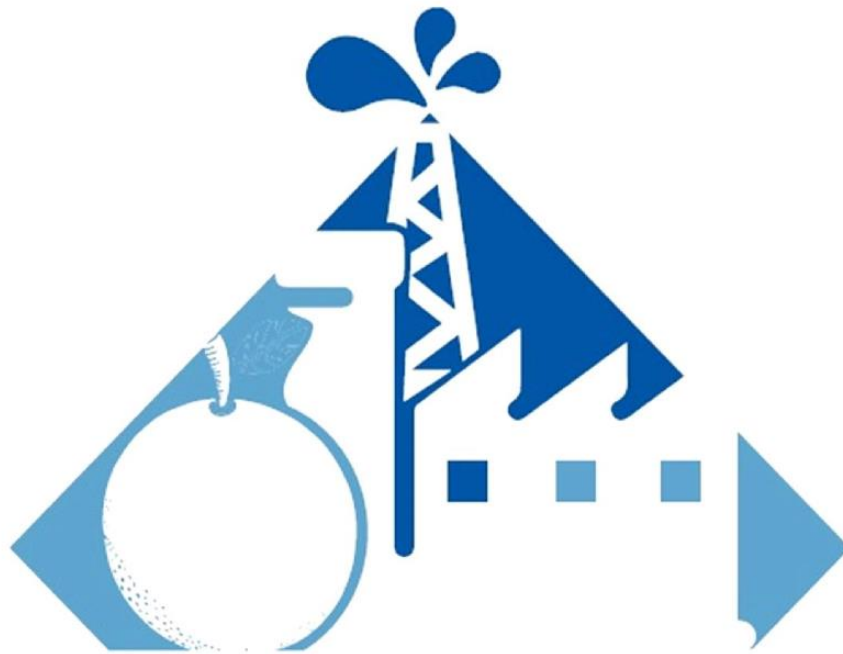


ANAIS



II ENCONTRO DE
ECONOMIA APLICADA
DE SERGIPE

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

II EEA-SE
II Encontro de Economia Aplicada de Sergipe
São Cristóvão, 10 a 12 de Julho de 2017

Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão-SE

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Luiz Carlos de Santana Ribeiro (DEE/UFS)

José Ricardo de Santana (DEE/UFS)

COORDENAÇÃO CIENTÍFICA

Elmer Matos da Silva Nascimento – DEE/UFS

Fernanda Esperidião – NUPEC/UFS

COORDENAÇÃO ADMINISTRATIVA

Rodrigo Rocha Pereira Lima (IEL/SE)

Brunelly Alves Lima (IEL/SE)

Magalí Alves de Andrade (FIES/SE)

EQUIPE DE APOIO

Felipe Mascarenhas Couto

Fernanda Rodrigues dos Santos

Hiully Thainá Santos Oliveira

José Severino de Moura Júnior

Luciano Ricardio de Santana Souza

Magali Alves de Andrade

Natália Souza dos Santos

INSTITUIÇÕES COLABORADORAS

Banco do Nordeste - BNB

Departamento de Economia da Universidade Federal de Sergipe – DEE/UFS

Instituto Euvaldo Lodi - IEL

Federação das Indústrias do Estado de Sergipe – FIES

Núcleo de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Sergipe –

NUPEC/UFS

Universidade Tiradentes - UNIT

ISSN -----

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

COMISSÃO CIENTÍFICA E ÁREAS TEMÁTICAS

1. ECONOMIA REGIONAL E MEIO AMBIENTE

Kênia Barreiro de Souza (UFPR)

Aline Souza Magalhães (UFMG)

2. ECONOMIA DO TRABALHO, SOCIAL E DA EDUCAÇÃO

Marco Antônio Jorge (UFS)

Rodrigo Carvalho Oliveira (UFBA)

3. CRESCIMENTO ECONÔMICO E INOVAÇÃO

Fernanda Esperidião (UFS)

Ulisses Pereira dos Santos (UFMG)

4. TEORIA ECONÔMICA E MÉTODOS QUANTITATIVOS

Luiz Rogério de Camargos (UFS)

Vinícius de Araújo Mendes (UFBA)

Realização



Patrocínio



Apoio



SUMÁRIO

Sessão I: ECONOMIA REGIONAL E MEIO AMBIENTE

INDUTORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BRICS E G7 (1992-2013)

Samia Mercado Alvarenga (UFS) e Valny Giacomelli Sobrinho (UFSM)

INFLUÊNCIA DAS AMENIDADES NOS PREÇOS DE IMÓVEIS: UMA ANÁLISE PARA OS BAIRROS JARDINS E GRAGERU EM ARACAJU

Luiz Pedro Couto Santos Silva (UFS) e José Ricardo de Santana (UFS)

O CICLO DAS COMMODITIES E CRESCIMENTO REGIONAL DESIGUAL NO BRASIL: UMA APLICAÇÃO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL (EGC)

Celso B. Sessa (UFMG), Thiago C. Simonato (USP) e Edson P. Domingues (UFMG)

O ENIGMA DA VASSOURA-DE-BRUXA: ANÁLISE DE UM CHOQUE EXÓGENO NA ECONOMIA DE ILHÉUS/BA

Vandete Almeida Silva Oliveira (UFBA) e Gervásio Ferreira dos Santos (UFBA)

Sessão II: ECONOMIA DO TRABALHO, SOCIAL E DA EDUCAÇÃO

DIFERENCIAÇÃO SALARIAL NO ESTADO DE SERGIPE: UMA ANÁLISE ENTRE A REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU E OS DEMAIS MUNICÍPIOS

Luciano R. de S. Souza (UFS), Luiz Carlos de S. Ribeiro (UFS) e Thiago Henrique Rios Lopes (UNIFACS)

EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR: UMA ANÁLISE PARA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Daiana D. Vecchia (UFBA), Verônica F. S. dos Santos (UFBA) e Cláudia Sá M. Andrade (UFBA)

IMPACTO DO PROGRAMA MAIS MÉDICOS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DA PARAÍBA

Ana Annegues (UFGRS), Aléssio Almeida (UFPB), Patrícia Carvalho (UFPB) e Otoniel Junior (UFPB)

SANEAMENTO BÁSICO E MORTALIDADE INFANTIL NOS MUNICÍPIOS DE SERGIPE

Valéria Andrade Silva (UFS), Fernanda Esperidião (UFS) e Fábio Moura (UFS)

Universidade Federal de Sergipe

Sessão III: CRESCIMENTO ECONÔMICO, INOVAÇÃO E POLÍTICA MONETÁRIA

FUNÇÃO DE REAÇÃO DA POLÍTICA MONETÁRIA: O CASO DO BRASIL

Cleiton Silva de Jesus (UEFS) e Thiago Henrique Rios Lopes (UNIFACS)

GASTOS PÚBLICOS, PIB PER CAPITA E CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ESSAS VARIÁVEIS PARA OS MUNICÍPIOS BAIANOS

Manuela Macedo Oliveira (UFS) e Rodrigo Carvalho Oliveira (UFBA)

INDICADORES ESTADUAIS DE C,T&I: DETERMINANTES DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Dayanne Santos Silva (UFS) e José Ricardo de Santana (UFS)

O IMPACTO ECONÔMICO DO FINANCIAMENTO DA CIÊNCIA NO BRASIL: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE IMPORTAÇÃO E PRODUÇÃO DE UM BEM DE CAPITAL EM NANOTECNOLOGIA

Márcia Rapini (UFMG), Celso Sessa (UFMG), Ado Vasconcelos (UFMG) e Márcia Costa (UFMG)

Sessão IV: TEORIA ECONÔMICA E MÉTODOS QUANTITATIVOS

AVALIANDO O NEXO CAUSAL ENTRE CRÉDITO RURAL E CRESCIMENTO AGROPECUÁRIO EM DIFERENTES FAIXAS DE FREQUÊNCIA: EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL

Fábio Rodrigues de Moura (UFS)

OS IMPACTOS DA LEI 87/96 NA PRODUÇÃO DE SOJA NO OESTE DA BAHIA (1990-2012)

Félix Góis (UFS), Heliana Quintino (UFS) e Christiane Campos (UFS)

POLÍTICAS ESTADUAIS DE ATRAÇÃO DE INDÚSTRIAS SÃO EFICAZES PARA GERAÇÃO DE EMPREGOS? O CASO DO PSDI EM SERGIPE

Marco Jorge (UFS), Helma Vasconcelos (UFS), Karolyne Costa (UFS) e José R. Santana (UFS)

PREVISÃO DO PREÇO NOMINAL DO PETRÓLEO: EXISTE MODELO ÓTIMO?

Vinicius Albuquerque (UFPB), Rennan Medeiros (UFPB), Sinézio Maia (UFPB) e Cássio Besarria (UFPB)

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe



Sessão I:

**ECONOMIA REGIONAL E MEIO
AMBIENTE**

ENCONTRO DE
**ECONOMIA APLICADA
DE SERGIPE**

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

INDUTORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BRICS E G7 (1992-2013)

Samia Mercado Alvarenga (UFS) e Valny Giacomelli Sobrinho (UFSM)

RESUMO: Estudos acerca de impactos ambientais floresceram na década de 70, quando se passa a postular que a população, a afluência e a tecnologia são fatores estressores do meio ambiente. Tal proposição deu origem à IPAT e, posteriormente, à STIRPAT, forma estocástica daquela equação. O objetivo deste estudo é analisar o impacto ambiental, em economias que vivenciam diferentes estágios de desenvolvimento e verificar aí o comportamento dos indutores população e renda. Para tanto, utiliza-se a fórmula na sua versão estocástica, com dados em painel, aplicada ao G7 e aos BRICS. Os resultados mostram que, no período analisado, a população exerce impacto estatisticamente significativo e positivo para os dois blocos, enquanto a afluência exerce impacto negativo no G7 e positivo nos BRICS, sendo estatisticamente significativa para ambos. Assim, conclui-se que os esforços dos BRICS para atingir o desenvolvimento se dá às custas de danos ambientais e que tanto a população quanto a renda explicam o impacto ambiental nesse grupo. Em contraste, países desenvolvidos tendem a diminuir seu impacto à medida que a renda aumenta.

Palavras-chave: Impactos Ambientais; IPAT; STIRPAT; Dados em Painel.

ABSTRACT: Studies on environmental impacts flourished in the 1970s, when it had been conjectured that population, affluence and technology would be factors of environmental stress. Such a proposition gave rise to the IPAT equation, and later to the STIRPAT, its stochastic version. The objective of this study is thus to measure the environmental impact, in economies that have experienced different levels of development, and verify in there the inducing behavior of population and income. To this end, the stochastic version with panel data is used and applied to BRICS and G7 countries. The results showed that, over the period studied, population has a statistically significant and positive impact within both blocs, whereas affluence, which has proven to be statistically significant for both blocs, exerts a negative impact within the G7 and a positive one within the BRICS. Thus, it can be concluded that the BRICS's efforts to achieve the development take place at the cost of environmental damage, and that both population and income explain the environmental impact within this group. In contrast, developed countries tend to reduce their impact as their income rises.

Key-words: Environmental Impacts; IPAT; STIRPAT; Panel Data.

INTRODUÇÃO

A partir dos anos 70, uma série de discussões sobre o meio ambiente foi levantada. As preocupações com a poluição e o esgotamento das reservas naturais passaram a questionar a

maneira como o sistema econômico se relaciona com a natureza. O crescimento econômico a qualquer custo e o aumento da população foram denunciados como principais agentes causadores de impactos ambientais. Contudo, as nações desenvolvidas se mostravam pouco dispostas a abrir mão das crescentes taxas de PIB, enquanto as nações em desenvolvimento alegavam que o aumento do produto seria vital para que níveis melhores de bem-estar fossem atingidos. Aos poucos, os tratados e as convenções alertavam, em nível mundial, sobre a importância e a urgência de preservar o capital natural.

Diante do dilema de progredir e preservar, a Ciência Econômica, cuja tarefa é alocar recursos escassos, se vê impelida a incluir o meio ambiente em suas análises, cientes de que as agressões à natureza cresciam, cientistas de todas as áreas desenvolveram estudos para avaliar as consequências da ação humana no ambiente natural. Nesse sentido, foi elaborada a IPAT, fórmula multiplicativa dos fatores população, afluência e tecnologia que resulta na magnitude do impacto total. A IPAT é muito eficiente em mensurar o tamanho do impacto, mas limita-se em termos de variáveis e tempo. Para análises em horizontes temporais mais longos, é preciso utilizá-la na forma estocástica, denominada STIRPAT. Além de permitir uma explanação mais ampla do fenômeno, a STIRPAT possibilita a inclusão de mais variáveis no modelo. Outra vantagem da STIRPAT é o fato de ela mostrar a contribuição relativa de cada indutor no impacto, isto é, em termos de taxas de variação individual de cada fator, o que na IPAT era impossível, visto que ela calcula o impacto em termos absolutos.

Posto isso, parte-se das seguintes hipóteses: a primeira é que os países desenvolvidos, haja vista seus altos níveis de renda *per capita*, teriam a afluência como maior indutor de impacto; a segunda hipótese supõe que para países em desenvolvimento, a população exerça maior impacto. Assim, esse trabalho tem o intuito de responder a seguinte questão: Quais indutores, dentre a população e a renda, exercem maior pressão sobre a natureza no período de 1992 a 2013? Nesse sentido, o objetivo geral do estudo é verificar o comportamento dos indutores população e renda em economias que vivenciam diferentes estágios de desenvolvimento. Em busca de resposta, define-se, como amostra para os países desenvolvidos, o bloco G7; para os países em desenvolvimento, o bloco dos BRICS. O método utilizado compreende a aplicação da IPAT na sua forma estocástica, a STIRPAT.

