

**DINÂMICA INDUSTRIAL CEARENSE E SUAS INTERAÇÕES  
INTER/INTRA-REGIONAIS E INTERNACIONAIS**

**Área 1 – Teoria Econômica e Aplicada**

**Sub-área – Economia Industrial e da Tecnologia**

**Elano Ferreira Arruda**

Professor da UFC, Departamento de Economia, *Campus* de Sobral.

Doutorando em Economia, CAEN-UFC.

Rua Anahid Andrade, 471 - Praça Senador Figueira. CEP 62.011-000. Centro - Sobral

Telefax: (88) 3613-2829, e-mail: [elano@ufc.br](mailto:elano@ufc.br).

**Roberto Tatiwa Ferreira**

Professor do CAEN – Universidade Federal do Ceará

Doutor em Economia, CAEN-UFC

Av. da Universidade, 2700 – 2º andar. CEP 60020-181. Benfica – Fortaleza – Ceará.

Telefax: (85) 3366-7751, e-mail: [rtf2@uol.com.br](mailto:rtf2@uol.com.br).

## **DINÂMICA INDUSTRIAL CEARENSE E SUAS INTERAÇÕES INTER/INTRA-REGIONAIS E INTERNACIONAIS**

### **RESUMO**

Choques econômicos causados por alterações nos preços de insumos, no clima, no padrão tecnológico, nas políticas públicas, no câmbio e em várias outras variáveis podem ocorrer em uma região e gerar efeitos apenas nela mesma ou se propagar para as demais. Este artigo estuda o comportamento dinâmico da atividade industrial cearense e suas interdependências regionais e externas através de modelos vetoriais dinâmicos com restrições nos parâmetros estimados de forma sistêmica. Dentre os principais resultados, destacam-se as evidências em favor de uma interação da atividade industrial entre as regiões brasileiras e destas com o setor externo, na qual a região Sudeste apresenta os maiores e mais persistentes efeitos sobre as demais regiões. A análise para a economia cearense revelou que choques na região Nordeste provocam uma resposta positiva e instantânea da economia em questão, efeito esse também encontrado na análise inversa, mas com menor impacto. Ademais, verificou-se que os efeitos sobre a atividade industrial do estado do Ceará provocados por choques positivos na atividade industrial das regiões Sudeste e Sul são maiores que os da região Nordeste.

**Palavras-Chave:** Indústria, Ceará, Interdependência Regional, Setor Externo

### **ABSTRACT**

Economic shocks caused by changes in input prices, climate, technological processes, public policy, exchange rate, for example, can occur in a region and generate effects not only in itself, but also spread to the others. This paper studies the dynamic behavior of industrial activity in Ceará and its regional and external interdependencies through a vector autoregressive model with restrictions on parameters. Among the main results, we highlight the evidence of industrial activities interactions between Brazilian regions. In this sense the Southeast region produced the largest and most persistent effects on other regions. The analysis for the state of Ceará shows that its industrial activity is more affected by shocks in the industrial production growth rate of Southeast and South than its own region – Northeast. Moreover, it was found that the external sector impact on industrial production of all Brazilian regions, including the state of Ceará.

**Keywords:** Industry, Ceará, Regional Interdependence, External Sector

**Classificação JEL:** L00, C32, R11

## 1. INTRODUÇÃO

Determinadas mudanças na dinâmica industrial ocasionadas por choques nos preços de insumos, no clima, no padrão tecnológico, nas políticas públicas, entre outros, podem ocorrer em uma dada região específica e afetar apenas esta região, ou atingir todas as regiões do país de forma simultânea, ou ainda, ocorrer em uma dada região e gradualmente serem repassados para uma ou mais regiões.

Portanto, uma importante agenda de pesquisa é identificar se, e de que forma a dinâmica de uma região afeta as demais regiões de um país e se tais efeitos dependem do estágio de desenvolvimento desta economia. Este resultado certamente fornece um importante recurso para os formuladores de política, uma vez que se pode identificar o caminho da transmissão da atividade econômica num contexto inter/intra-regional com vista a desenhar uma política mais eficiente canalizada para as regiões com maior potencial propulsor do desenvolvimento de um país.

Entretanto, o processo de abertura comercial experimentado pela economia mundial ao longo dos últimos 30 anos e o estreitamento das interações comerciais entre os países torna a análise de tais repercussões inter/intra-regionais em um contexto de economia fechada extremamente duvidosa. Portanto, apesar de relevantes, as evidências supracitadas precisam levar em consideração a possibilidade de efeitos transbordamentos (*spillovers*) oriundos da participação de outras economias parceiras comerciais no país local.

O Estado do Ceará construiu sua base industrial a partir do Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará (FDI), instituído pela lei nº 10.367 de 07 de Dezembro de 1979, no governo Virgílio Távora, que se baseava na concessão de incentivos fiscais e apoio a construção de infra-estrutura propícia para o crescimento da indústria. A idéia era transformar o Ceará num novo pólo industrial em contraposição aos pólos de Bahia e Pernambuco. Maia e Cavalcante (2010) destacam os setores metal-mecânico, papelaria, química, cerâmicas, têxteis, vestuário, produtos alimentares, móveis domésticos, calçadista e seus subsidiários como os setores mais beneficiados por esta política. No entanto, tal iniciativa teve seus efeitos potencializados apenas a partir da década de 90, período pós abertura comercial brasileira, como mostram Soares *et all* (2007).

O objetivo principal deste artigo é examinar o comportamento dinâmico da atividade industrial cearense e suas interdependências regionais e externas, para responder algumas questões como, por exemplo, qual o impacto que um choque na atividade econômica das regiões brasileiras sobre o Estado do Ceará? De que forma a atividade econômica cearense afeta a economia nordestina? Qual a região brasileira que apresenta maiores *spillovers* sobre as demais? De que forma o setor externo interfere na dinâmica regional brasileira e na indústria cearense?

Para isso, esta investigação utilizar-se-á de informações mensais sobre a atividade industrial e exportações das regiões brasileiras e do Estado do Ceará, bem como dados de seus principais parceiros comerciais, entre Junho de 1996 e Fevereiro de 2010, e modelos vetoriais dinâmicos com restrições nos parâmetros. Tal técnica se faz apropriada para este objetivo, uma vez que o modelo restrito, como mostra Lutkepohl (2005), provê um estimador robusto e funções de impulso resposta com resultados consistentes.

Este trabalho inova ao utilizar uma técnica ainda não aplicada em estudos desta natureza, ao considerar o setor externo num modelo com perspectivas regionais e locais, ao utilizar 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 pela metodologia denominada de Global-VAR apresentada por Pesaran, Schuermann e Weiner (2004), o qual estima as

equações de cada unidade econômica separadamente. Neste estudo, o modelo foi estimado através de um método próprio para o sistema como um todo.

Além desta introdução, este trabalho possui mais quatro seções. A próxima consiste em destacar a história da política industrial no Estado do Ceará e os aspectos teóricos e empíricos que versam sobre o tema economia regional, comércio e integração regional e comércio e crescimento regional com foco na economia brasileira. 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. Política Industrial no Ceará

Uma boa referência sobre a evolução das políticas industriais do estado do Ceará, bem como de suas interações comerciais podem ser encontradas em Soares *et all* (2007), Maia e Cavalcante (2010) e Ablas e Pinto (2009).

Os primeiros descrevem a evolução da política industrial cearense concentrando-as em duas grandes etapas do FDI caracterizadas pela ênfase ao estilo de financiamento industrial, quais sejam espaciais e setoriais. Dentro da primeira etapa, Soares *et all* (2007) destacam dois momentos. O primeiro, entre 1979 e 1995, no qual há uma maior concessão de subsídios para as indústrias que se instalassem no interior do Estado, não sendo relevante a que distância estas estivessem da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e nem a que setor pertenciam. Após agosto de 1995, as indústrias mais favorecidas seriam aquelas que se instalassem em locais mais distantes da RMF. A segunda etapa, iniciada em 2002, teve como foco a atração de empresas que complementassem a formação de cadeias produtivas. Por fim, após 2003, os mais beneficiados passaram a ser as indústrias estruturantes, com maior teor tecnológico, em detrimento de setores ligados à agroindústria e minerais não-metálicos na busca de inserir, de forma mais competitiva, o Estado do Ceará no comércio internacional.

