padrão. *Revista Desenvolvimento Econômico*, v. 11, n. 20, p. 56-66. 2009.
- MYRDAL, G. *Economic Theory and Underdeveloped Regions*. London: Methuen, 1963.

- PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A. Exportações Internacionais e Interações Regionais: Uma Análise de Equilíbrio Geral. *Estudos Econômicos*, v. 36, n. 4, p. 833-866, 2006b.
- PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A. Padrões de Comércio Interestadual no Brasil, 1985 e 1997. *Revista Economia Contemporânea*, v. 10, n. 1, p. 61-88, 2006a.
- PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A.; MOTA, G. P.; FARINAZZO, R. A. Estrutura de Interdependência Inter-Regional no Brasil: Uma Análise Espacial de Insumo-Produto Para os Anos de 1996 e 2002. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 40, n. 2, p. 281-325, 2010.
- PESARAN, M. H.; SCHUERMANN, T.; WEINER, S. M. Modeling Regional Interdependencies using a Global Error-Correcting Macroeconometric Model. *Journal of Business and Economic Statistics*, v. 22, n. 2, p. 129-162, 2004.
- PESARAN, M. H.; SMITH, R. J. *Macroeconometric Modelling with a Global Perspective*. Unpublished manuscript, Cambridge University, 2005.
- PORTO, P. C. S. MERCOSUL and Regional Development in Brazil: A gravity Model Approach. *Estudos Econômicos*, v. 32, n. 1, p. 125-153, 2002.
- RICKMAN, D. S. Modern Macroeconomics and Regional Economic Modeling. *Journal of Regional Science*, v. 50, n. 1, p. 23-41, 2010.
- ROCHA, R. M.; BEZERRA, F. M.; MESQUITA, C S. Uma Análise dos Fatores de Aglomeração da Indústria de Transformação Brasileira. *Revista Economia*, v. 14, n. 1a, p. 61-90, 2013.
- ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, 1986.
- SIMS, C. Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, v. 48, n. 1, p. 1-48, 1980.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area. *Journal of the European Economic Association*, v. 1, n. 5, p. 1123-1175, 2003.
- SMITH, D. Neoclassical Growth Models and Regional Growth in the US. *Journal of Regional Science*, v. 15, n. 2, p. 165-182, 1975.
- TATIWA, R. F.; ARRUDA, E. F. Dinâmica da atividade industrial brasileira e seus spillovers regionais e externos. In: *Anais do Encontro Nacional de Economia*, XXXIX, 2011, Foz do Iguaçu: ANPEC, 2011.
- WILLIANSO, J. Regional Inequality and the Process of National Development: a Description of Patterns. *Economic Development and Cultural Change*, v. 13, n. 4, p. 1-84, 1965.