O caráter inovador do presente estudo reside na escolha da amostra, uma vez que não foram encontrados na literatura científica estudos dessa natureza aplicados aos BRICS. Além desta introdução, o presente estudo está organizado em mais cinco seções. Sendo que na segunda seção tem-se o referencial teórico que busca situar o meio ambiente e os impactos ambientais nas discussões econômicas, dando o respaldo necessário para que seja possível

compreender o que é o impacto ambiental, como ele é calculado, e sua relação com as variáveis utilizadas nesta pesquisa. A terceira seção faz uma breve revisão de literatura. A quarta seção se destina a explicar os métodos de análise. Na quinta seção são expostos os resultados. Por fim, nas considerações finais, são retomados os resultados juntamente com algumas discussões pertinentes ao tema.

2. NATUREZA, ECONOMIA E IMPACTOS AMBIENTAIS

A exacerbada poluição nos países desenvolvidos, somada à crise do petróleo na década de 70, colocou em dúvida o crescimento econômico, cujas prerrogativas eram a perfeita substituição dos insumos e a utilização intensiva dos recursos naturais (FAUCHEUX, 1995). Como se sabe, até bem pouco tempo, as questões que mais ocupavam os economistas estavam ligadas à maximização da eficiência, cujo fim último era o aumento da riqueza material. O potencial produtivo das nações servia como indicador de progresso. No pós-Segunda Guerra, frente a missão de recuperar as economias solapadas pelo conflito mundial, as preocupações econômicas com o aumento do produto interno bruto dão lugar a medidas que englobam o melhoramento da economia como um todo (LEAR, 2010).

Nessa época, vem à tona uma série de discussões internacionais acerca da degradação ambiental as quais culminam com a deliberação do relatório intitulado Limites ao Crescimento. Nele constam previsões do destino da humanidade no longo prazo. As principais conclusões apontavam para um futuro temeroso, cujo colapso se daria em menos de cem anos, caso fossem mantidos os ritmos vigentes de crescimento populacional, industrialização, poluição e depleção de recursos naturais (BRÜSEKE, 1995).

Para retardar esse processo, o relatório sugeria um crescimento zero a ser atingido mediante o congelamento do crescimento populacional global e do capital industrial. Tais medidas soaram como uma afronta à sociedade capitalista. Se, por um lado, os países desenvolvidos precisavam frear o ritmo do crescimento, por outro, os países em desenvolvimento acreditavam que melhores níveis de bem-estar só seriam possíveis com aumento do produto.

Mais adiante, em 2006, é divulgado o Relatório do Planeta Vivo pelo *World Wide Fund For Nature (WWF)*. Nele são descritas as condições ambientais e o nível de pressão antropogênica exercido sobre a natureza. Para tal mensuração, foi utilizada a Pegada

Ecológica¹, cujos cálculos demonstraram que a civilização já teria ultrapassado a capacidade de regeneração da Terra em 25%, desde 1980 (WWF, 2006).

Aos poucos, as preocupações com a escassez e depleção do capital natural desencadeiam estudos que investigam a interação do homem com a natureza tornando crescente o interesse científico em mensurar de forma quantitativa a magnitude do impacto ambiental², bem como em identificar seus principais indutores. Alguns estudos destacam a consensualmente que a população, a atividade econômica e a tecnologia são as forças motrizes das alterações ambientais provocadas pelo homem (JORGENSEN, 2003; YORK, et al., 2003). Nesse sentido, sobressaem-se os posicionamentos de Ehrlich, Holdrem (1971) e Commoner (1972), que relacionam os impactos ambientais ao aumento geométrico da população, da evolução dos padrões de consumo e dos ajustamentos tecnológicos na produção.

Ehrlich e Holdrem (1971) acreditavam que uma população em ritmo crescente exerceria forte pressão sobre a natureza, pois mais pessoas representariam uma maior demanda por bens, especialmente alimentos. Para que essa demanda fosse atendida, seria preciso aumentar a produção, o que, conseqüentemente, aumentaria a geração de resíduos e poluentes, além de levar os recursos naturais à exaustão. Os autores reativam as discussões malthusianas, segundo as quais, a população crescerá em progressão geométrica, ao passo que a produção de alimentos crescerá em progressão aritmética. Também se atrelam os impactos ambientais ao crescimento da afluência, dado que a demanda por bens, intensificada pela indústria do consumo em massa, faz crescer a degradação do meio ambiente (COMMONER; 1972).

Anteriormente, os efeitos da afluência sobre a natureza já haviam sido analisados com a Curva Ambiental de Kuznets (CAK). A CAK relaciona renda (Produto Interno Bruto) com as emissões de dióxido de carbono e mostra, através da sua trajetória em “U” invertido, que as emissões crescem com o aumento da renda até o ponto em que o nível de renda garante o bem-estar. A partir daí, as emissões tendem a cair com o aumento da renda. O evidente otimismo dessa análise, mostra que o crescimento econômico, embora gere pressões ambientais na sua fase inicial, produziria externalidades positivas à medida que aumentos da renda

¹ A Pegada Ecológica (P.E.) está ligada ao conceito de biocapacidade ou capacidade ecológica que os ecossistemas têm de se sustentarem. De maneira simplificada, a P.E. fornece o saldo líquido, expresso em hectares globais, de tudo que a sociedade demanda para manter seu padrão de vida. No cálculo da Pegada Ecológica (PE), são levadas em consideração as áreas de pastagem, de floresta, de pesca, de plantações, além da área construída e da área necessária para o sequestro de carbono (EWING et. al., 2010). Assim, a P.E. pode ser traduzida como área produtiva que consegue repor o capital natural necessário para sustentar o modelo de vida de uma pessoa ou população.

² Impacto ambiental é toda e qualquer alteração (física, química ou biológica) no meio ambiente proveniente, direta ou indiretamente, da atividade antropogênica. Os fatores que acarretam ou potencializam tais alterações são denominados indutores de impacto (FOGLIATI et. al., 2014).

possibilitassem o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e limpas (CAVIGLIA-HARRIS; CHAMBERS; KAHN, 2009).

Enquanto alguns trabalhos corroboram o comportamento da Curva Ambiental de Kuznets, tais como os de Grossman e Krueger (1995), outros divergem quanto aos resultados. Dinda, Coondoo e Pal (2000) relacionaram a renda às emissões de dióxido de enxofre e mostraram que, primeiramente, as emissões de dióxido de enxofre declinam à medida que a renda cresce e, no segundo momento, apresentam uma trajetória ascendente conjunta.

A literatura sobre impactos ambientais ainda carece de pesquisas para determinar categoricamente se a afluência diminui ou aumenta a pressão sobre a natureza e se essa pressão é maior ou menor que a exercida pela população. Bongaarts (1992) argumenta que, para determinar a relevância dos indutores de impacto, é preciso, antes de tudo, atentar para o contexto de desenvolvimento dos países. Assim, para nações menos desenvolvidas, o impacto ambiental seria dado em primeiro lugar pelo crescimento econômico, que intensificaria as emissões de poluentes; em segundo lugar, viria o crescimento populacional. Já em países desenvolvidos, as mudanças nas intensidades energéticas são mais importantes que os fatores econômicos e populacionais.

Commoner (1971) chama atenção para os riscos ecológicos inerentes ao modo de produção tóxica. De acordo com o autor, o impacto seria especificado pela quantidade de poluentes lançada anualmente na natureza. Assim, os fatores tecnológicos teriam influência direta no impacto ambiental, uma vez que demonstram a eficiência dos meios de produção em reduzir ou aumentar a descarga de poluentes por unidade de produto (MATTOS, 2012). As ideias de Ehrlich, Holdrem (1971) e Commoner (1972) deram origem ao pensamento quantitativo do impacto ambiental quando desenvolveram a IPAT (Equação 1).

$$I = P \times A \times T \quad (1)$$

A IPAT é uma identidade matemática simples, sistemática e robusta que mede a intensidade e do impacto ambiental por meio da multiplicação da população (P), afluência (A) representada pela riqueza, e tecnologia (T) por unidade de atividade econômica (DIETZ; ROSA, 1997). Trata-se, portanto, de um modelo contábil que evidencia o fato de os indutores atuarem de forma conjunta, uma vez que mudanças em um fator são multiplicadas pelos demais fatores. Isso significa que, mesmo existindo variação em um dos fatores, mantendo-se os demais constantes, o fator variável é incapaz de explicar sozinho o impacto (YORK; ROSA; DIETZ, 2003).

O modelo é até hoje utilizado por cientistas do mundo inteiro. Todavia, tem recebido severas críticas. Dentre as limitações da IPAT, Dietz e Rosa (1994) apontam a impossibilidade de incorporar outras variáveis relevantes no impacto, por exemplo, a taxa de crescimento, distribuição e composição da população; como também a impossibilidade de avaliar o impacto associado a cada indutor, uma vez que seus coeficientes são todos iguais a unidade.

No intuito de corrigir algumas das limitações mais graves da IPAT, Dietz e Rosa (1994, 1997) lançam mão da *Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology* (STIRPAT), uma versão estocástica do modelo anterior que acomoda um número maior de variáveis permitindo a análise do impacto sob várias dimensões (institucionais, culturais e geográficas). Para Dietz e Rosa (1994), o STIRPAT é um modelo que estima os efeitos diretos e indiretos das forças motrizes, captando sua complexidade e suas interações. No STIRPAT, cada variável multiplicativa (P, A, T) representa uma função potência, tal que $I = (P^a)(A^b)(T^c)$ com a, b, c não nulos e diferentes da unidade, é possível agora avaliar, separadamente, o impacto atribuído a cada variável independente, conforme segue:

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d \varepsilon_i \quad (2)$$

A variável “T” passa a ser uma *proxy* para o impacto causado pela ação humana, ou seja, uma medida que se aproxima da realidade. P, A e T preservam o mesmo significado empregado à IPAT, com a diferença de que a tecnologia “T” passa a ser analisada independentemente de I, P e A. O termo de erro “ ε ” engloba todas as variáveis não controladas que podem vir a gerar impactos ambientais, sejam elas organizacionais, institucionais, sociais, ou de efeitos não incluídos no modelo (DIETZ; ROSA, 1994).

O subscrito “i” adicionado às variáveis demonstra que as quantidades variam de acordo com as unidades observadas. Esse índice não era necessário na IPAT porque a contabilização considerava apenas uma observação no tempo. Os coeficientes “a”, “b”, “c” e “d” são os termos a serem estimados de acordo com as observações (DIETZ; ROSA, 1994). No caso de $a=b=c=d=1$ tem-se a clássica IPAT, o que assegura os pressupostos originais e evidencia que a STIRPAT é a derivação do modelo inicial (DIETZ; ROSA, 1994). Dados os coeficientes constantes, a estimação pode ser feita por meio de logaritmos naturais:

$$\ln(I) = \ln(a) + b[\ln(P)] + c[\ln(A)] + d[\ln(T)] + \ln(\varepsilon) \quad (3)$$

Assim os parâmetros a serem estimados expressam a variação percentual em I quando P e A variam 1%, sendo b e c , portanto, medidas de elasticidade. A tecnologia, por não ter uma variável que a expresse adequadamente, é incorporada ao erro (DIETZ; ROSA, 1994; DIETZ; ROSA, 1997). Sendo assim, a *STIRPAT* pode ser escrita conforme segue:

$$\ln(I) = \ln(a) + b[\ln(P)] + c[\ln(A)] + \sum \beta[\ln(X_i)] + \ln(\epsilon) \quad (4)$$

Na Equação 4, a variável X_i corresponde às demais variáveis causadoras de impacto, com a condição de que estejam de acordo com os pressupostos da IPAT. Muitos estudos já aplicaram a *STIRPAT* como forma de avaliar o impacto ambiental, o que garante a validade do modelo para esse tipo de análise (ROSA; DIETZ, 2010; YORK; ROSA; DIETZ, 2002; YORK; ROSA; DIETZ, 2003; LIDDLE; LUNG, 2010; LIDDLE, 2011; LIDDLE, 2013; SILVA et. al., 2011; ZHANG; LIN, 2012; ZHU; PENG, 2012; WANG et. al.; 2013).

Desde o surgimento da IPAT, as emissões de poluentes são as *proxies* mais comuns, pois, seu aumento provoca irreparáveis danos ao meio ambiente, a começar por transformações nos ciclos bioquímicos, que estão associados a catástrofes climáticas, destruição da cobertura vegetal e extinção de inúmeras espécies (YORK; ROSA; DIETZ, 2003). Contudo, alguns autores oferecem alternativas a esse indicador de impacto (DIETZ; ROSA, 1994; DIETZ; ROSA, 1997).

York, Rosa e Dietz, (2002; 2003), sugerem a utilização da Pegada Ecológica (P.E.)³, no entanto, ainda não se pode concebê-la como medida ideal, uma vez que inclui apenas os produtos economicamente rastreáveis. Outra restrição é a complexidade de seu cálculo e a dificuldade de se obterem dados referentes a seus componentes. Por esse motivo as emissões de gases poluentes continuam sendo amplamente utilizadas (ROSA; DIETZ, 2010; YORK; ROSA; DIETZ, 2002; YORK; ROSA; DIETZ, 2003; LIDDLE; LUNG, 2010; LIDDLE, 2011; LIDDLE, 2013; SILVA et. al., 2011; ZHANG; LIN, 2012; ZHU; PENG, 2012; WANG et. al.; 2013).

Universidade Federal de Sergipe

³ O método pelo qual é calculada a Pegada Ecológica (P.E.) está embasado no conceito de capacidade de carga (área biologicamente produtiva). Ver nota de rodapé 1.