Na mesma direção, Maia e Cavalcante (2010) destacam que, apenas durante a década de 90, após a abertura comercial brasileira, a política industrial supracitada passou a dar resultados mais significativos, sobretudo após o Plano Real que possibilitou o aumento nas importações. Apesar disso, o grau de abertura do Estado ainda é reduzido e apresentou em 2009 como principais produtos na sua pauta de exportações, os calçados, a castanha de caju, couros e peles, frutas e produtos têxteis; enquanto que, na sua pauta de importações, destacaram-se reatores nucleares, máquinas e equipamentos, produtos químicos, trigo e têxteis, respectivamente. Estas evidências revelam um setor industrial ainda gerador de bens de baixo valor agregado e com forte dependência de produtos com forte teor tecnológico.

### 2.2. Aspectos Teóricos e Empíricos

Um tópico bastante controverso da teoria econômica é a análise e o tratamento das disparidades das 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 a partir de meados da década de 50 com as idéias de crescimento regional divergente de Myrdal (1963) e Hirschman (1975) contrapondo-se a expansão convergente de Willianson (1965).

Myrdal (1963) argumentava a existência de dois efeitos antagônicos entre si, chamados de efeito retardamento (*backwash effect*) e de efeito espraiamento (*spread effect*). O primeiro efeito é caracterizado como os estímulos que uma região beneficiada com uma nova indústria, por exemplo, ao gerar migração da mão de obra, efeitos multiplicadores do investimento realizado, crescimento do comércio, construção de vantagens competitivas e provimento de uma melhor infra-estrutura 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 pólos 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) faz uma crítica à idéia de crescimento balanceado<sup>1</sup> e, ao analisar as questões inter-regionais e internacionais do crescimento econômico, formula duas hipóteses similares às de Myrdal (1963) quais sejam<sup>2</sup>, 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 tem um papel fundamental na correção destas distorções.

Já Williamson (1965) apresenta uma visão diferente das supracitadas. Para este, os resultados divergentes encontrados por Myrdal (1963) e Hirschman (1975) 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 tal 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, acarretando numa inversão no fluxo de capitais, que agora buscam melhores oportunidades e maior rentabilidade na região mais pobre. Argumenta ainda que um governo suscetível às questões regionais deva agir na direção da promoção da igualdade e convergência.

A literatura evoluiu na tentativa de expandir e elucidar os aspectos que se encontravam obscuros nos estudos anteriores. Neste sentido, destacaram-se os modelos neoclássicos de crescimento regional e os modelos de expansão regional baseados no lado da demanda com restrições no balaço de pagamentos.

Na primeira classe de estudos, Smith (1975) desenvolve um modelo em que os movimentos de capital e trabalho estão explicitamente incluídos, mantendo a estrutura de um modelo neoclássico de crescimento. O autor considera os seguimentos da produção, do investimento e as condições do mercado de trabalho e testam o modelo para dados dos estados americanos concluindo que os resultados observados estão de acordo com os esperados pelo modelo, quais sejam que o capital move-se na direção das regiões com maior taxa de retorno; que os trabalhadores migram em direção dos estados com maior remuneração; e que há convergência de renda *per capita* entre as regiões.

Os elementos constantes nas hipóteses formuladas por Myrdal (1963) e Hirschmann (1975) foram idealizados em um contexto regional inicialmente por Kaldor (1970), e formalizadas num modelo teórico por Dixon e Thirlwall (1975), usualmente denominado como modelo Kaldor-Dixon-Thirlwall (KDT). Um modelo com duas regiões, inicialmente

---

<sup>1</sup> O argumento de que todos os setores da economia cresceriam à mesma taxa.

<sup>2</sup> O primeiro é semelhante à idéia do *spread effect*, enquanto o segundo faz referência ao *backwash effect*. Podem ser traduzidos, respectivamente, como “gotejamento” e “efeitos de polarização”.

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. Esses modelos funcionam sob retornos crescentes de escala, com círculos virtuosos de *backwash* e *spread* entre a produção e o crescimento da produtividade, hipótese conhecida por relação de Verdoorn. Para estes autores, o crescimento regional é determinado fundamentalmente pelo crescimento da demanda por exportações, ao qual as taxas de crescimento do investimento e do consumo devem se ajustar.

O modelo KDT apresenta quatro aspectos fundamentais, quais sejam a relação positiva entre a expansão industrial e o crescimento da economia, a lei de Verdoorn, o efeito positivo da taxa de crescimento das exportações no produto e no crescimento de longo prazo e o fato de que os determinantes do crescimento da economia não se restringem apenas aos aspectos do lado da oferta, mas também pela demanda, a qual impõe ao produto a restrição dada pelo balanço de pagamentos.

Em seguida vieram os modelos de crescimento neoclássicos que incorporam dependência espacial, por exemplo, Corrado, Martin e Weeks (2005); os modelos da Nova Geografia Econômica de Krugman (1991), Krugman e Vernables (1990, 1995) e Baldwin *et al* (2003); os modelos de Aglomeração e Economias de Escala de onde surgem as externalidades das localização inicialmente apresentadas por Marshall (1890), Arrow (1962) e Romer (1986), doravante *MAR spillovers*; os modelos de crescimento regional baseados na difusão do conhecimento de Gertler (2003), Autio, Sapienza e Almeida (2000) e, por fim, os sistemas de inovação propostos por Freeman e Soete (1997).

O trabalho de Corrado, Martin e Weeks (2005) reconheceu que na existência de heterogeneidade espacial, haveria clubes de regiões que convergem para diferentes taxas de crescimento de longo prazo. Estes resultados são conhecidos como convergência regional em uma dicotomia centro-periferia. Tais clubes também podem ser construídos a partir da proximidade espacial como os chamados clusters industriais, resultantes de transbordamentos de oferta e demanda e redes interfirmas.

A abordagem da Nova Geografia Econômica baseia-se na hipótese de que o espaço é um fator crucial para determinar o desenvolvimento econômico, sobretudo nos aspectos subjacentes aos fluxos comerciais e a localização industrial. Estes modelos apóiam-se nas hipóteses de concorrência monopolística onde a função de produção das firmas exhibe retornos crescentes de escala; ou seja, as empresas podem produzir mais barato, concentrando a produção em um número menor de “plantas” espacialmente co-localizados e com diferenciação do produto. Vale destacar que os retornos crescentes não são necessariamente endógenos às empresas, fortalecendo a idéia de que a aglomeração é causa mais provável das externalidades intrínsecas à localização.

As aglomerações e economias de escala minimizam os custos de transporte e de transação de bens, pessoas ou idéias, proporcionando que as empresas próximas de outras firmas da cadeia de abastecimento podem beneficiar-se dos *MAR spillovers*. Este fenômeno está associado à especialização industrial. No entanto, encontrar padrões de co-localização de clientes e fornecedores podem refletir, ao invés de ter sido criado por, concentração geográfica. A questão da direção da causalidade é o foco atual desta corrente.

Colocando o conhecimento como principal determinante da produtividade, da competitividade e do crescimento econômico regional, Gertler (2003), Autio, Sapienza e Almeida (2000) encabeçam a idéia de crescimento regional baseado na difusão do conhecimento. Os autores diferenciam o conhecimento que é interno à empresa, derivados do *learning by doing*, capital humano e P&D, e os conhecimentos adquiridos no exterior, adquiridos através operações de mercado, tais como as parcerias em P&D com setores externos, e os obtidos através da disseminação. Outra variável destacadamente importante são os limites geográficos, uma vez que os *spillovers* são resultado da co-localização; Ou seja,

uma parte significativa do conhecimento que influencia o crescimento económico é tácito e não se move facilmente de um lugar para outro.