3. REVISÃO DE LITERATURA: APLICAÇÕES DA *STIRPAT*

Esta seção apresenta os principais estudos que empregaram a *STIRPAT*, bem como os principais resultados encontrados. A começar por Dietz e Rosa (1994, 1997) que desenvolveram a versão estocástica da IPAT e, por meio de uma análise *cross-section*, estimaram os efeitos da população, afluência e tecnologia para 111 países. No estudo, foram utilizados os dados de 1989 e as emissões de carbono figuram como variável dependente. Os resultados demonstram que os efeitos da população são proporcionais ao seu tamanho. Por outro lado, os efeitos da riqueza evidenciaram deseconomias de escala para nações de grande porte, o que contradiz a proporcionalidade (log-linear) de pesquisas anteriores. Dietz e Rosa (1994) acreditam que o crescimento populacional previsto para a próxima década seria o principal indutor de impacto.

Em 2003, foi desenvolvido um estudo de impactos para o mundo. Dessa vez, além das emissões de carbono, os autores utilizam também a pegada ecológica como variável dependente (YORK; ROSA; DIETZ, 2003). Nesse ano, foram publicados dois artigos: o primeiro, intitulado *Footprints on the Earth: the environmental consequences of modernity*, mostraram que, além da população, fatores como latitude e área de terra *per capita* são fortes indutores de impacto. Os aumentos do PIB não são proporcionais aos aumentos de impacto. Enquanto isso, variáveis de cunho político, como liberdades civis, ambientalismo de estado, direitos políticos entre outros não apresentaram significância estatística. O segundo estudo recebeu o nome de *Impact analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts*. Nele foram comparados resultados de diferentes métodos analíticos. As emissões de dióxido de carbono e a pegada ecológica permanecem como variáveis dependentes. Os resultados confirmaram que a população é o fator que mais impacta nas variáveis explicadas. A urbanização e o setor industrial também exercem impacto significativo.

Xu, Cheng e Qiu (2005) através do método “ImPACTS”, onde a variável dependente é estudada por meio de um trade-off entre impactos ambientais e desenvolvimento levaram em consideração o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a Pegada Ecológica. Os autores concluíram que, devido à boa gestão de seus recursos naturais, os países desenvolvidos aproveitam-nos melhor e reduzem os efeitos da ação humana sobre a natureza. Nessa perspectiva, Dietz, Rosa e York (2007) incluem variáveis independentes de cunho socioeconômico. Porém, ao contrário do que se esperava, não foi constatada influência da expectativa de vida, do nível de escolaridade e do bem-estar humano sobre os níveis de impacto ambiental (DIETZ; ROSA; YORK, 2007).

Liddle e Lung (2010) testam os impactos nas emissões de dióxido de carbono por faixa etária em países desenvolvidos. Para tanto, a população foi dividida em pessoas de 20 a 34 anos, 35 a 49 anos e 50 a 64 anos. Foram levadas em consideração as emissões advindas do uso de transporte, energia residencial e dispêndio de eletricidade. Embora nem sempre significativa, a faixa etária que exerce influência positiva no impacto ambiental compreende pessoas entre 20 e 34 anos, ao passo que a influência negativa se relaciona ao grupo etário de 65 a 79 anos.

Silva *et al.* (2011) estudaram os países da América Latina. Os dados contemplaram uma amostra de 12 países, de 1970 a 2005. Como metodologia, aplicou-se a STIRPAT com dados em painel. Nesse estudo, a população segue subdividida de 15 em 15 anos de idade, resultando em três grupos etários. Além do PIB *per capita* e da população total, há, como diferencial, a utilização do percentual de população urbana e da intensidade energética. Foi verificado que todas as variáveis independentes exercem impactos significativos nas emissões de dióxido de carbono. Contudo, ao contrário dos estudos de Liddle e Lung (2010), Silva *et al.* (2011) apontam que a faixa etária dos 20 aos 34 anos não apresenta significância estatística. Apesar disso, a conclusão tirada do experimento foi que a população, de um modo geral, exerce mais influência nas emissões de dióxido de carbono que as demais variáveis (afluência e tecnologia).

Estudos para países de renda alta ou média alta foram desenvolvidos por Liddle (2011, 2013, 2015). Primeiramente, analisaram-se as nações integrantes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE); posteriormente, nações não pertencentes à OCDE foram incluídas no modelo. Dentre os impactos mais importantes, constavam as emissões de dióxido de carbono oriundas dos transportes e do consumo de energia elétrica residencial. Os resultados mostraram que a estrutura etária influencia de forma significativa o impacto estudado, sendo que, para a variável independente relacionada ao transporte, o impacto maior é atribuído à população que compõe a primeira faixa. Esse impacto se sobressai se comparado ao impacto relacionado ao consumo de energia elétrica residencial, que, por sua vez, é atribuído às demais faixas etárias.

Quanto ao consumo privado de transporte, observou-se que a densidade urbana está negativamente correlacionada com o consumo de energia de transporte urbano privado. Para os países em desenvolvimento as variáveis demográficas (tamanho da população e densidade urbana) são particularmente importantes na determinação do consumo de energia de transportes privados. Ficou evidenciado que a elasticidade das emissões de carbono é maior nesses países do que nos países pertencentes à OCDE.

Percebe-se que a maior parte dos estudos converge em torno da proposição de que a população e a renda são os indutores de maiores impactos, exceto nos estudos regionais

desenvolvidos para a China, onde os autores verificaram que a estrutura populacional e o nível de consumo produzem mais efeito que o tamanho da população em si (ZHU; PENG, 2012). Em suma, os trabalhos apresentados, em geral, conduzem à conclusão de que o impacto ambiental tem como maiores indutores fatores populacionais e econômicos, uma vez que suas interações influenciam direta ou indiretamente o aumento do consumo e da produção.

4. MÉTODO E MODELO DE ANÁLISE

Para atender aos objetivos desta pesquisa, utilizar-se-á o modelo estocástico de avaliação de impactos, *STIRPAT* (YORK; ROSA; DIETZ, 2003; DIETZ; ROSA; YORK, 2007). Com a *STIRPAT*, pretende-se verificar o comportamento dos indutores de impacto nos blocos econômicos BRICS e G7 para que se possa inferir sobre a pressão ambiental exercida por economias em diferentes estágios de desenvolvimento. O primeiro bloco é formado por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS), todos consideradas economias emergentes⁴, em pleno desenvolvimento. Já o segundo bloco, G7, é formado pelas economias que já concluíram seu processo de desenvolvimento: Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Inglaterra, Itália e Japão. Esta seção destina-se, portanto a, primeiramente, apresentar as variáveis a serem utilizadas e, em seguida, os procedimentos para a construção do modelo.

4.1 DEFINIÇÕES DAS VARIÁVEIS

De acordo com os estudos abordados na primeira seção, os maiores indutores de impacto ambiental estão relacionados à população e à atividade econômica. Por isso, parte-se da hipótese de que países mais populosos e/ou mais ricos exerçam um impacto superior em relação aos demais países. Para que isso possa ser observado com clareza, utilizaram-se os blocos econômicos BRICS e G7. A escolha desses blocos se deu porque, no bloco dos BRICS, estão os países atualmente mais populosos (China e Índia), enquanto, no G7, estão as nações industrialmente mais desenvolvidas e com maiores níveis de renda *per capita*. Acrescente-se, ainda, a carência de estudos comparativos dessa natureza envolvendo tais blocos econômicos.

⁴ O Banco Mundial (2016) classifica um país como emergente ou em desenvolvimento quando o seu nível de riqueza econômica, mensurado através da renda *per capita*, se encontra abaixo dos níveis das economias desenvolvidas. Nessa classificação são considerados desenvolvidos os países que possuem renda *per capita* superior a US\$ 12.276; emergentes ou em desenvolvimento, os países que possuem renda *per capita* entre US\$ 1.006 e US\$ 12.275.

Em conformidade com os pressupostos da fórmula original, proposta por Ehlich e Holdren (1971), adotou-se como indutores de impacto a população total e o PIB *per capita* as quais são tomadas como variáveis independentes. A variável que corresponde à tecnologia (T) é agregada ao erro, pois, de acordo com Dietz e Rosa (1997), não há variáveis que a representem de forma adequada. As emissões de CO₂ totais (kt) por unidade de PIB representarão a variável dependente atuando como uma *proxy* para o impacto (I), pois, um aumento dessas emissões provoca severas alterações (impactos) nos ciclos biológicos e bioquímicos do planeta (YORK; ROSA; DIETZ, 2003). No Quadro 1, estão representadas as variáveis utilizadas para a STIRPAT.

Quadro 1 - Variáveis que compõem a *STIRPAT*.

| Natureza da variável | Notação | Definição |
|----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Independente | Popt Pibpc | População total PIB per capita |
| Dependente | CO ₂ | Emissão de CO ₂ (kt) |

Fonte: Elaboração própria.

O uso das emissões de CO₂ como *proxy* para o impacto, em vez de outra medida, como a pegada ecológica, por exemplo, explica-se não só porque as emissões de dióxido de carbono conferem confiabilidade aos resultados, mas também porque seus dados são de fácil acesso e disponíveis para todos os países (ROSA; DIETZ, 1997; YORK; ROSA; DIETZ, 2002; YORK; ROSA; DIETZ, 2003; YORK; ROSA; DIETZ, 2004; YORK; ROSA; DIETZ, 2010; LIDDLE; LUNG, 2010; SILVA *et al.*, 2011, LIDDLE; 2011, 2012, 2013; ZHANG; LIN, 2012; ZHU; PENG, 2012; WANG *et al.*; 2013).

Quanto à fonte, todos os dados foram retirados do Banco Mundial (2016). Optou-se por trabalhar com o período que se inicia em 1992 e vai até 2013 não só pela disponibilidade de dados, mas em razão das décadas de 90 e 2000 representarem um importante marco na história da política climática e hegemônica do mundo. Além do ECO-92⁵, assinou-se o Protocolo de Kyoto (1997) para o controle das emissões de gases de efeito-estufa o qual entrou em vigor em 2005. Outro marco importante desse período foi a proposição da existência do bloco de países emergentes denominado BRICS⁶. A seguir, descrevem-se os procedimentos econométricos utilizados para a especificação do modelo empírico de análise.

⁵ Também chama de Rio-92 é uma Conferência realizada pela ONU onde a comunidade científica mundial oficializa as preocupações com os limites impostos pela natureza (GUIMARÃES, 1997).

⁶ A sigla, originalmente BRIC, foi cunhada pelo economista Jim O'Neil em 2001, no estudo intitulado "Building Better Global Economic BRICS" e faz referência aos quatro países (Brasil, Rússia, Índia e China) que na época

4.2. ESPECIFICAÇÕES DO MODELO ANALÍTICO

De acordo com os objetivos enunciados na primeira seção lança-se mão da STIRPAT na sua forma logarítmica, conforme Equação 4 com intuito de captar a relação existente entre cada indutor e o impacto. Considera-se que, para analisar a participação do PIB *per capita* e da população no impacto ambiental durante os anos de 1992 a 2013, a metodologia de regressão em painel é a que melhor responde ao que se propõe nesse estudo, pois segundo Liddle e Lung (2010) Nos estudos sobre impactos ambientais os dados em painel permitem a análise empírica de diversos países ao longo de uma série temporal, levando em conta as peculiaridades individuais e específicas de cada período.

Uma vez que se considerem países através do tempo, Gujarati e Porter (2011) alertam para a presença comum de heterogeneidade nas unidades. Nesse caso, a análise de dados em painel assegura, conforme Baltagi (2005), não só um maior controle, mas também a devida consistência dos parâmetros. Ademais, a regressão em painel demonstra com mais propriedade a dinâmica de ajustamento, mudanças e tendências no tempo, proporcionando resultados robustos (KLEVMARKEN, 1989). Em síntese, a regressão em painel oferece confiabilidade, sendo capaz de agregar um número maior de informações, o que não seria possível com a utilização, apenas, de séries temporais ou cortes transversais puros (GUJARATI; PORTER, 2011).

Por causa dessas vantagens, a estimação através de dados em painel vem sendo amplamente aplicada à STIRPAT (ROSA; DIETZ, 1997; YORK; ROSA; DIETZ, 2002; YORK; ROSA; DIETZ, 2003; YORK; ROSA; DIETZ, 2004; YORK; ROSA; DIETZ, 2010; LIDDLE; LUNG, 2010; SILVA *et al.*, 2011, LIDDLE; 2011, 2012, 2013; ZHANG; LIN, 2012; ZHU; PENG, 2012; WANG *et al.*; 2013). No presente trabalho, serão estimados dois modelos: um para os BRICS e outro para o G7.

possuíam potencial de se igualar, em termos de PIB, às economias mais avançadas (G7). Posteriormente, a África do Sul integrou o grupo que vem a ser hoje o BRICS. A sigla passou a ser amplamente usada como um símbolo da mudança no poder econômico global (ARMIJO, 2011).

4.3. TÉCNICAS DE ESTIMAÇÃO DE DADOS EM PAINEL

A estrutura básica de um modelo com dados em painel, considerando $i = 1, 2, 3, \dots, n$ unidades a serem analisadas ao longo do tempo $t = 1, 2, 3, \dots, T$ está representada na Equação 6 (WOOLDRIDGE; 2008).

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + u_{it} \quad (6)$$

Sendo:

y_{it} = variável dependente; x_{it} = variáveis explicativas;
 β_{it} = coeficientes a serem estimados; u_{it} = erro idiossincrático⁷;
 α_{ij} = representa características invariantes no tempo referentes às unidades do painel.

Na regressão com dados em painel, o termo constante é uma variável que capta os fatores não observados e que não mudam ao longo do tempo, enquanto o erro representa os fatores não observados aleatórios, ou seja, que mudam ao longo do período (GREENE, 2003). A estimação pode ser feita segundo quatro técnicas: Regressão *Pooled* ou Dados empilhados, Efeitos fixos e Efeitos aleatórios (GUJARATI; PORTER, 2011).