Por fim, Freeman e Soete (1997) salientam que os sistemas de inovação ampliam a capacidade das economias de absorver o conhecimento externo e no caso regional, um sistema de inovação é normalmente composto por empresas, institutos de pesquisa privados, instituições de ensino, departamentos governamentais, agências de transferência de tecnologia e subsistemas sociais, que interagem continuamente de modo a facilitar a incorporação dos *spillovers* externos.

Do ponto de vista empírico, a investigação dos determinantes do crescimento regional e dos transbordamentos inter e intra-regionais concentram-se na utilização de modelos espaciais e gravitacionais de comércio, de modelos de equilíbrio geral computável (MEGC), e de modelos macroeconómicos.

Baseando-se no modelo de comércio sob competição monopolística entre dois países com custos de transporte desenvolvido por Krugman (1980), os modelos gravitacionais tem como principal justificativa teórica à ideia de que os fluxos bilaterais de comércio são diretamente proporcionais a renda dos países e inversamente proporcionais à distância entre eles, em analogia à fórmula da atração gravitacional entre duas massas.

Porto (2002) analisa os impactos do Mercosul nas regiões brasileiras com um modelo gravitacional expandido por *dummies* representativas para o Mercosul e regiões brasileiras. O autor conclui que os impactos mais significativos do comércio foram nas regiões Sul e Sudeste em relação as demais regiões brasileiras no período entre 1990 e 1998. Portanto, o Mercosul poderia estar contribuindo para o agravamento das desigualdades regionais no Brasil.

Perobelli e Haddad (2006a) encontram, entre outros resultados, uma heterogeneidade espacial no comércio interestadual do Brasil, com o *cluster* de alto comércio localizando-se na porção Centro-Sul do País, enquanto o *cluster* formado por estados com comércio abaixo da média dos vizinhos com o mesmo padrão localiza-se na região Norte. A análise intertemporal realizada por esses autores mostrou que tal padrão não se modificou ao longo do período analisado e concluem que caso este padrão se mantenha, haverá um aumento das disparidades regionais no Brasil.

Por fim, a partir de uma matriz interestadual de insumo-produto para os anos de 1996 e 2002, Perobelli *et al* (2010) buscam identificar e calcular com as interdependências inter-regionais brasileiras. Entre outros resultados, estes 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 pólo 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 verificaram a distribuição de renda no contexto intra-regional; (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, identificaram 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.

Através de modelos MEGC, Perobelli e Haddad (2006b) argumentam que a contribuição do comércio para o desenvolvimento depende, dentre outros fatores, da natureza do setor exportador, da distribuição de seus benefícios e dos *linkages* dos setores exportadores com os demais setores da economia. Já Haddad, Domingues e Perobelli (2002) reportam que a integração econômica direcionada pelo governo brasileiro se mostra fortemente susceptível ao agravamento das desigualdades do país; o comércio, considerando aspectos intra-regionais 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.

Os modelos macroeconômicos devem buscar harmonia entre a coerência com a teoria econômica e critérios estatísticos. Estes modelos têm passado por uma série de mudanças nos últimos trinta anos, motivadas tanto pela evolução da teoria econômica e econométrica como pelas grandes transformações das relações econômicas entre países. Diversos estudos deram as suas contribuições nesse período. Os primeiros seguiam a tradicional abordagem da *Cowles Commission*, grandes modelos macroeconômicos com centenas de equações e distinção entre variáveis endógenas e exógenas eram estimados por mínimos quadrados, ou por métodos de variáveis instrumentais.

Em seguida, Sims (1980) levantou sérias críticas sobre a identificação dos modelos de expectativas racionais e sobre a tradicional abordagem da *Cowles Commission* para utilização de modelos de equações simultâneas. Esta crítica impulsionou os estudos na direção da utilização de vetores auto-regressivos (VAR) para a modelagem macroeconômica.

Um terceiro impulso para alterações nos modelos macroeconômicos surgiu a partir do estudo de Nelson e Plosser (1982) os quais mostraram que a hipótese de raiz unitária não podia ser rejeitada para várias séries macroeconômicas dos Estados Unidos, o que trouxe a tona novamente o problema da regressão espúria, observada inicialmente por Yule (1926), Champenowne (1960) e mais recentemente por Granger e Newbold (1974). Posteriormente, os estudos sobre cointegração de Engle e Granger (1987), Johansen (1988) e Phillips (1991) sugeriram técnicas para lidar com o problema de regressão espúria, na presença de variáveis com raiz unitária, o que trouxe importantes avanços para a modelagem macroeconômica.

Os modelos *Dynamic Stochastic General Equilibrium* (DSGE), surgem a partir dos trabalhos de Kydland e Prescott (1982), Long e Plosser (1983) que utilizam um modelo de escolha intertemporal otimizador por parte das famílias e firmas. Originalmente, o foco desses modelos concentrava-se nos fatores reais, como choques de produtividade, mas nos modelos DSGE dos novos keynesianos, como em Kim e Pagan (1995) e Christiano, Eichenbaum e Evans (1998), passou-se a permitir a construção de regras de política monetária, custos de ajustamento, heterogeneidade e progresso tecnológico endógeno, entre outros aspectos. A partir deste momento, muitos modelos DSGE são 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 com perspectiva global é observada em Garrat et al. (1998), (2000), (2003a) e (2003b). Nestes estudos, adiciona-se à formulação anterior o setor externo. Estes 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) onde 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) constroem a metodologia chamada de 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 econômicos regionais, estes são construídos e moldados a partir de seus congêneres nacionais e, até o presente, verifica-se que a metodologia macroeconômica moderna 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, podem contribuir com respostas e evidências empíricas sobre os problemas inerentes dessa área.

Uma primeira tentativa de análise dessas interdependências dentro do arcabouço de vetores auto-regressivos 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 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 a 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 são susceptíveis a dar uma visão distorcida das relações econômicas nesses países ou regiões além de deturpar a eficácia das ações de política interna.

Em investigação sobre as ligações inter-regionais no 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 *spillovers* inter-regionais com respostas que tendem a ser geograficamente dispersas.

Cromwell (1992) analisa a existência de *spillovers* entre o Estado da Califórnia e os seus vizinhos com vistas a observar até que ponto um choque na atividade econômica deste 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 aquelas geograficamente muito próximos a ele. E os maiores efeitos foram encontrados no mercado de trabalho e na indústria.

Em estudo recente sobre os possíveis *spillovers* inter-regionais ocasionados 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 chinesa, *Southeast, Changjiang River* e *Yellow River* se mostraram fortemente interligadas apresentando fortes *spillovers* positivos. Por outro lado, a Região *Northeast* é fracamente relacionada com as regiões vizinhas, afeta negativamente as regiões mais desenvolvidas, mas recebe transbordamentos positivos das regiões *Southeast, Changjiang River* e *Yellow River*.

### 3. BANCO DE DADOS

Para averiguar os impactos inter-regionais 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 das variáveis Índice de Produção Industrial – 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.

A variável de atividade internacional utilizada foi o 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) como descrito 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:

$$(1) \quad IPI_{it} = \sum_{l=1}^{N_i} w_{ilt}^0 IPI_{ilt}$$

Vale ressaltar que os pesos  $w_{ilt}^0$  variam mensalmente, dada a participação da produção industrial de cada unidade da federação  $i$  participantes da região  $l$  para o mês  $t$ . Como a região  $i$  possui  $N_i$  estados, os pesos podem ser descritos como:

$$(2) \quad w_{ilt}^0 = \frac{IPI_{lt}}{\sum_{l=1}^{N_i} IPI_{ilt}}$$

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 Nordeste<sup>3</sup>, 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. A evolução média anual desses pesos para as regiões supracitadas pode ser observada na Tabela 1. Nessa tabela verifica-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

<sup>3</sup> 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/intra-regionais e externas.