O Modelo *Pooled*, é indicado quando não há diferenças entre os indivíduos. Dessa forma, assume-se um comportamento uniforme para todos os indivíduos, ou seja, os coeficientes de regressão serão iguais para todos os indivíduos. Deve-se usar esse tipo de modelo com cautela, visto que as estimativas podem ser enviesadas caso existam diferenças entre os indivíduos⁸. Logo, tal modelo cabe apenas quando não há presença de características específicas e efeitos não observados. Diante da presença de heterogeneidade, deve-se recorrer a Modelos de Efeitos Fixos ou Modelos de Efeitos Aleatórios (WOOLDRIDGE; 2010).

No Modelo com Efeitos Fixos, assume-se que a heterogeneidade individual é invariante no tempo. Assim, para cada indivíduo, assume-se um intercepto diferente, que não varia ao longo da série⁹(GUJARATI; PORTER, 2011). Nesse modelo, admite-se que os efeitos

⁷ Conforme Gujarati e Porter (2011), idiossincrático faz referência ao erro combinado da série temporal e corte transversal, é assim chamado porque varia de acordo com as características dos indivíduos (corte) ou no tempo.

⁸ Neste caso, quando se “empilham” os diferentes países nos diferentes anos, a heterogeneidade (característica individual ou efeito não observado) que possa estar presente entre os países é atribuída ao erro. Se o termo de erro estiver correlacionado com alguma variável explicativa, os estimadores serão tendenciosos, e o modelo não estará alinhado com os pressupostos do modelo clássico de regressão linear.

⁹ Ou seja, admite-se, por exemplo, que os interceptos do Brasil e da China sejam diferentes entre si, porém o intercepto do Brasil será sempre o mesmo ao longo da série assim como o da China.

não observados podem afetar a previsão, uma vez que se assume a correlação¹⁰ do termo individual com as variáveis explicativas. Alguns dos inconvenientes relacionados ao Modelo de Efeitos Fixos dizem respeito à falta de graus de liberdade o que compromete a eficiência da análise estatística em virtude do número insuficiente de observações. Outro problema está ligado à possibilidade de não se identificar o impacto das características invariantes no tempo.

Para contornar esses problemas, mantendo a diferença de interceptos entre os indivíduos, Kennedy (2010) sugere o modelo de Efeitos Aleatórios segundo o qual os interceptos de cada indivíduo são dados a partir de vários interceptos que podem ser tomados de forma aleatória e, por isso, incorporados ao erro¹¹ (KENNEDY, 2010). O termo constante passa a ser um parâmetro aleatório não observável, que não se correlaciona com as variáveis explicativas (WOOLDRIDGE; 2010).

A determinação da técnica que melhor se adequa ao que se propõe dar-se-á mediante testes estatísticos e econométricos, a começar pelo teste Chow, que verifica entre *Pooled* e Efeitos Fixos qual melhor se ajusta à análise. Para testar o modelo *Pooled* contra o de Efeitos Aleatórios, aplica-se o teste Breusch-Pagan. Por fim, o teste de Hausman compara os estimadores de Efeitos Fixos com os de Efeitos Aleatórios através da análise de correlação entre o efeito não observado e as variáveis explanatórias (WOOLDRIDGE, 2006). O Quadro 2 apresenta um resumo dos testes:

Quadro 2– Resumo dos Testes de Chow, Breusch-Pagan e Hausman

| Teste | Hipótese nula | Hipótese alternativa |
|----------------------|--------------------|----------------------|
| Chow | Pooled | Efeitos Fixos |
| Breusch-Pagan | Pooled | Efeitos Aleatórios |
| Hausman | Efeitos Aleatórios | Efeitos Fixos |

Fonte: Elaboração própria.

Quando se trabalha com dados em painel, é comum a ocorrência de heterocedasticidade¹², autocorrelação¹³ e correlação contemporânea. Para verificar a

¹⁰ A correlação indica que as variáveis são determinadas com base em valores correntes, passados e futuros (Gujarati; Porter, 2011).

¹¹ No presente estudo, isso significa que, de acordo com os conceitos de Gujarati e Porter (2011), os países que compõem os blocos BRICS e G7 foram retirados de um universo maior de países que possuem inúmeras características individuais que não foram incluídas no modelo. Todas as características individuais (não observadas) são representadas por um único intercepto comum aos componentes dos blocos. Esse intercepto nada mais é do que o valor médio de todos os interceptos.

¹² Conforme Gujarati e Porter (2011), a heterocedasticidade acontece quando a variância do erro não é constante.

¹³ Percebe-se a autocorrelação ou também chamada correlação serial quando os valores de uma série, em diferentes instantes de tempo, estão correlacionados (GUJARATI; PORTER, 2011).

existência desses distúrbios¹⁴, utilizar-se-á, respectivamente, o teste de Wald, Wooldridge e Pesaran (2004), cujas hipóteses estão resumidas no Quadro 3; caso sejam identificadas, as estimativas serão tratadas através do Estimador com Erros-padrão Corrigidos (PCSE). De acordo com Beck e Katz (1995), esse método gera estimativas precisas e sem perda de eficiência.

Quadro 3– Resumo dos Testes de Wald, Wooldridge e Pesaran.

| Teste | Hipótese nula | Hipótese alternativa |
|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Wald | Não possui heterocedasticidade. | Possui heterocedasticidade. |
| Wooldridge | Não possui autocorrelação | Possui autocorrelação |
| Pesaran | Não possui correlação contemporânea | Possui correlação contemporânea |

Elaboração própria.

Posto isso, desenvolvem-se preliminarmente dois modelos utilizando-se a metodologia proposta por Dietz e Rosa (1997), que resulta nas Equações 7 e 8:

$$\ln_{BRICS}(CO_2)_{it} = \beta_0 + \beta_2[\ln(popt)]_{it} + \beta_3[\ln(pibpc)]_{it} + u_{it} \quad (7)$$

$$\ln_{G7}(CO_2)_{it} = \beta_0 + \beta_2[\ln(popt)]_{it} + \beta_3[\ln(pibpc)]_{it} + u_{it} \quad (8)$$

Onde:

i = país; t = período de tempo;

$popt$ = população total;

β = parâmetros a serem estimados;

$pibpc$ = PIB *per capita*;

u_{it} = termo de erro;

CO_2 = emissões de dióxido.

10-12 de julho/2017

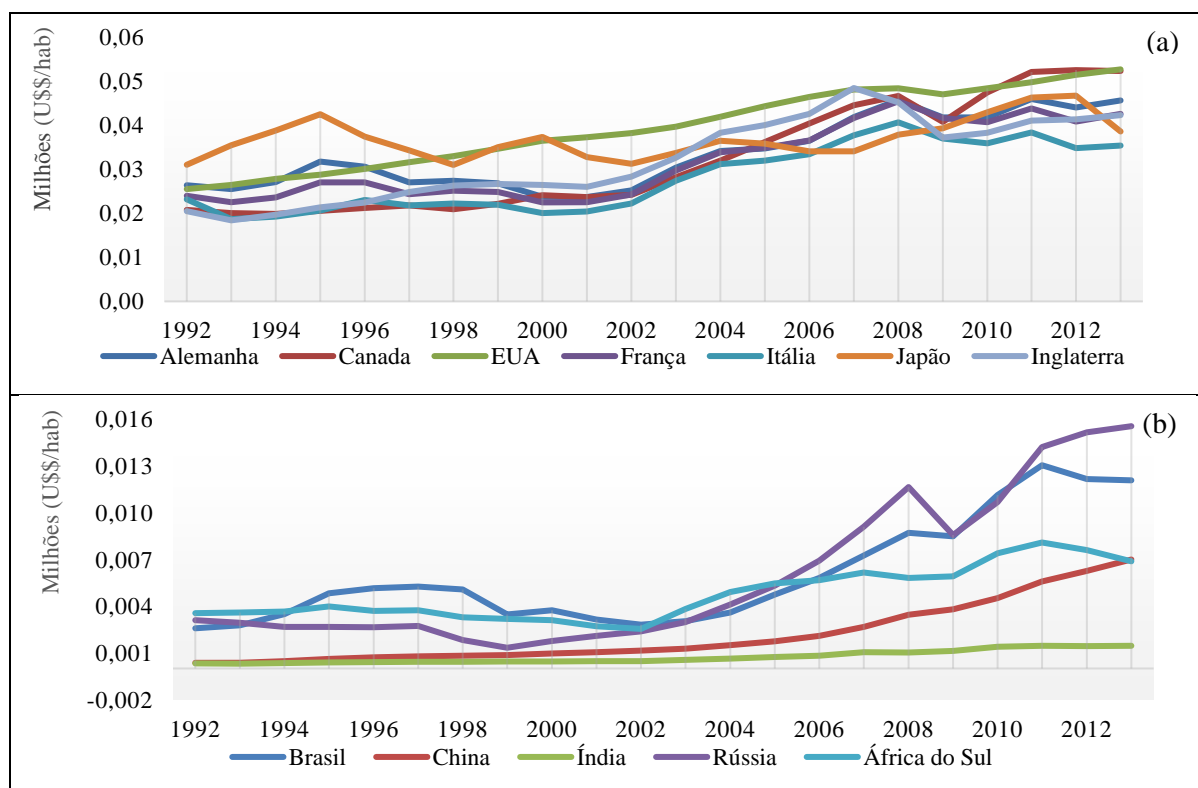
Universidade Federal de Sergipe

¹⁴ São considerados distúrbios porque violam a premissa do Modelo Clássico, que pressupõe a inexistência de correlação entre os erros em momentos diferentes. Tais distúrbios prejudicam o modelo, pois podem produzir estimativas enviesadas para os coeficientes (GUJARATI; PORTER, 2011).

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na presente seção serão apresentados os resultados encontrados para as estimativas da *STIRPAT*. Antes de analisar os resultados propriamente ditos, convém conhecer o comportamento observado das variáveis utilizadas no estudo (*PIB per capita*, população total e emissões CO_2) conforme Figuras 1a-b, 2a-b e 3a-b:

Figura 1 – PIB *per capita* para os países que compõem o G7 e os BRICS

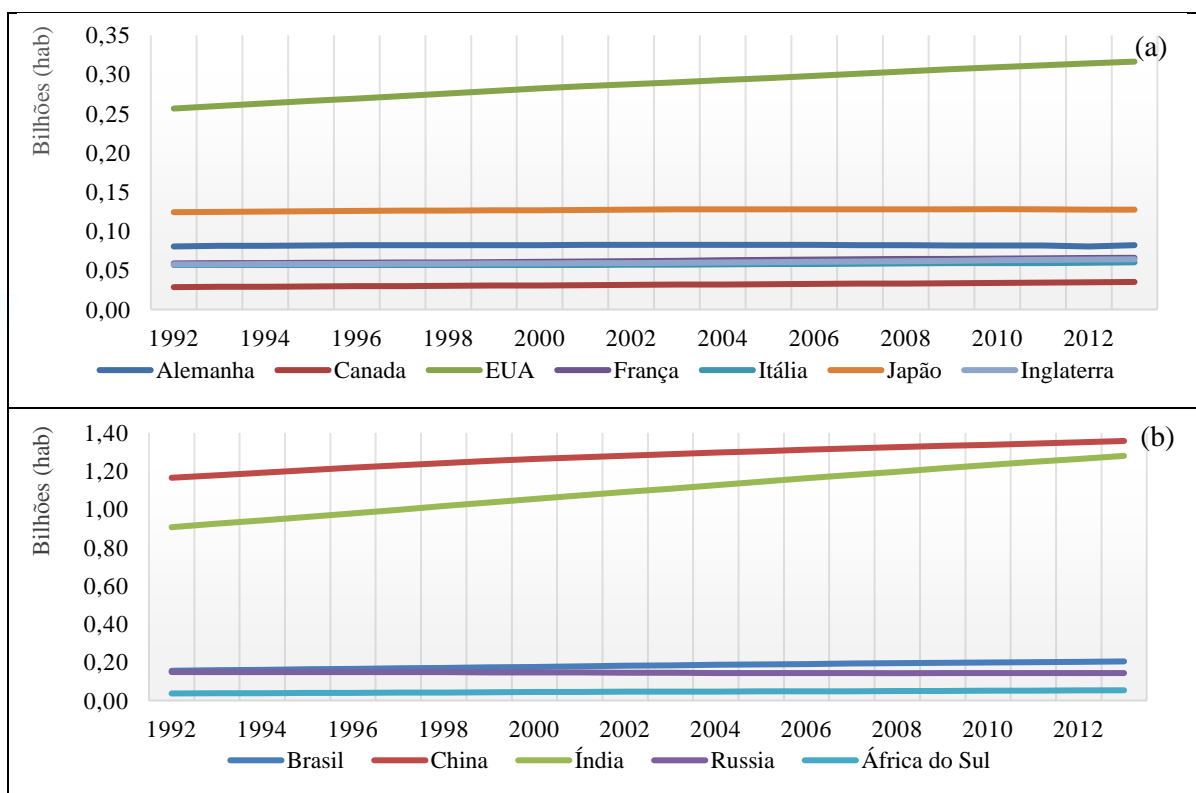


Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Banco Mundial (2016).