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

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

Com o objetivo de selecionar apenas os parceiros mais representativos, uma agregação dos pesos mencionados acima foi executada para as cinco nações supracitadas com base na participação destas nas exportações da região  $i$  no ano  $t$ , na forma:

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

Onde  $w_{jit}$  denota o peso do país  $j$  nas exportações da região  $i$ , no ano  $t$ , fornecido pela SECEX/MDIC<sup>4</sup>. O objetivo é agregar o setor externo a partir de um critério de importância relativa destas economias no comércio brasileiro. Em seguida, utilizam-se esses novos pesos,  $w_{ijt}^*$ , para construir o IPI externo de cada região com base em uma média ponderada da produção industrial de cada país.

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

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

A Tabela 2 reporta à evolução dos pesos supramencionados. Observou-se que o país com maior participação no comércio com a região Nordeste foram 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 nordeste brasileiro tornando-se, após 2008, o seu segundo maior parceiro comercial.

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

<sup>4</sup> 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.

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.

Considerando o Sudeste brasileiro, nota-se que, assim como na região anterior, os Estados Unidos fora 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 nas exportações desta 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.

Dado às dimensões continentais do Brasil, bem como a heterogeneidade dos processos produtivos entre as suas regiões, se faz necessário uma análise das interações de cada região com o setor externo. O Nordeste apresentou uma evolução de 306% nas exportações. Os principais importadores dos produtos e serviços nordestinos em 2009 foram os Estados Unidos (16,9%), a China (11,7%), a Argentina (8,32%), a Holanda (8%) e a Alemanha (3,8%). A região Sudeste teve crescimento das exportações na ordem de 321% na qual Estados Unidos (12%) e a China (11%) foram seus principais parceiros. Em 2009 a região Sul exportou mais para a China (11,34%) e para a Argentina (10,33%).

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.

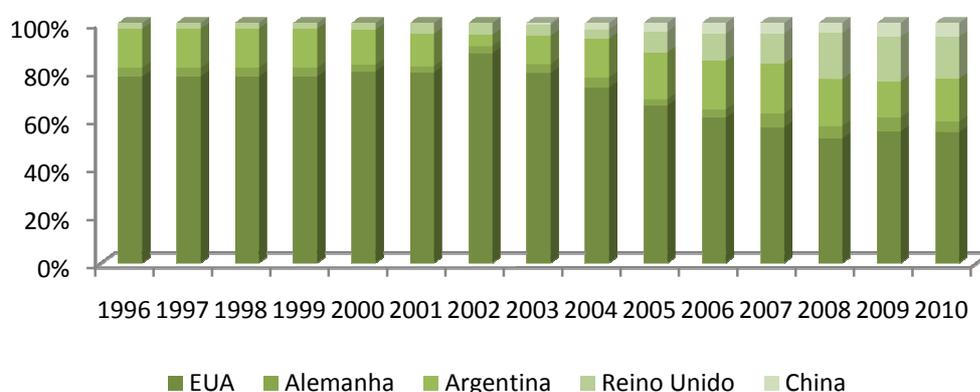


Gráfico 1: Evolução dos Pesos dos parceiros comerciais nas exportações do Ceará  
Fonte: Elaboração Própria a partir dos dados d SECEX/MDIC

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, com 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: Elaborado pelo autor a partir das informações da SECEX/MDIC

O gráfico abaixo 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. Enquanto que 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.

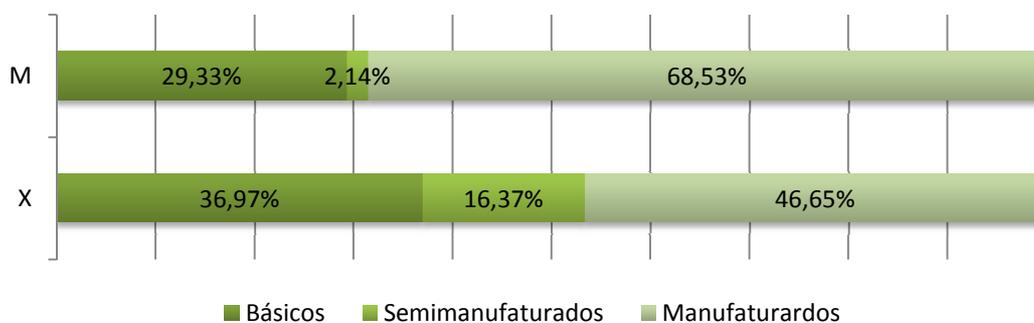


Gráfico 2: Composição Média das Exportações e Importações Cearenses entre 1996 e 2009

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das informações da SECEX/MDIC.

Apesar de uma maior participação dos produtos manufaturados nas exportações, como mostram Maia e Cavalcante (2010), estes concentram-se 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.

#### 4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

De acordo com Lutkepohl (2005), um modelo vetorial auto-regressivo com  $p$  defasagens VAR( $p$ ), pode ser expresso da seguinte forma.

$$(5) \quad y_t = v + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t$$

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

$$(7) \quad Y = BZ + U^5$$

Suponha uma restrição linear para  $B$  que têm a forma

$$(8) \quad \beta = \text{vec}(B) = R\gamma + r$$

Onde  $\beta = \text{vec}(B)$  é um vetor ( $K(Kp+1) \times 1$ ),  $R$  é uma matriz ( $K(Kp+1) \times M$ ) conhecida de posto  $M$ ,  $\gamma$  é um vetor ( $M \times 1$ ) de parâmetros desconhecidos e  $r$  é um vetor ( $K(Kp+1) \times 1$ ) de constantes conhecidas. Embora não seja convencional, a representação encontrada em (8) permite a imposição de restrições através de uma simples reparametrização do modelo original. Substituindo  $\beta = \text{vec}(B)$  em (7) tem-se

$$(9) \quad \begin{aligned} y &= \text{vec}(Y) = (Z' \otimes I_K) \text{vec}(B) + \text{vec}(U) \\ &= (Z' \otimes I_K)(R\gamma + r) + u \therefore \\ z &= (Z' \otimes I_K)R\gamma + u \end{aligned}$$

Onde  $z = y - (Z' \otimes I_K)r$ ,  $u = \text{vec}(U)$  e  $\otimes$  denota o produto de Kronecker. Esta especificação é bastante conveniente por permitir a derivação dos estimadores e suas propriedades como no modelo VAR irrestrito. Seja  $\Sigma_u$  a matriz de covariância de  $u_t$ , o vetor  $\hat{\gamma}$  obtido na minimização de

$$(10) \quad \begin{aligned} S(\gamma) &= u'(I_T \otimes \Sigma_u^{-1})u \\ &= [z - (Z' \otimes I_K)R\gamma]' (I_T \otimes \Sigma_u^{-1}) [z - (Z' \otimes I_K)R\gamma] \end{aligned}$$

Com respeito à  $\gamma$ , mostra-se que,

$$(11) \quad \hat{\gamma} = \gamma + [R'(ZZ' \otimes \Sigma_u^{-1})R]^{-1} R'(I_{Kp+1} \otimes \Sigma_u^{-1}) \text{vec}(UZ')$$

Este estimador é comumente chamado de mínimos quadrados generalizados (GLS), pois minimiza a soma dos erros dos quadrados dos erros generalizados,  $S(\gamma)$ , em vez de apenas a soma dos quadrados dos erros  $u'u$ . Lutkepohl (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  $\hat{\gamma}$  apresenta limitações para a sua operacionalização uma vez que, na prática, ele requer o conhecimento de  $\Sigma_u$ . Como normalmente não se tem esta informação, deve-se utilizar um estimador para  $\Sigma_u$ . Portanto, usando uma estimativa

<sup>5</sup> Onde  $Y = [y_1, \dots, y_T]$ ;  $Z = [Z_0, \dots, Z_{T-1}]$  com  $Z_t' = [1 \ y_1 \ \dots \ y_{t-p+1}]$ ;  $B = [v, A_1, \dots, A_p]$  e  $U = [u_1, \dots, u_T]$

consistente  $\bar{\Sigma}_u$  para  $\Sigma_u$  e substituindo-a em (11), obtêm-se o chamado GLS estimável (EGLS) na forma,

$$(12) \quad \hat{\gamma} = [R'(ZZ' \otimes \bar{\Sigma}_u^{-1})R]^{-1} R'(Z \otimes \bar{\Sigma}_u^{-1})z$$

Na prática, o que se tem são restrições para as K equações do sistema (1), separadamente. Neste caso, pode ser mais conveniente escrever as restrições em termos do vetor  $b = \text{vec}(B')$  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

$$(13) \quad b = \bar{R}c + \bar{r}$$

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

$$(14) \quad \hat{c} = [\bar{R}'(\bar{\Sigma}_u^{-1} \otimes ZZ')\bar{R}]^{-1} \bar{R}'(\bar{\Sigma}_u^{-1} \otimes Z)[\text{vec}(Y') - (Z \otimes I_K)\bar{r}]$$

Desta forma, o estimador correspondente de b é dado por

$$(15) \quad \hat{b} = \bar{R}\hat{c} + \bar{r}$$

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

$$(16) \quad y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i u_{t-i} \quad \text{com } \Phi_0 = I_K \text{ e}$$

$$(17) \quad y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Theta_i \omega_{t-i}^6$$

Onde  $\Phi_i$  e  $\Theta_i$  são desconhecidos e serão calculados a partir dos parâmetros estimados do VAR e da matriz de covariância estimada. Para derivar a distribuição assintótica de  $\Phi_i$  e  $\Theta_i$  suponha apenas que os  $\Phi_i$ 's são obtidos a partir dos coeficientes  $A_1, \dots, A_p$  de maneira recursiva a partir de,

$$(18) \quad \Phi_j = \sum_{j=1}^i \Phi_{i-j} A_j, \quad i = 1, 2, \dots,$$

Começando com  $\Phi_0 = I_K$  e definindo  $A_j > 0$  para  $j > p$ , os  $\Theta_i$ 's são obtidos para  $A_1, \dots, A_p$  e  $\Sigma_u$  na forma  $\Theta_i = \Phi_i P$ , onde P assume a especificação supracitada. Além disso, os respectivos impulsos resposta acumulados serão<sup>7</sup>

$$(19) \quad \Psi_n = \sum_{i=0}^n \Phi_i, \quad \Psi_{\infty} = \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i = (I_K - A_1 - A_2 - \dots - A_p)^{-1}, \text{ se existir e}$$

$$(20) \quad \Xi_n = \sum_{i=0}^n \Theta_i, \quad \Xi_{\infty} = \sum_{i=0}^{\infty} \Theta_i = (I_K - A_1 - A_2 - \dots - A_p)^{-1} P, \text{ se existir.}$$

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  $A_1, \dots, A_p$ . A matriz de covariância do estimador restrito de  $\alpha = \text{vec}(A_1, \dots, A_p)$  é obtida a partir de uma transformação bloco triangular  $(K2p \times K2p)$  do lado direito, isto é:

<sup>6</sup> Onde  $\mu = E(y_t)$ ,  $\Theta_i = \Phi_i P$ ,  $\omega_t = P^{-1}u_t$  e P é uma decomposição de Choleski triangular inferior de  $\Sigma_u$  tal que  $\Sigma_u = PP'$ . Portanto,  $\Sigma_{\omega} = E(\omega_t \omega_t') = I_K$ .

<sup>7</sup> Para demonstração e detalhes sobre a distribuição assintótica ver a proposição 3.6 em Lutkepohl (2005).

$$(21) \quad \Sigma_{\hat{\beta}} = R[R'(\Gamma \otimes \Sigma_u^{-1})R]^{-1}R'$$

Como mostra Lutkepohl (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*.

## 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os efeitos inter/intra-regionais e internacionais da economia cearense investigados neste trabalho serão modelados a partir de um modelo VAR com restrições de onde serão extraídas as funções de impulso reposta a partir dos parâmetros estimados por EGLS do modelo restrito como descrito seção anterior. O procedimento de *bootstrap* para a construção de intervalos de confiança para as funções de impulso resposta apresentados por Hall (1992) será utilizado, além das respostas acumuladas com vista a capturar os efeitos permanentes.

O número de defasagens apontado pelo critério de informação de Schwarz foi de uma defasagem. Portanto, o modelo a ser considerado neste exercício tem a seguinte especificação,

$$(29) \quad y_t = v + Ay_{t-1} + Bx_{t-1} + u_t$$

Onde  $y_t$  é um vetor (12 x 1) que contém as variáveis de atividade industrial do Ceará, das regiões brasileiras e do setor externo bem como a taxa crescimento das exportações e  $x_{t-1}$  representa a taxa de variação cambial considerada exógena aos estados. O sistema será modelado na forma:

$$(30) \quad \begin{aligned} DLNIPI_{it} &= f(DLNIPI_{it-1}, DLNIPI_{jt-1}, DLNEXP_{it-1}) \\ DLNEXP_{it} &= f(DLNEXP_{it-1}, DLNIPIEXT_{it-1}, DCAMBIO^*_{it-1}) \\ DLNIPIEXT_{it} &= f(DLNIPIEXT_{it-1}) \end{aligned}$$

Onde  $i$  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. Todas as variáveis utilizadas neste trabalho estão em taxa de crescimento, uma vez que, nesta condição, todas se mostraram estacionárias pelo teste Dickey-Fuller aumentado (ADF) aos níveis usuais de significância.

Portanto, a dinâmica industrial será função de sua própria atividade defasada para captar o efeito inércia; da taxa de crescimento da produção industrial das demais regiões defasadas captando os efeitos inter-regionais e possíveis co-movimentos e/ou assimetrias nos ciclos econômicos; do crescimento das exportações da própria região defasado com vista a investigar os efeitos indiretos do setor externo. Vale ressaltar que os impactos intra-regionais Ceará/Nordeste serão 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 esta região. A atividade econômica do setor externo foi especificada como um processo auto-regressivo tornando tal modelagem relevante na medida em que leva consideração a atuação do setor externo.

Os resultados desse trabalho são apresentados na forma de funções impulso resposta, obtidas após o processo de estimação do modelo. O gráfico 3 revela que um choque na taxa de crescimento da produção industrial da região Sudeste apresenta um impacto positivo e imediato na taxa de crescimento da atividade industrial das regiões Sul e Nordeste, com uma maior resposta da primeira. Vale ressaltar que estes efeitos são maiores do que os gerados por choques na atividade industrial das demais regiões.

Um impulso na atividade industrial da região Sul provoca uma resposta direta no Nordeste e Sudeste do País, sendo que o efeito acumulado sobre a primeira é 48% maior. Nas mesmas condições, as respostas das regiões Sudeste e Sul a choques na atividade industrial do Nordeste brasileiro se mostraram pequenos (ainda menores no Sudeste) e decrescentes durante os dois primeiros meses e tornaram-se nulas após esse período.