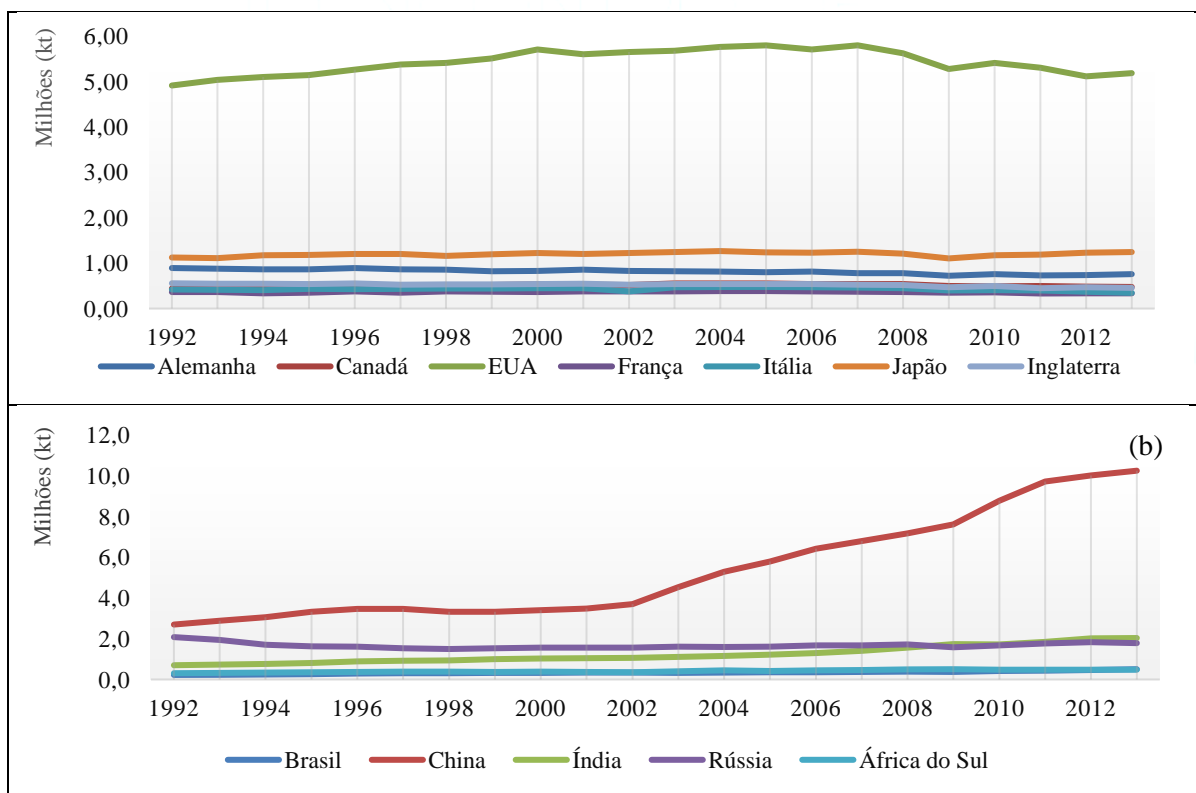
10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Figura 2 – População total para os países que compõem o G7 e o BRICS



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Banco Mundial (2016).

Figura 3 – Emissões totais de CO₂ (kt) para os países que compõe o G7 e o BRICS

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Banco Mundial (2016).

A Figura 1 de modo geral evidencia que as economias de todos os países caminham na direção do crescimento econômico. Observa-se ainda que o nível de renda *per capita* dos países pertencentes ao G7 é muito superior aos países dos BRICS, chegando a um diferencial equivalente a uma casa decimal. Na Figura 2 percebe-se que os países de ambos os blocos possuem população relativamente estabilizada, destacando-se Índia e China como países mais populosos. No que tange as emissões totais de CO₂, a partir da Figura 3 depreende-se que cada bloco reúne as economias mais poluidoras: EUA e China sendo que esta atualmente superou em quase duas vezes o nível de emissões daquela. Nota-se que o aumento nos níveis de renda *per capita* da China no início do primeiro decênio dos anos 2000 acontece meio a elevações vultosas nas emissões de carbono, revelando preliminarmente um crescimento econômico nocivo ao meio ambiente.

5.2 RESULTADOS PARA STIRPAT

Parte-se agora para os resultados estimados da STIRPAT, que permitirão averiguar a significância dos indutores PIB *per capita* e população no impacto dos blocos BRICS e G7 durante os anos de 1992 a 2013. Entretanto, antes disso, efetua-se dos os testes *Chow*, *Breusch-Pagan* e *Hausman*, para definir entre Pooled, Efeitos Fixos ou Efeitos Aleatórios o painel que melhor se adapta à análise. Os resultados dos testes encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1– Resultado dos testes econométricos para definir o tipo de painel

| Teste | Valorp | |
|----------------------|--------|--------|
| | BRICS | G7 |
| Chow | 0,0000 | 0,0000 |
| Breusch-Pagan | 0,0000 | 0,0000 |
| Hausman | 0,9911 | 0,9289 |

Fonte: Elaboração própria.

Conforme a Tabela 1, primeiramente fez-se o teste *Chow*, para verificar qual dos painéis seria o mais indicado: Pooled ou de Efeitos Fixos. Ao nível de significância de 1%, o valor *p* de 0,000 estimado pelo teste indica que se deve rejeitar a hipótese nula. Assim, o painel de Efeitos Fixos é mais indicado que o Pooled, tanto para os BRICS quanto para o G7. Após esse procedimento, avaliaram-se, por meio do teste *Breusch-Pagan*, as estimativas do painel Pooled contra as estimativas do painel com Efeitos Aleatórios. O valor *p* de 0,000, reportado pelo teste, indica que, ao nível de significância de 1%, o painel de Efeitos Aleatórios é o mais indicado tanto para os BRICS quanto para o G7.

Por fim, utilizou-se o teste *Hausman* para comparar as estimativas do painel de Efeitos Aleatórios contra as estimativas do painel de Efeitos Fixos. De acordo com a Tabela 1, o *valor p* para os BRICS assim como para o G7 é próximo de 1. Com esse resultado, não há evidência para rejeição da hipótese nula nem para os BRICS, nem para o G7. Logo, o painel a ser aplicado é o de Efeitos Aleatórios¹⁵. Na sequência, foram verificados problemas de heterocedasticidade, autocorrelação e correlação contemporânea nos dados. Para tanto, utilizaram-se os testes Pesaran, Wald e Wooldridge cujos resultados estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2– Resultado dos testes econométricos para verificar heterocedasticidade, autocorrelação e correlação contemporânea.

| Teste | Valor p | |
|-------------------|---------|--------|
| | BRICS | G7 |
| Pesaran | 0,0069 | 0,0000 |
| Wald | 0,0000 | 0,0000 |
| Wooldridge | 0,0062 | 0,0317 |

Fonte: Elaboração própria.

Segundo a Tabela 2, o teste Pesaran reportou um *valor-p* baixo, próximo de zero, demonstrando que há correlação contemporânea, tanto para o modelo dos BRICS quanto para o do G7. Por sua vez, o teste de Wald também apresentou um *valor-p* próximo de zero o que evidencia problemas de heterocedasticidade para os dois grupos estudados. Por fim, o teste de *Wooldridge* constata que existem problemas de correlação serial para o modelo dos BRICS ao nível de significância de 1% e ao nível de significância de 5% para o modelo do G7. No intuito de realizar as correções dos problemas de correlação, correlação contemporânea e heterocedasticidade, utilizou-se o estimador PCSE¹⁶. As estimativas do G7 e dos BRICS estão dispostas na Tabela 3.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

¹⁵ Ressalte-se que o teste de Hausman testa, basicamente, a correlação dos efeitos individuais não observáveis com as variáveis explanatórias dos modelos. Portanto, a não rejeição da hipótese nula indica que não há correlação desses termos com as variáveis utilizadas no modelo do presente trabalho. Isso se justifica pelo fato de o modelo utilizado contar com apenas duas variáveis, enquanto que, para expressar características individuais de cada país dentro do painel, seria necessária a inclusão de mais variáveis explanatórias. Nesse sentido, as melhores estimativas serão as obtidas via modelo de Efeitos Aleatórios.

¹⁶ Estimador com erros-padrão corrigidos, que, segundo Beck e Katz (1995), corrige as três categorias de erros (correlação serial de primeira ordem, correlação contemporânea e heterocedasticidade) por meio de Mínimos quadrados ordinários (OLS).

Tabela 3– Resultado das estimativas econométricas para o G7 e BRICS utilizando o Estimador com erros-padrão corrigidos (PCSE)

| Estimativas | G7 | BRICS | |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | (c/ cte.) | (s/ cte.) |
| <i>ln</i> (pib_pc) | -0,003171*** (0,0009363) | 0,2276289*** (0,0309505) | 0,2131697*** (0,0263422) |
| <i>ln</i> (pop) | 1,178889*** (0,0328465) | 0,7071727*** (0,0488165) | 0,6279041*** (0,0112462) |
| Constante | -7,841625*** (0,6081167) | -1,659,039 (1,034,831) | - |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Erros-padrão entre parênteses; *** denota parâmetros estatisticamente significativos a 1%.

Os resultados da Tabela 3 mostram que, para o G7, as estimativas do PIB *per capita* corrigidas via PCSE foram estatisticamente significativas a 1%. Percebe-se que há uma relação negativa entre crescimento do PIB *per capita* e o impacto ambiental; em outras palavras, as emissões de CO₂ (*proxy* para impacto ambiental) diminuem em aproximadamente 0,0032% quando o PIB *per capita* cresce em 1%. Porém, vale ressaltar, que a diminuição do impacto, mesmo que estatisticamente significativa, tem pouca repercussão na prática, pois exerce efeito marginal somente após a terceira casa decimal.

Tal relação inversa entre PIB *per capita* e impacto é atribuída a eficiência produtiva das nações desenvolvidas (YORK; DIETZ; ROSA, 2003) corroborando com os estudos de Dietz e Rosa (1997), os quais demonstram que as emissões de CO₂ tendem a cair para países com renda elevada. Contudo, os autores advertem que a melhora na eficiência produtiva não tem magnitude suficiente para compensar os danos ambientais decorrentes da produção em larga escala. Isso é consistente como tamanho pequeno do coeficiente estimado para o PIB *per capita*. As estimativas para a população, corrigidas via PCSE, também foram significativas a 1% e revelam que o aumento de 1% na população conduz a um aumento de 1,179% no impacto ambiental. Essa relação direta entre o aumento da população e o aumento do impacto ambiental, confirma os achados de Dietz e Rosa (1997), York, Dietz e Rosa (2003), dentre outros, os quais demonstram que a população é uma força consistente de impacto ambiental.

Para os BRICS, verifica-se, de acordo com a Tabela 3, que o termo constante no modelo não foi estatisticamente significativo. Portanto, a fim de buscar um melhor ajustamento das estimativas dos parâmetros, procedeu-se novamente à estimação da equação sem o termo constante. Assim, verificou-se uma relação positiva entre o PIB *per capita* e o impacto tal que o aumento de 1% no PIB *per capita* dos BRICS produz um aumento aproximado de 0,213%

nas emissões de CO₂. A mesma relação positiva é verificada entre a com a população que sob um aumento de 1% ocasiona 0,627% mais emissões de CO₂. Resultados estes que ratificam os pressupostos da fórmula original e encontram respaldo nos estudos de Silva *et al.* (2011), que verificaram, para os países em desenvolvimento, influência positiva da população e do PIB nas emissões de CO₂, ainda que a influência da população exerça maior efeito sobre a variável dependente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inspirado nos trabalhos de Ehrlich e Holdrem (1971) e Commoner (1972), publicados no início dos anos 1970, durante o renascimento das preocupações malthusianas com os rumos da economia, o presente estudo tratou de testar a validade das hipóteses sugeridas por aqueles autores acerca das variáveis socioeconômicas indutoras dos impactos ambientais. Nesse sentido, buscou-se verificar o comportamento dos indutores população e renda em economias que vivenciam diferentes estágios de desenvolvimento.

As estimativas obtidas via *STIRPAT*, demonstram relativa eficiência produtiva para o G7, o que é explicado pelo coeficiente negativo para o PIB, em comparação com o coeficiente positivo para os BRICS. A julgar pelo sinal das equações estimadas, os resultados parecem reforçar a Curva Ambiental de Kuznets, visto que, para países desenvolvidos como os que compõem o G7, o aumento de 1% na renda conduz a uma redução de 0,0032% das emissões de CO₂ (impacto ambiental). Por outro lado, para os países em desenvolvimento, como os BRICS, um aumento de 1% na renda conduz a um aumento de aproximadamente 0,2% nas emissões de CO₂, revelando que os países menos desenvolvidos crescem economicamente graças a uma tecnologia poluidora.

Esse cenário é consistente com a argumentação de que países industrializados, cuja renda *per capita* é maior, tendem a diminuir seus níveis de poluição, não só porque desenvolvem tecnologias mais eficientes e limpas, como também porque melhoram os mecanismos institucionais em favor da preservação ambiental (leis e impostos, por exemplo). Porém, o tamanho dos coeficientes parece indicar que, na melhor das hipóteses, os ganhos de eficiência ecológica a partir do incremento na renda são muito pequenos haja vista o ínfimo coeficiente estimado para o PIB *per capita* do G7 (-0,00317) o qual demonstra benefícios muito pequenos da afluência para o meio ambiente se comparados com os prejuízos ambientais que uma população afluenta (1,178889) acarreta.

A STIRPAT mostrou que a população atua de forma (estatisticamente) significativa e positiva no impacto dos dois blocos. Isso se deve ao fato de que quanto maior for o tamanho da população, maior será a necessidade de produzir bens e serviços para atender a demanda por bem-estar da sociedade. O aumento da produção, motivado pelo crescimento populacional, agrava o impacto no meio ambiente, seja pela depleção de recursos naturais, que servem de matéria-prima ao sistema produtivo, seja pela quantidade de resíduos que têm o meio ambiente como repositório.

Por outro lado, o impacto da população, coeficiente estimado, é maior no G7 (1,178889) do que nos BRICS (0,6279041), embora a população do primeiro seja menor do que a do segundo. Isso sugere que o impacto da população afluyente do G7 supera o impacto causado pela população menos afluyente (mais pobre) dos BRICS. Assim, pode-se inferir que os padrões de consumo dos mais ricos sejam mais danosos (em termos de crescimento das emissões de CO₂) ao meio ambiente do que o consumo dos mais pobres.

O intercepto para o BRICS não foi significativo, ao passo que o intercepto do G7 além de significativo é negativo e tem um valor expressivo na equação podendo indicar que se todas as variáveis fossem zero, o impacto inicial do G7 ainda seria menor que zero. Quando analisados os efeitos das variáveis PIB per capita e população em conjunto com o intercepto constante, percebemos que ele reforça os pressupostos da CAK uma vez que, potencializa a eficiência produtiva retratada pelo coeficiente negativo d PIB per capita e diminui os impactos gerados pela população.