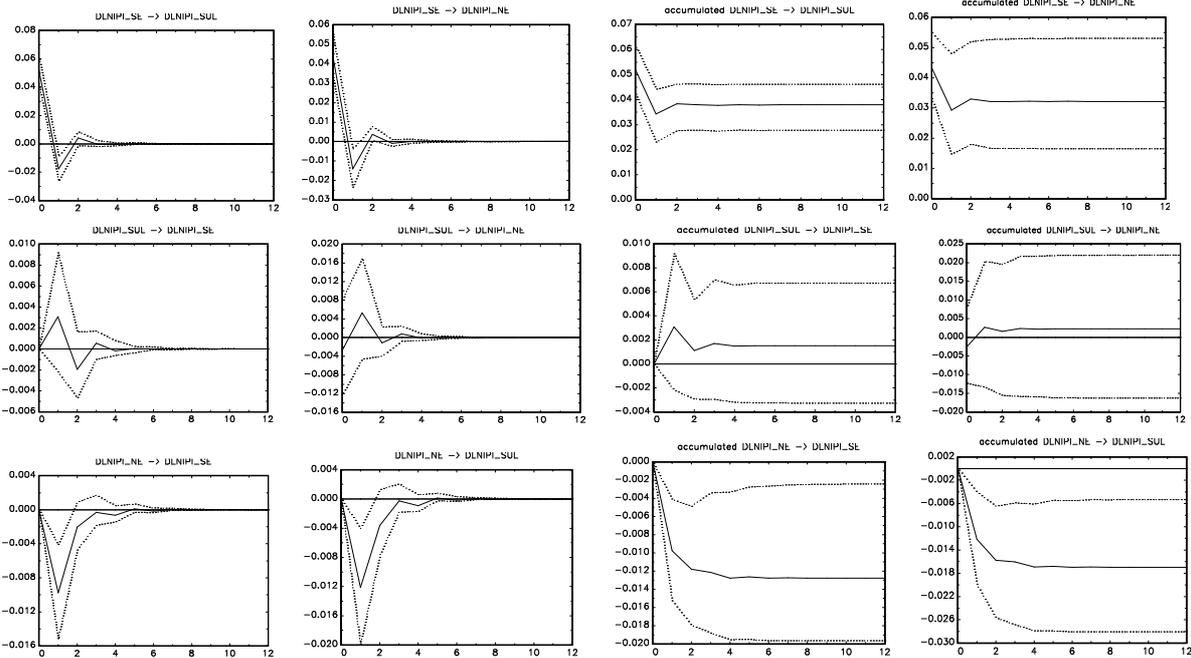
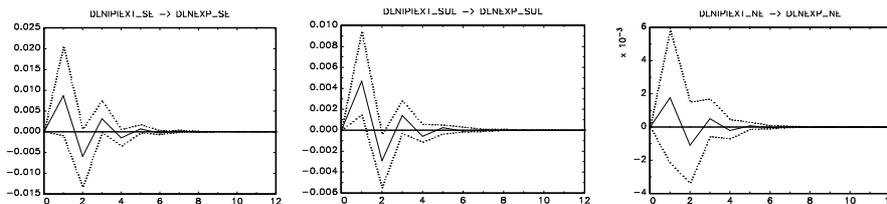


Gráfico 3: *Spillovers* Inter-Regionais da Dinâmica Industrial Brasileira  
 Fonte: Elaboração Própria a partir do modelo estimado

Estes resultados podem refletir uma falta de sincronização ou assimetria dos ciclos industriais da região Nordeste com as demais, ou ainda, a existência de economias de aglomeração (resposta positiva) ou de rivalidade (resposta negativa) na interação entre o crescimento industrial dessas regiões. Estes resultados corroboram os encontrados por Perobelli e Haddad (2006a) que apresentam uma indústria forte no Sudeste brasileiro que produz influência importante sobre as demais regiões, 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 nas inter-relações regionais no Brasil.

Como previsto pelos tópicos intrínsecos à teoria econômica subjacente aos impactos da atividade econômica externa no crescimento das exportações do país ou região local, o crescimento industrial dos principais parceiros comerciais das regiões brasileiras se mostraram positivos no crescimento das exportações de todas as regiões consideradas. O gráfico abaixo reporta estas respostas. As respostas acumuladas evidenciam que, dado um choque na taxa de crescimento da produção 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 infra-estrutura para o comércio internacional e com uma maior participação de manufaturados em sua pauta de exportação, resultado que vai à direção do encontrado por Haddad, Domingues e Perobelli (2002) e Magalhães (2009).



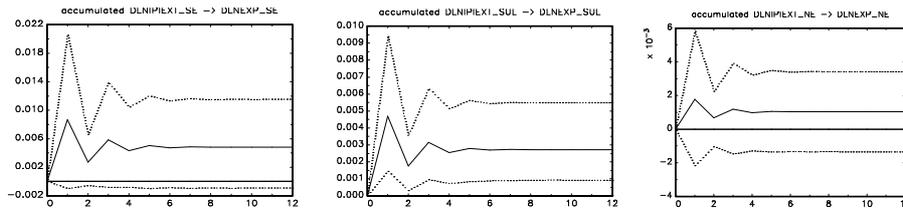


Gráfico 4: Resposta do Crescimento das Exportações a Choques na Atividade Econômica Externa  
 Fonte: Elaboração Própria a partir do modelo Estimado

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 efeito, conforme gráfico 5. 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 bem destaca Porto (2002), Haddad, Domingues e Perobelli (2002), Perobelli e Haddad (2006b). Os autores mostram ainda que a contribuição do comércio para a atividade econômica regional depende fundamentalmente da natureza do setor exportador.

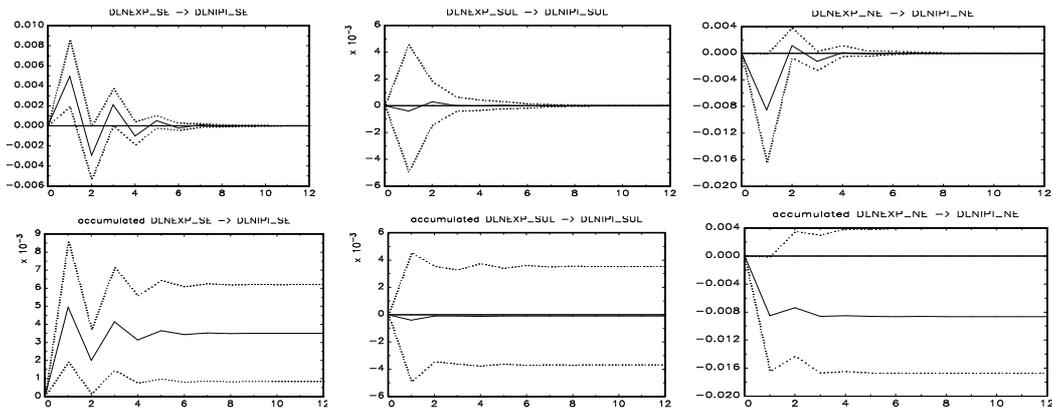


Gráfico 5: Resposta da Atividade Industrial a Choques no Crescimento das Exportações  
 Fonte: Elaboração Própria a partir do modelo Estimado

Os resultados para o Estado do Ceará mostram que choques na taxa de crescimento da atividade industrial da região Nordeste provocam uma resposta instantânea e positiva na atividade industrial cearense, o qual leva até 5 meses para convergir. Nas mesmas condições, tal impacto no Ceará provoca *spillovers* positivos na dinâmica industrial de todo o Nordeste. Entretanto, este impacto é menor, como esperado. As respostas acumuladas mostram que os efeitos permanentes de um choque no crescimento industrial do Nordeste na mesma variável cearense são 92% maiores quando comparado com o efeito acumulado produzido pelo Ceará na região Nordeste, como mostra o gráfico abaixo. Vale relembrar que as variáveis da região em questão não incluem os dados do estado em análise.

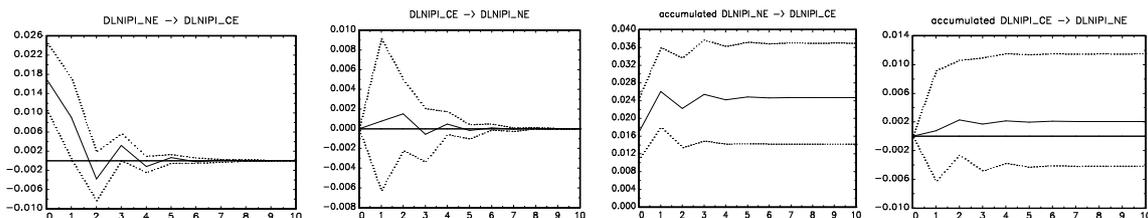


Gráfico 6: *Spillovers* Intra-Regionais Nordeste/Ceará  
 Fonte: Elaboração Própria a partir do modelo estimado

Analisando os impactos de choques das demais regiões brasileiras sobre a economia cearense percebeu-se a presença de fortes *spillovers* positivos das regiões Sudeste e Sul no Ceará, inclusive maiores do que os do próprio Nordeste. Como na análise anterior, observa-se a grande importância do Sul e do Sudeste brasileiro com o último apresentando o impacto maior e mais duradouro. A função impulso resposta acumulada 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 abaixo. Este resultado reflete os de Ablas e Pinto (2009) e de Maia e Cavalcante (2010) os quais reportam uma fraca economia de aglomeração e de um pólo industrial ainda bastante desconexo no Nordeste brasileiro, e os de Perobelli *et all* (2010) que encontram um forte encadeamento na atividade agrícola nordestina e uma fraca intra-relação industrial nesta região.

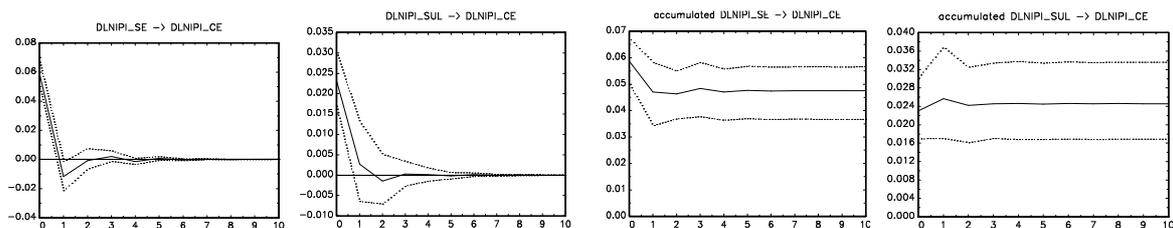


Gráfico 7: Resposta da dinâmica industrial cearense a um impulso na atividade das demais regiões  
Fonte: Elaboração Própria a partir do modelo estimado

Analisando os impactos da atividade industrial externa no crescimento das exportações cearenses verificaram-se pequenas respostas iniciais negativas seguindo de uma reação no segundo mês, mas apesar disto, o efeito permanente se mostrou pequeno e negativo pela resposta acumulada conforme gráfico 8.

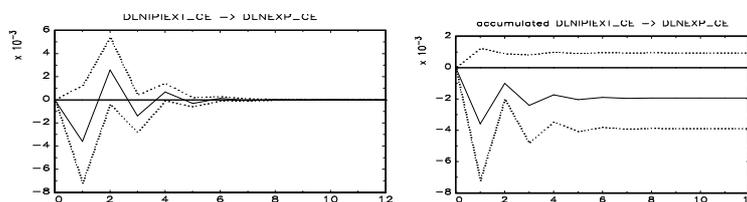


Gráfico 8: Resposta do crescimento das exportações cearenses a um impulso na atividade do setor externo  
Fonte: Elaboração Própria a partir do modelo estimado

O gráfico abaixo mostra as respostas da atividade industrial do Estado do Ceará aos choques no crescimento das exportações deste estado, as quais foram pequenas e negativas considerando as repostas acumuladas.

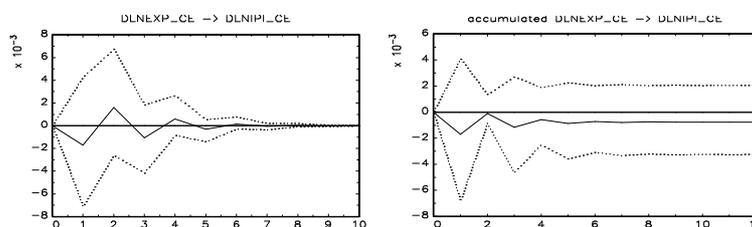


Gráfico 9: Resposta da Atividade Industrial Cearense a Choques no Crescimento das Exportações  
Fonte: Elaboração Própria a partir do modelo estimado

Um possível exemplo de choque positivo para as exportações que pode afetar negativamente a produção industrial é a de uma desvalorização cambial. Nesse caso, as exportações do Ceará, que possui 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 nesta situação, o que pode gerar uma redução da atividade industrial.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo analisou a dinâmica industrial cearense e suas interações inter/intra-regionais e internacionais. Para isto, utilizou-se um modelo vetorial dinâmico com restrições nos parâmetros o qual foi estimado por Mínimos Quadrados Generalizados para sistema (EGLS) e as funções de impulso resposta foram utilizadas na análise pretendida.

Em termos gerais verificou-se uma interação entre as regiões brasileiras e destas com o setor externo confirmando a importância de se considerar este setor em estudos que analisam o comportamento dinâmico inter-regional. As regiões brasileiras apresentaram interdependência em termos de atividade industrial com a região Sudeste destacando-se por apresentar os maiores e mais persistentes efeitos sobre as demais regiões. Resultados semelhantes foram verificados por Perobelli e Haddad (2006a) que apresentam uma indústria forte no Sudeste brasileiro que produz influência importante sobre as demais regiões, um aumento da participação da região Sul na dinâmica inter-regional brasileira e uma indústria ainda incipiente na região Nordeste que não se mostra relevante nas interações regionais no Brasil.

Como previsto pela teoria econômica, um aumento na atividade externa se mostrou importante na promoção do crescimento das exportações regionais do Brasil (Kaldor, 1963; Dixon e Thirlwal, 1975). Tais impactos mostraram-se maiores na região com melhor infraestrutura para o comércio internacional e com uma maior participação de bens com alto valor agregado em sua pauta de exportação, o Sudeste brasileiro, resultado que corroboram os encontrados por Haddad, Domingues e Perobelli (2002).

A contribuição do setor externo para a atividade industrial regional depende fundamentalmente da natureza do setor exportador de cada região, uma vez que apenas o Sudeste reagiu positivamente, enquanto que Nordeste e Sul apresentaram uma queda na dinâmica industrial em resposta a choques no setor externo. Tais evidências podem refletir a maior participação das atividades agrícolas nas exportações das regiões Sul e Nordeste em detrimento da indústria exportadora de manufaturados presente no Sudeste brasileiro (Haddad, Domingues e Perobelli, 2002; Perobelli e Haddad, 2006b).

Por fim, a análise para a economia cearense revelou que choques na região Nordeste provocam uma resposta positiva e instantânea na economia cearense. Nas mesmas condições, um choque positivo na taxa de crescimento industrial do Ceará provoca efeitos positivos na dinâmica industrial de todo o Nordeste. Entretanto, este impacto é menor, 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. Como na análise anterior, observa-se a grande importância do Sul e do Sudeste brasileiro com o último apresentando o impacto maior e mais duradouro. Este resultado pode estar apontando para uma fraca economia de aglomeração e um pólo industrial ainda bastante desconexo no Nordeste brasileiro. De acordo com Perobelli *et al* (2010) há evidências de um forte encadeamento na atividade agrícola nordestina e uma fraca relação industrial interna nesta região.

De forma geral, tais resultados confirmam a importância de se levar em consideração, em modelos regionais, os impactos do setor externo. Verifica-se também uma grande necessidade de desenvolver a região Nordeste, ampliando a interatividade da atividade industrial entre seus estados, com vistas a atenuar as disparidades regionais existentes no Brasil.

Desta forma, sugerem-se políticas públicas de qualificação de mão de obra, de estímulo de P&D e em áreas afins que permitam uma melhor absorção dos efeitos positivos do comércio internacional na produção industrial, sobretudo das regiões Nordeste e Sul do Brasil, além de investimentos em infra-estrutura e capital humano no Nordeste que possibilitem uma maior aglomeração entre suas atividades industriais. Estas ações são relevantes para que o Brasil e suas unidades econômicas possam se beneficiar de uma inserção cada vez maior no mercado internacional e para que não haja um agravamento de suas disparidades inter/intra-regionais.

## 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLAS, L. A.; PINTO, R. F. Nordeste Brasileiro: Crescimento e Dinâmica Espacial no Período 1970-2008. *Revista Econômica do Nordeste*. v. 40, nº 4, p. 821-832, 2009.

ARROW, K.J. The economic implications of learning by doing, *Review of Economic Studies*, 29, 155-173, 1962.