Seja como for, quando se leva em conta a equação inteira para a variação do impacto (STIRPAT) no G7 e nos BRICS, verifica-se que o intercepto estatisticamente significativo do G7 é suficientemente elevado para que o crescimento do impacto no G7 seja sempre menor do que nos BRICS. Ou seja, ao que tudo indica, como os níveis de renda per capita do G7 são maiores do que os dos BRICS, os impactos ambientais no G7 tendem a ser menores.

De modo geral, os resultados aqui encontrados estão alinhados com os demais estudos acerca de impactos ambientais, os quais garantem que a população assim como a aflluência são fatores explicativos do impacto ambiental. Em que pesem as limitações espaço-temporais deste estudo e do modelo utilizado aqui, há evidências de que, apesar das críticas, a fórmula IPAT sua derivação a STIRPAT, reúne, efetivamente, numa expressão tão concisa quanto simplificada, variáveis decisivas da relação entre economia e meio ambiente. O que talvez mereça maior aprofundamento e discussão seja o peso relativo (coeficientes) que cada

variável explicativa exerce sobre o impacto ambiental (variável explicada).

Para estudos futuros, sugere-se a análise dos países individualmente e a inclusão variáveis de cunho político e social, bem como variáveis binárias para captar os efeitos das crises econômicas no impacto ambiental e auxiliar os gestores na elaboração de políticas públicas que minimizem as pressões antrópicas sobre a natureza.



10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS

- ARMIJO, L. E. The BRICs countries (Brazil, Russia, India, and China) as analytical category: mirage or insight? **Asian perspective**, p. 7-42, 2007.
- BALTAGI, B. **Econometric analysis of panel data**. John Wiley & Sons, 2008.
- BANCO MUNDIAL. **Working for a world free of poverty**. 2016. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/databases.aspx>> Acesso em: 30 dez. 2016.
- BECK, N.; KATZ, J. N. What to do (and not to do) with time-series cross-section data. **American political science review**, v. 89, n. 03, p. 634-647, 1995.
- BONGAARTS, J. Population growth and global warming. **Population and Development Review**, p. 299-319, 1992.
- BRASIL, W. W. F. **Relatório Planeta Vivo 2006**. Responsável: Chris Hails. 2008 Disponível em: <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/LPR2006_Portuguese.pdf> Acesso em: 30 ago. 2016.
- BRÜSEKE, F. J. **O problema do desenvolvimento sustentável. Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 1995.
- COMMONER, B. The environmental cost of economic growth. **Resources and the Environment**, Washington DC, p. 339-63, 1972.
- DIETZ, T.; ROSA, E.A. Effects of population and affluence on CO2 emissions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA** v.94, n.1, p. 175-9, 7.jan.1997.
- _____. Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology. **Human Ecology Review**, v.1, p. 277-300, 1994.
- DIETZ, T.; ROSA, E. A.; YORK, R. Driving the human ecological footprint. **Frontiers in Ecology and the Environment**, **Washington DC**, v.5, p. 13-8, 2007.
- DINDA, S; COONDOO, D; PAL, M. Air quality and economic growth: an empirical study. **Ecological Economics**, v. 3, p. 409-433, set.2000.
- EHRlich, P.R.; HOLDREN, J.P. **Impact of population growth**. *Science*, v.171, n.3977, p. 1212-17, 26 mar.1971.
- EWING, B. et al. Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition. **Global Footprint Network**, Oakland. 2010.
- FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Interciência, 2004.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**, 5th. Ed. Upper Saddle River, NJ, 2003.

GROSSMAN, G.M., KRUEGER, A.B. Economic growth and the environment. **The Quarterly Journal of Economics**, vol. 110, n. 2, p. 353-377, maio.1995.

GUIMARÃES, R. P. Brasil século XXI: os caminhos da sustentabilidade: cinco anos depois da Rio 92. **Fórum brasileiro de ong's e movimentos sociais para o meioambiente e desenvolvimento**, v. 1, 1997.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5 ed, AMGH, 2011.

JORGENSON, A. K. Consumption and environmental degradation: A cross-national analysis of the ecological footprint. **Social Problems**, v. 50, n. 3, p. 374-394, 2003.

KENNEDY, P. **Manual de econometria**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 279 p.

KLEVMARKEN, N. A. Introduction. **European Economic Review**, v. 33, n. 2-3, p. 523-529, 1989.

LEAR, L. Introdução. In: CARSON, R. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010. p. 11-19.

LIDDLE, B. Consumption-driven environmental impact and age structure change in OECD countries: A cointegration-STIRPAT analysis. **Demographic Research**. V.23, p. 749-768, 2011.

_____. Consumption-driven environmental impact and age structure change in OECD countries: A cointegration-STIRPAT analysis. **Demographic Research**, v. 24, p. 749-770, 2013.

_____. Population, affluence, and environmental impact across development: Evidence from panel cointegration modeling. **Environmental Modelling & Software**. V. 40, p. 255-266, 2013.

_____. What are the carbon emissions elasticities for income and population? Bridging STIRPAT and EKC via robust heterogeneous panel estimates. **Global Environmental Change**, v. 31, p. 62-73, 2015.

LIDDLE, B.; LUNG, S. Age-structure, urbanization, and climate change in developed countries: revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts. **Population and Environment**, v. 31, n. 5, p. 317-343, 2010.

MATTOS, L. V.; As razões do laissez-faire: uma análise do ataque ao mercantilismo e da defesa da liberdade econômica na Riqueza das Nações. **Revista de Economia Política**, vol. 27, nº 1 (105), pp. 108-129, janeiro-março/2007.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

SILVA, F.F. et al. **Determinantes da emissão de CO₂ por uso de combustíveis fósseis para países sul-americanos, a partir da abordagem STIRPAT**. IX Encontro da sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Brasília, 2011.

WANG, P. et al. Examining the impact factors of energy-related CO₂ emissions using the STIRPAT model in Guangdong Province, China. **Applied Energy**, v. 106, p. 65-71, 2013.

WOOLDRIDGE, J. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

_____. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 701p.

XU, Z.; CHENG, G.; QIU, G. ImPACTS Identity of Sustainability Assessment [J]. **Acta Geographica Sinica**, v. 2, p. 003, 2005.

YORK, R.; ROSA, E. A.; DIETZ, T. Bridging environmental Science with environmental policy: plasticity of population, affluence, and technology. **Social Science Quarterly**, v.83, p. 18-34, 2002.

_____. Footprints on the earth: The environmental consequences of modernity. **American sociological review**, p. 279-300, 2003.

_____. STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. **Ecological economics**, v. 46, n. 3, p. 351-365, 2003.

_____. The ecological footprint intensity of national economies. **Journal of Industrial Ecology**, v. 8, n. 4, p. 139-154, 2004.

_____. Ecological modernization theory: theoretical and empirical challenges. **The international handbook of environmental sociology**, p. 77-90, 2010.

ZHANG, C.; LIN, Y. Panel estimation for urbanization, energy consumption and CO₂ emissions: a regional analysis in China. **Energy Policy**, v. 49, p. 488-498, 2012.

ZHU, Q.; PENG, X. The impacts of population change on carbon emissions in China during 1978 - 2008. **Environmental Impact Assessment Review**. V. 36, p. 1-8, 2012.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

INFLUÊNCIA DAS AMENIDADES NOS PREÇOS DE IMÓVEIS: UMA ANÁLISE PARA OS BAIROS JARDINS E GRAGERU EM ARACAJU

Luiz Pedro Couto Santos Silva (UFS) e José Ricardo de Santana (UFS)

RESUMO

Esse estudo tem como objetivo investigar os principais aspectos responsáveis pela valoração de imóveis dos bairros Jardins e Grageru, localizados na zona sul de Aracaju, entre os anos de 2005 e 2015. Para uma análise empírica dessa formação de preços, foram utilizados anúncios de venda feitos para esses imóveis, através do jornal impresso Cinform, permitindo assim, um banco de dados capaz de gerar modelos econométricos, utilizando a técnica de preços hedônicos. Como resultado da análise, torna-se possível uma quantificação dos valores pagos por características estruturais dos mesmos, além da influência de fatores externos, como o comportamento do ambiente econômico do período e compreensão da influência do papel das amenidades locais na valorização dos imóveis.

Palavras-chave: Mercado imobiliário, Economia Urbana, Preços Hedônicos.

ABSTRACT

This study aims to seek the main elements responsible for the valuation of households located at south districts Jardins and Grageru in Aracaju, from 2005 to 2015. For such an empirical analysis, newspapers ads of apartment selling who were collected by this study from the Cinform newspaper, so a data bank could be created, allowing the use of econometric models as an instrument for this research, applying the hedonic pricing technique. As a result of the analysis it is possible a quantification of the values paid by their structural features, beside the influence of external factors, such as the economic environment on this period, and the comprehension of the influence of local amenities on the household valuation.

Keywords: Housing Market, Urban Economics, Hedonic Pricing.

Código JEL: R31,R32.

1. Introdução

A dinâmica do mercado imobiliário residencial de um país é um importante medidor da sua atividade econômica. Por se tratar de um setor que é responsável por fabricar e comercializar um bem essencial para a qualidade de vida do ser humano, um considerável montante desses recursos é destinado a esse segmento. Segundo Gondim (2013), no Brasil, foram destinados, em média, R\$ 254 bilhões de reais por ano (2010 - 2013) em forma de crédito para este setor.

O ritmo da indústria imobiliária influencia também a dinâmica espacial urbana. E os preços desses bens são um eficiente instrumento de análise para compreensão da repercussão desses fenômenos sobre esse mercado. Essa é a temática tratada no presente estudo, que investiga a influência de fatores externos sobre a formação dos preços de imóveis situados em bairros na zona sul de Aracaju, com o do ambiente Econômico, no mercado imobiliário residencial.

O objetivo é avaliar empiricamente, a influência do ambiente econômico e das amenidades urbanas na formação dos preços dos imóveis situados na zona sul de Aracaju, através do impacto causado nos mesmos pelas amenidades da região, o fenômeno da Verticalização abordado por Machado (2010), em virtude da significativa valorização dos terrenos no Bairro Jardins.

A análise foi realizada através de modelos econométricos, baseados na técnica de preços hedônicos. Foram consideradas características estruturais, amenidades próximas aos seus condomínios, a partir de georeferenciamento, e o ano de anúncio de imóveis localizados nos bairros Grageru e Jardins, no período entre 2005 e 2015, Os dados dos imóveis foram obtidos diretamente de anúncios de um jornal local.

Este trabalho está dividido em quatro seções além dessa introdução. A segunda seção traz uma revisão teórica relevante para a compreensão do estudo. A terceira seção apresenta os aspectos metodológicos para o caso de Aracaju, contendo o modelo utilizado para a análise empírica, as estratégias de estimação e maiores detalhes sobre a base de dados. A quarta abrange as análises dos dados e dos modelos gerados. Uma seção final traz as considerações finais.

2. Fatores de influência nos preços dos imóveis: amenidades e cenário econômico

2.1. As amenidades Urbanas e o mercado habitacional.

Torna-se essencial para a compreensão da dinâmica tanto da sua oferta quanto da demanda por imóveis residenciais, a influência que o espaço urbano, meio o qual ele está inserido, exerce sobre a sua qualidade.

Isto porque dentre os diversos insumos consumidos pelos donos de imóveis residenciais, estão os que são ofertados por estes produtos através da sua localização geográfica no meio urbano, a qual é determinística para as ofertas de amenidades, Herman (2003) define as amenidades como um conjunto de características específicas de uma localidade com contribuição positiva ou negativa para a satisfação dos indivíduos.

Seguindo essa lógica, Lucena (1981) afirma que essas amenidades atingem os imóveis causando neles externalidades positivas ou negativas.

Na ciência econômica, a investigação de tais fenômenos está no âmbito da Economia Urbana, que tem a sua base teórica, como afirma Cruz et al. (2011), motivada pela busca de fundamentos lógicos para a localização de diferentes atividades produtivas através do modelo de Von Thünen (1823). Posteriormente, esta área teve a sua aplicabilidade iniciada pelo modelo de Alonso (1964), Muth (1969) e Mills (1972), mais conhecido como modelo AMM.

Esse modelo apresenta as curvas de *bid rent*, que fazem a transposição do espaço de consumo para o espaço urbano. Isso é feito através da análise da preferência dos consumidores do mercado de aluguel da *comoditty* solo por um determinado espaço em função da proximidade do único centro comercial de uma cidade circular, diminuindo o custo de transporte dos seus moradores.

Nessa equação, estão inseridas outras variáveis que também influenciam a maximização da utilidade destes consumidores, tais como o tamanho do solo, renda das famílias que o consomem, bem composto (representante de todos os outros bens consumidos além do solo), e aluguel do lote. Esse modelo pressupõe que haja uma curva de indiferença para os consumidores entre morar perto do centro e o tamanho do terreno, já que estas características do solo são inversamente proporcionais.

Fujita e Ogawa (1982) fazem um estudo no qual questionam qual seria esse centro principal da cidade, levando em consideração que cidades maiores e mais complexas contêm mais de uma região que é capaz de ofertar diversos empregos e serviços de comércio. Desta maneira, os modelos que estudam as interações espaciais de centros urbanos a partir dos preços de locações de residências e firmas deveriam ser determinados de maneira endógena.

Partindo disso, esses autores apresentam um modelo não monocêntrico do uso da terra urbana, focado nas interações econômicas entre residências e firmas, Considera-se a distribuição de emprego pela cidade com o consumo da terra como mediador de equilíbrio, tendo a maximização da utilidade dos consumidores em função do consumo do bem composto.