AUTIO, E.; SAPIENZA, H.; ALMEIDA, J. Effect of Age at Entry, Knowledge Intensity, and Imitability on International Growth. *Academy of Management Journal*, v. 43, p. 909-924, 2000.

AZZONI, C. R. Equilíbrio, Progresso Técnico e Desigualdades Regionais no Processo de Desenvolvimento Econômico. *Análise Econômica*. Ano 11, Março 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, p. 88-106, 1995.

CHAMPERNOWNE, D. G. (1960). An Experimental Investigation of the Robustness of Certain Procedures for Estimating Means and Regressions Coefficients. *Journal of the Royal Statistical Society*. v. 123, p. 398-412, 1960.

CHRISTIANO, L. J, EICHENBAUM, M e EVANS, C. *Modeling Money?* NBER Working Paper, nº 3916, 1998.

\_\_\_\_\_Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy. *Journal of Political Economy*, v. 113, p. 1-45, 2005.

CORRADO, L.; MARTIN, R. L.; WEEKS, M. Identifying and Interpreting Regional Convergence Clusters across Europe, *The Economic Journal*, 115, pp. c133-c160, 2005.

CROMWELL, B. A. Does California Drive the West? An Econometric Investigation of Regional Spillovers. *Economic Review Federal Reserve of San Francisco*, nº 2, p. 12 - 23, 1992.

DIXON, R. and THIRLWALL, A. A Model of Regional Growth-Rate Differences on Kaldorian Lines. *Oxford Economic Papers*, v.21, n.2, July 1975.

ENGLE, R e GRANGER, G. Cointegration and Error-Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*. v. 55, p. 251–276, 1987.

FEENSTRA, R.C. Trade and the Uneven Growth. *Journal of Development Economics*. v. 49, p. 229-256, 1996.

FREEMAN, C.; SOETE, L. *The economics of industrial innovation*, Cambridge, MA: MIT Press, 1997.

GARRATT, A., K. LEE, M. H. PESARAN and Y. SHIN. *A Long Run Structural Macroeconometric Model of the UK*. DAE Working Paper n° 9812, University of Cambridge, 1998.

\_\_\_\_\_*The Structural Cointegrating VAR Approach to Macroeconometric Modelling* Chapter 5 in S. Hollyand M. Weale (eds.), *Econometric Modelling: Techniques and Applications*. Cambridge University Press: Cambridge, 2000.

\_\_\_\_\_*Long Run Structural Macroeconometric Model of the UK*, *Economic Journal*. v. 113, n° 487, p. 412–455, 2003a.

\_\_\_\_\_*Forecast Uncertainty in Macroeconometric Modelling: An Application to the UK Economy*. *Journal of the American Statistical Association*. v. 98, n° 464, p. 829–838, 2003b.

GERTLER, M. S. Tacit knowledge and the economic geography of context, or the undefined tacitness of being (there). *Journal of Economic Geography*, 3, pp75-99, 2003.

GRANGER, C. W. J e NEWBOLD, P. Spurious Regressions in Econometrics. *Journal of Econometrics*. v. 2, p. 111–120, 1974.

GROENEWOLD, N.; LEE, G.; e CHEN, A. Interregional Output Spillovers in China: Disentangling National from Regional Shocks. *Australasian Journal of Regional Studies*, Vol. 13, No. 3, 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, 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.

JOHANSEN, S. Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*. v. 12, p. 231–254, 1988.

KALDOR, N. The Case for Regional Policies. *Scottish Journal of Political Economy*. Nov.1970.

KIM, K. e PAGAN, A. R. *The Econometric Analysis of Calibrated Macroeconomic Models*. Chapter 7 in M. H. Pesaran and M. Wickens (eds.), *Handbook of Applied Econometrics: Macroeconomics*. Basil Blackwell: Oxford, 1995.

- KRUGMAN, P. Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *American Economic Review*, v. 70, 1980.
- KRUGMAN, P. *Geography and Trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- KRUGMAN, P. R.; VENABLES, A. J. Integration and the competitiveness of peripheral industry. *Centre for Economic Policy Research Discussion Paper Series 363*, 1990.
- KRUGMAN, P. AND VENABLES, A. Globalization and the inequality of nations. *Quarterly Journal of Economics*, 110, pp. 857-880, 1995.
- KUSZCZAC, J.; MURRAY, J. D. A VAR analysis of economic interdependence: Canada, the United States, and the rest of the World. in *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*. p. 77-131, Dec. 1986.
- KYDLAND, F e PRESCOTT, E. Time to Build and Aggregate Fluctuations. *Econometrica*. v. 50, p. 1345–1370, 1982.
- LONG, J. B e PLOSSER, C. Real Business Cycles. *Journal of Political Economy*. v. 91, 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*. Texto para Discussão, nº 82, 2010.
- MARSHALL, A. *Principles of Economics*, Macmillan, London, 1890.
- MYRDAL, G. *Economic Theory and Underdeveloped Regions*. London: Methuen, 1963.
- NELSON, C. R.; PLOSSER, C. I. Trends and Random Walks in Macro-Economic Time Series. *Journal of Monetary Economics*. v. 10, p. 139–162, 1982.
- PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A. Padrões de Comércio Interestadual no Brasil, 1985 e 1997. *Revista Economia Contemporânea*, V. 10, nº 1, p. 61-88, 2006a.
- PEROBELLI, F. S.; HADDAD, E. A. Exportações Internacionais e Interações Regionais: Uma Análise de Equilíbrio Geral. *Estudos Econômicos*, v. 36, nº 4, p. 833-866, 2006b.
- 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, Agosto 2010.
- PESARAN, M. H, SCHUERMANN, T. e WEINER, S. M. Modeling Regional Interdependencies using a Global Error-Correcting Macroeconometric Model. *Journal of Business and Economic Statistics*, v. 22, p. 129–162 e175–181, 2004.

PESARAN, M. H, e SMITH, R. J. *Macroeconometric Modelling with a Global Perspective*. Unpublished manuscript, Cambridge University, 2005.

PHILLIPS, P. C. B. Understanding Spurious Regressions in Econometrics. *Journal of Econometrics*. v. 33, p. 311–340, 1986.

PORTO, P. C. Sá. Mercosul and Regional Development in Brazil: A gravity Model Approach. *Estudos Econômicos*. V. 32, nº 1, p. 125-153, 2002.

WILLIAMSON, J. Regional Inequality and the Process of National Development: a Description of Patterns. *Economic Development and Cultural Change*, v.13, p.3- 45,1965.

RICKMAN, D. S. Modern Macroeconomics and Regional Economic Modeling. *Journal of Regional Science*. v. 50, nº 1, p. 23–41, 2010.

ROMER, P.M. Increasing returns and long-run growth, *Journal of Political Economy*, v. 94, nº 5, p.1002-1037, 1986.

SILVA, O. M.; ALMEIDA, F. M.; OLIVEIRA, B. M. Comércio Internacional “x” Intra-Nacional no Brasil: medindo o efeito fronteira. *Nova Economia*. v. 17, nº 3, p. 427-439, 2007.

SIMS, C. Macroeconomics and Reality. *Econometrica*. v. 48, p. 1–48, 1980.

SMETS, F. e and WOUTERS, R. An Estimated Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of the Euro Area. *Journal of the European Economic Association*. v. 1, p. 1123–1175, 2003.

SMITH, D. Neoclassical Growth Models and Regional Growth in the US. *Journal of Regional Science*, v.15, n.2, 1975.

SOARES, F. A.; DOS SANTOS, S. M.; TENÓRIO, J. N. B.; FRAGOSO, S. N. Interiorização e Reestruturação da Indústria do Ceará no Final do Século XX. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 38, nº, p. 86 – 102, 2007

YULE, G. U. Why Do We Sometimes Get Nonsense-Correlations between Time-series? A Study in Sampling and the Nature of Time Series. *Journal of the Royal Statistical Society*. v. 89, p. 1–64, 1926.