Estes modelos permitem explicar a ligação das amenidades com a oferta de imóveis, ao evidenciar a concentração de valorização de uma determinada região. Isso ocorre, em função das suas características únicas de usufruto das amenidades urbanas, ofertadas aos consumidores, tornando elástica a oferta de terra e causando assim o fenômeno da verticalização acentuada em determinados bairros, como afirma Abramo (1998).

Pelo lado da demanda, a sua influência ocorre através da maior geração de utilidade para os consumidores nesses determinados bairros, em detrimento das amenidades a eles

oferecidas e encontradas em tais regiões da cidade, causando um aumento da demanda e do preço de terrenos urbanos.

2.2. Preços hedônicos e estudos sobre o mercado imobiliário

A principal técnica para realizar investigações empíricas da relação entre os preços do mercado habitacional e a dinâmica espacial urbana é a dos preços hedônicos.

A sua base teórica foi formulada inicialmente por Lancaster (1966), a partir das teorias da economia comportamental. Isto se iniciou através da quebra da abordagem tradicional da teoria do comportamento do consumidor, quando se passou a supor que as características dos bens podem gerar a sua utilidade.

Esse raciocínio permitiu uma nova abordagem que fosse capaz de investigar os preços implícitos gerados pelos atributos de uma cesta de bens heterogêneos, para que se pudesse saber a preferência dos consumidores.

A concepção foi aprimorada posteriormente por Rosen (1974), através da formalização de um mecanismo para mercados competitivos, capaz de estimar estes preços implícitos estruturalmente, através dos preços hedônicos. O modelo por ele desenvolvido é dividido em dois estágios: o que tem a função de estimar a função de preços hedônicos e o que estima a função demanda a partir dos preços hedônicos estimados. Arraes (2008) afirma que a partir dessa abordagem, mercados implícitos puderam ser criados para o pacote de atributos que um imóvel oferece ao seu consumidor, tais como “oferta de serviços públicos”, “acesso ao comércio”, “quantidade de quartos” e etc.

De acordo com Cruz et al. (2011), esta técnica torna-se necessária para investigar o impacto da presença, por exemplo, de áreas verdes e qualidade do ar, já que não há um mercado explícito para tais amenidades.

Investigações desse tipo foram realizadas por estudiosos como Mayor et al. (2009) que testam o impacto da predominância de espaços verdes e parques públicos nos preços dos imóveis do mercado imobiliário da cidade de Dublin, durante um período de grande expansão do mercado imobiliário naquela região, através de um modelo semilog. O autor aplica também aos seus modelos, variáveis que avaliam a acessibilidade, e duas dummies que consideram o período, para que possa ser detectada a influência da sazonalidade nos preços, detectando uma significativa valorização dos preços dos imóveis localizados próximos a parques urbanos e áreas verdes.

Outro estudo que analisa o impacto da presença de amenidades positivas e negativas é o de Hermann (2005), a partir dos preços de imóveis residenciais de São Paulo, considerando

um modelo de cidade duocêntrica e aplicando a interpolação espacial nos resíduos. Este autor faz uma investigação quantitativa do impacto de diversas amenidades, tais como presença de parques, localização em bairros residenciais, boa acessibilidade através de proximidade de estações trem, que causam impacto positivo nos preços, enquanto que a presença de favelas e altos índices de criminalidade causam impacto negativo nos mesmos.

Também no Brasil, foi realizado o estudo de Alves (2011), que investiga o impacto no preço de imóveis residenciais de São Paulo em períodos de grande expansão de crédito imobiliário através de dummies para os períodos de grande entrada de capital destinado a estes recursos na Bovespa. Outro estudo sobre o setor imobiliário que utiliza a técnica de preços hedônicos, é o de Silva (2016), no qual é feita uma análise sobre a formação de preços dos imóveis de um bairro da zona sul de Aracaju, em função das proximidades de uma universidade e um parque urbano localizados no bairro, além da implementação de obras de melhoria na infraestrutura urbana deste local.

Apesar dos significativos avanços nas técnicas dos preços hedônicos, suas aplicações ainda são razoavelmente recentes, e existem diversas limitações a sua confiabilidade.

Imagine, por um momento, que você é um investigador privado ou pesquisador de mercado de demanda por comida. Você tem uma desvantagem em particular, você foi barrado do local de transações. Você encontra um lugar fora no qual você pode sentar e fotografar consumidores quando eles chegam ao caixa, e a partir destas fotos que você tirou, você consegue constatar quais comidas cada consumidor adquiriu (apesar de alguns itens ficarem escondidos na cesta de compras) e o custo total de todos os itens combinados. Ao subornar um contato no banco local, você tem acesso a informações sobre a renda de cada consumidor deste mercado. E estas são todas as informações que você dispõe. A partir disto, você pode fazer uma inferência da demanda sobre ovos? Você pode determinar quanto as famílias estariam dispostas a pagar para remover taxas de importação sobre o açúcar? (CESHIRE, P; SHEPPARD, Stephen, 1997, p.1).

Este autor ressalta que essa observação é uma boa analogia para os problemas enfrentados pelos estudiosos dos preços hedônicos em mercados residenciais, pois não há um direcionamento das observações dos preços dos atributos, tendo em vista que o seu valor é subjetivo, e cada consumidor estaria disposto a pagar um diferente preço para cada um.

Mas apesar disso, todo esse referencial teórico acerca de preços hedônicos e economia urbana são capazes de fornecer, apesar das suas limitações, assim como é inerente aos estudos estatísticos, uma boa proximidade da realidade sobre variáveis influentes na formação de preços dos mercados imobiliários.

2.3. O Mercado Imobiliário e o cenário econômico

Na medida em que os indicadores de prosperidade econômica melhoram, haverá, segundo estudiosos do mercado imobiliário, uma tendência de aumento da demanda por bens de moradia, afetando assim, de modo significativo os seus preços. Trata-se de um mercado importante, considerando que a sociedade aloca grande percentual da sua riqueza produzida em moradias. A habitação é um fator decisivo na qualidade de vida, pelo impacto que tem a geração de bem estar para os indivíduos.

Nessa perspectiva, um cenário econômico favorável ao crescimento do poder de compra do consumidor influencia o comportamento do mercado imobiliário. Isso pode ocorrer através do aumento da renda per capita do comprador e principalmente de maior acesso ao crédito voltado para estes bens. Gondim (2013).

Coelho (2015) afirma em seu estudo, feito para os imóveis de Recife, através da técnica de preços hedônicos pela decomposição por FFL, que na maioria dos bens analisados, políticas de aumento de renda e crédito ocorridas entre o período de 2002 a 2012, exerceram forte influência na sua valorização. O autor observa que os preços dos imóveis não localizados entre os pontos extremos (mínimo e máximo) apresentaram, a partir da fragmentação dos aspectos pressupostos como valorativos pelo estudo, um maior aumento de preço nos seus atributos estruturais, por pertencerem a uma faixa de imóveis mais contemplada por financiamentos habitacionais, diferentemente dos que se localizam nos pontos extremos.

Essa estreita relação entre o mercado imobiliário e o momento econômico deve ser, juntamente com as características estruturais e ambientais, levada em consideração para melhor entender a formação de preços desses bens.

3. Aspectos Metodológicos e aplicação ao caso dos imóveis em Aracaju.

O instrumento de análise empírica desse estudo, para as hipóteses levantadas sobre precificação dos imóveis da região, se deu através da geração de modelos econométricos, utilizando a técnica de preços hedônicos.

3.1. O modelo

O modelo econométrico adotado pelo estudo contém o seu embasamento metodológico na técnica de preços hedônicos. Desse modo, a sua equação tem $p = f(x)$, sendo p , o preço de anúncio desses bens, e x , os diversos aspectos valorativos para os imóveis, tal que $x = (\Sigma Si, \Sigma Mi, \Sigma Ai,)$.

Assim sendo, a equação final atribuída para o estudo, a qual fora aplicada através da técnica de Mínimos Quadrados Ordinários pelo software Gretl, apresenta o seguinte formato:

$$p = \alpha_1 + \alpha_2 \Sigma S_i + \alpha_4 \Sigma M_i + \alpha_3 \Sigma A_i + e_i$$

Consequentemente, foram criados três conjuntos de aspectos valorativos para esses bens, em que: i) ΣS_i sintetiza o de aspectos de estruturais dos imóveis considerados para a análise, ii) ΣM_i são as variáveis que captam o efeito do ambiente econômico na formação de preços dos imóveis, e iii) ΣA_i , representa o pacote de aspectos da equação responsável por captar os efeitos das amenidades urbanas nos imóveis. No caso do cenário econômico, a categorização foi feita pelo seu ano de anúncio, pois mesmo que os imóveis continuem com as suas características (estruturais e extrínsecas¹⁷), houve mudança no seu valor, de acordo com os anos que foram realizados os seus anúncios. Com isso, torna-se importante, para melhor compreensão da sua formação de preços, captar o efeito de variação anual nos mesmos.

Para isso, os preços de todos os imóveis foram deflacionados para o ano base das amostras (2005), pelo IGPM, retirando assim, o efeito da inflação de mercado na sua variação anual.

Entre as duas variáveis desse pacote, a variável *Ano* encontra-se na forma quadrática, já que ao se observar a variação média anual, não se nota um crescimento linear da mesma. Sendo assim, a mesma capta o efeito da valorização anual obtida pelos imóveis, sendo representada pelo seu ano de anúncio.

A outra variável do pacote *M* é uma *Dummy* temporal, a qual considerou os anúncios localizados entre os anos de 2010 e 2014, período considerado estudo como melhor para o setor imobiliário durante a década analisada, baseado no comportamento das variáveis macroeconômicas que mais afetam a sua demanda.

Consequentemente, esta variável encontra-se estrategicamente nesse período, para que a quadrática, responsável por captar o efeito de variação anual, não fique enviesada nos seus valores, permitindo também uma observação da diferença nos preços dos imóveis em períodos com um ambiente econômico muito melhor em relação a outros anteriores.

Em relação às amenidades, foram consideradas: a) o calçadão do bairro 13 de Julho; b) o Parque da Sementeira; c) pontos de comércio, representados pelos supermercados e Shopping Jardins; além da d) concentração de amenidades no Loteamento Garcia. Portanto, foram criadas quatro variáveis *Dummy*, cuja função de cada uma delas é atribuir a presença do efeito de uma das amenidades nos imóveis ou não.

¹⁷ Não foram realizadas grandes obras de infraestrutura na região durante o período de estudo. Como amenidades, excluindo o fluxo de inauguração e fechamento de lojas de comércio e lazer na região, foram inaugurados uma praça no loteamento Garcia e a e dois supermercados.

De acordo com as teorias que guiam a metodologia para a técnica de preços hedônicos para residências, como afirma, por exemplo, Sheppard (1999), não há a obrigatoriedade da inserção de determinados atributos dos imóveis residenciais. Porém, Coelho (2015) considera importante o nível de fragmentação de aspectos apresentado por esse modelo, já que cada um deles exerce diferentes influências sobre a formação de preços dos imóveis.

Quadro 1: Resumo dos aspectos valorativos contidos em cada pacote de variáveis.

| Conjunto de Aspectos | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|--|-------------------|---|-------------------|
| ΣSi | Forma da variável | ΣMi | Forma da variável | ΣAi | Forma da variável |
| Quantidade de dormitórios por imóvel. | Linear | Variação Anual dos preços dos imóveis . | Quadrática | Calçada da 13 de Julho | Dummy Qualitativa |
| Quantidade de banheiros por imóvel. | Linear | Anúncios localizados no período entre os anos 2010 e 2014. | Dummy temporal | Parque da Sementeira | Dummy Qualitativa |
| Quantidade de garagens por imóvel. | Linear | - | - | Pontos de comércio (supermercados e Shopping Jardins) | Dummy Qualitativa |
| Densidade de imóveis por andar. | Dummy qualitativa | - | - | Concentração de amenidades no Loteamento Garcia | Dummy Qualitativa |

Fonte: Banco de dados do Estudo.

3.2. Estratégias de estimação

Como método de estimação econométrica, utilizou-se o modelo de regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Esse método apresenta uma propriedade estatística importante na compreensão da influência de amenidades na formação de preços desses bens, pois linha de regressão formada por $\hat{Y} = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i, \dots, \hat{\beta}_n X_n$ passa pelas médias amostrais de X

e Y.

Essa propriedade faz com que os imóveis cujos preços se encontram perto do valor médio das amostras sejam os que apresentem maior precisão para a sua estimativa.

Os imóveis da amostra então devem apresentar quantitativamente características consideradas no modelo do estudo que se encontram nos valores médios. Portanto, é levantada uma questão primordial para essa análise, a saber, quais dessas características, que não apresentam grande frequência entre as amostras, fazem com que os preços desses imóveis se dispersem tanto da média.

Uma alternativa para isso foi a introdução de variáveis *Dummy* no modelo, para que as mesmas definissem os coeficientes diferenciais de intercepto, em consequência do usufruto de amenidades urbanas e pela localização temporal de determinadas amostras.

Considere-se que os erros padrões dos estimadores indicam a precisão das suas respectivas estimações, e que os mesmos são quantificados em $\hat{\beta}_1$ por $\sqrt{\frac{\sum xi^2}{n \sum xi^2}} \sigma$ e em $\hat{\beta}_2$ por $\frac{\sigma}{\sqrt{\sum xi^2}}$, tendo σ^2 como a variância do erro constante, sendo formalizada por $\frac{\sum \hat{u}^2}{n-k}$. Um número de observações que compense o acréscimo de variáveis explicativas irá diminuir esse erro presente do estimador, diminuindo os erros padrões do mesmo, melhorando a precisão da estimação do modelo.

Pela essência das amostras, as quais estão dispersas geograficamente em dois bairros da cidade, o aumento do seu número, para que se mantenha um nível razoável de explicação para as suas precificações, implica em um aumento das suas variáveis explicativas, isto é, características estruturais e amenidades próximas.

Sendo assim, uma boa estratégia para determinar a qualidade dessas amostras em relação à inferência estatística dos seus atributos com o preço se dá através dos comportamentos dos erros padrões dos seus coeficientes, pois não adiantaria a sua inserção com um aumento do somatório dos erros ao quadrado.

Desse modo, uma redução nos erros padrões das variáveis pode ocorrer através da compensação do incremento de aspectos, os quais diminuem o grau de liberdade, com uma redução dos erros dos coeficientes, Isso ocorre, pelo fato de os mesmos realmente apresentarem uma inferência estatística com o preço do imóvel, podendo atribuir a estes uma função ativa na sua formação.

Um problema comum nessa técnica econométrica é o da Multicolineridade entre variáveis do modelo, assim como descreve Sheppard (1999).

Por causa da similaridade nas preferências dos imóveis, e da limitação da tecnologia de construção de residências, existem limites intrínsecos para a extensão da variância dos atributos que gostaríamos de observar. Quanto mais limitada esta variância é (e melhor é para estender para quais variáveis tendem a se mover juntas), menor será a precisão que os parâmetros do modelo serão estimados. Isso é um problema particular da estimação hedônica aonde a precisão da estimação do parâmetro é importante para se obter as estimativas acuradas sobre os atributos de preços. Como é vastamente conhecido, existe apenas um caminho para “resolver” o problema de colinearidade, conseguir mais informação. Essa informação poderia vir com mais largos ou ricos recursos de dados. (SHEPPARD, Stephen, p.1618, chapter 41, 1999).

Herman (2003) complementa uma solução para este problema através da técnica de análise fatorial. Para ele, os fatores resultantes podem se aproximar dos verdadeiros atributos relevantes e de natureza intangível, construindo, paralelamente a solução da multicolinearidade, fatores subjacentes que não são observados diretamente.

Houve fatores os quais fizeram com que esse modelo se deparasse com o problema da multicolinearidade. Em princípio, mais variáveis qualitativas referentes às amenidades locais e outra que mensurava a valoração da área privada dos imóveis entrariam para a análise.

Porém, devido à grande dependência espacial entre elas e outras já inseridas, e diante da não utilização de técnicas de econometria espacial, não houve a possibilidade de corrigir o problema de multicolinearidade em modelos os quais todas interagem, o que fez com que as mesmas não fossem significativamente estatísticas ou atrapalhassem a qualidade de outras variáveis. Portanto, para que o modelo fosse aperfeiçoado, o melhor foi adotar a estratégia de não inseri-las na análise.

Outro problema comum apontado por Shappard (1999) é o de heterocedasticidade nos erros. Para isto, inicialmente por Linnerman (1980) aplica aos preços hedônicos a técnica *Box-Cox* transformando as características da vizinhança na forma logarítmica. Esta técnica consegue então apontar se a melhor forma de funcionar é a linear ou a log-linear para evitar este problema no modelo. No entanto, Herman (2003) chama a atenção para o fato de que, a despeito a desse método gerar resíduos homoscedásticos e simétricos, o mesmo mostra-se ineficiente para atestar com precisão a significância dos coeficientes estimados.

Problema esse que fora encontrado em modelos gerados pelo pesquisador, ao tentar fazer a correção da heterocedasticidade, gerada com a inserção de outras variáveis as quais criaram o problema da multicolinearidade. Isto porque o problema da multicolinearidade aumenta os erros padrão do modelo. Ao se gerar um modelo lin-log, houve redução da razão-t do modelo, o que indica um aumento nos erros padrões de alguns coeficientes. Isto tornou uma variável do modelo estatisticamente insignificante.

3.3. A base de dados

Para a realização desse estudo, foram obtidas informações sobre 877 imóveis dos bairros Grageru e Jardins, localizados na zona Sul de Aracaju. Estas amostras se traduzem na coleta de preços de venda de apartamentos residenciais anunciados no jornal impresso Cinform de Sergipe, através de acesso aos arquivos desse jornal. Assim, foi possível considerar anúncios ocorridos entre os anos de 2005 e 2015, entre os meses de outubro e novembro de cada ano.

O universo dos 4.833 domicílios da região é representado pelo número de amostras em 18,14%¹⁸, e 1,25%¹⁹ do total de domicílios da cidade de Aracaju. A análise do presente estudo se restringe apenas a região compreendida pelos dois bairros, pois ela é mais bem representada pela Função de Regressão Amostral do modelo.

Sendo assim, devido à grande oferta de amenidades existentes nos bairros Grageru e Jardins, e levando em consideração que esta é uma região com bastante densidade demográfica, com uma população de 24.539 habitantes, segundo dados do Censo 2010, representando aproximadamente 4,29% do total de habitantes da cidade de Aracaju, torna-se esta região um objeto apropriado para que se possam estudar as inferências estatísticas das amenidades urbanas nos preços do mercado imobiliário.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

¹⁸ O percentual foi obtido através da aplicação do número total de amostras dividido pelo número total de ligações residenciais de água nos dois bairros. Os dados foram fornecidos pela Companhia de Saneamento de Sergipe.

¹⁹ Mesma metodologia aplicada para encontrar a quantidade de domicílios dos dois bairros.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos dados utilizados no modelo e descrição das suas variáveis explanatórias.

| <i>Variável</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Desvio Padrão</i> | <i>Média</i> | <i>Máximo</i> | <i>Descrição</i> |
|------------------------------------|---------------|----------------------|--------------|---------------|---|
| <i>Preço</i> | 50.000 | 176.680 | 261.050 | 1.574.700 | Preço de venda do imóvel. |
| <i>Banheiros</i> | 1 | 0,96013 | 2,8713 | 6 | Quantidade de banheiros disponíveis por imóvel. |
| <i>Quartos</i> | 2 | 0,51020 | 3,17 | 5 | Quantidade de dormitórios disponíveis por apartamento. |
| <i>Garagens</i> | 0 | 0,64942 | 1,6708 | 5 | Quantidade de garagens disponíveis por apartamento. |
| <i>Dummy Densidade 1 por andar</i> | 0 | 0,58387 | 0,00113 | 1 | Dummy que qualifica se há ou não apenas um imóvel por andar. |
| <i>Dummy Densidade 2 por andar</i> | 0 | 0,18751 | 0,03530 | 1 | Dummy que qualifica se há ou não apenas dois imóveis por andar. |
| <i>Variação Anual</i> | 1 | 39,835 | 6,4772 | 11 | Quantitativo de variação anual do preço dos imóveis ao quadrado. |
| <i>Dummy BoomMacro</i> | 0 | 0,49989 | 0,48005 | 1 | Dummy sazonal para o período de boom no mercado imobiliário (2010 a 2014). |
| <i>Dummy Amenidades</i> | 0 | 0,44418 | 0,26993 | 1 | Dummy que atribui ou não a localização do imóvel no Loteamento Garcia. |
| <i>Dummy Supermercados</i> | 0 | 0,41453 | 0,22007 | 1 | Dummy que atribui a localização do imóvel em um quarteirão vizinho ao shopping ou um supermercado ou não. |
| <i>Dummy Calçada 13</i> | 0 | 0,17274 | 0,030752 | 1 | Dummy que atribui a localização ou não do imóvel no paredão do calçada da 13 de julho. |
| <i>Dummy Parque da Sementeira</i> | 0 | 0,30199 | 0,10137 | 1 | Dummy que atribui a localização ou não do imóvel em frente ao Parque da Sementeira. |

Fonte: Banco de dados da pesquisa.

Os dados da Tabela 1 resumem as características das variáveis utilizadas no estudo.

3.4. O caso Aracaju: o papel das amenidades.

Os dados utilizados no estudo abrangem imóveis situados em uma área da zona sul de Aracaju, que compreende o bairro Jardins. Trata-se de um bairro equipado com uma estrutura comercial bem organizada e áreas de lazer bem definidas. Principalmente na região do loteamento Garcia, que usufrui de supermercados, escola de qualidade, postos de gasolina, galerias comerciais, *delicatessens*, restaurantes, bares e praças, como mostra Machado (2010).

Cabe então uma investigação para a grande valorização, os imóveis desse bairro, em relação aos imóveis do bairro Grageru, situado vizinho ao bairro Jardins. A investigação tem a hipótese de que os condomínios localizados nesse bairro são mais próximos de externalidades positivas. Há também na região, grande concentração de redes de supermercados, além da presença de um shopping center, o qual oferece diversos serviços de comércio e lazer.

Nesse mesmo bairro fica situado o Parque Augusto Franco (Sementeira), o qual oferta gratuitamente uma vasta infraestrutura de lazer para os seus frequentadores em 396.019 m² de área predominantemente verde, sendo o segundo maior parque urbano de Aracaju. No seu entorno está localizada a maior concentração de condomínios residenciais que usufruem de uma ampla vista para a zona sul da cidade, pois o espaço do parque permitiu a preservação de um vasto território sem grandes construções.

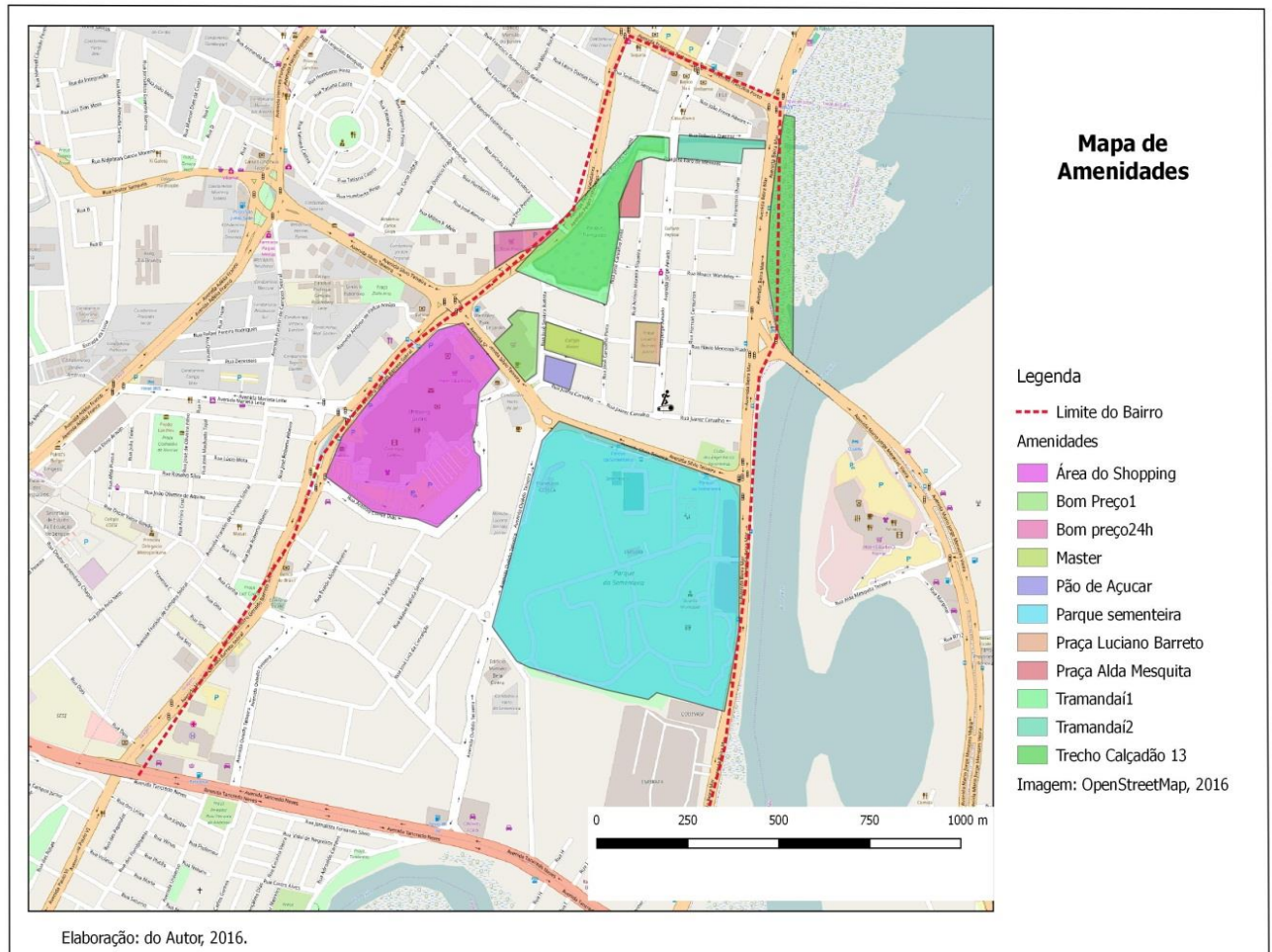
Também passa pelo bairro Jardins o calçadão da 13 de Julho, o qual representa em seus 1,2 km de extensão, uma opção de lazer e prática de atividades físicas para os seus coabitantes. Além disso, este espaço preserva uma grande área verde em frente ao Rio Sergipe, permitindo, além de boa ventilação aos moradores próximos, ampla vista para este rio e para o mar, que também fica há cerca de três quilômetros do Bairro.

Para a análise empírica do efeito das amenidades nos imóveis, as amostras localizadas dentro do bairro Grageru são consideradas como o grupo controle, enquanto as que se localizam no Jardins, área delimitada dentro do “limite do bairro” da figura 5, estão no grupo experimental. Isso porque essa é a região do estudo que mais usufrui de amenidades urbanas. Portanto, apesar de existirem amenidades no bairro Grageru, o estudo apenas considera as amenidades do bairro Jardins, como hipótese de que estas são as mais impactantes da região dos dois bairros.

O mapa demonstra uma grande concentração de amenidades da área estudada no bairro Jardins, principalmente na região do loteamento Garcia, o qual será direcionada especial atenção para a investigação desses efeitos no modelo que inclui as variáveis atribuídas às amenidades.

As inferências estatísticas entre as amenidades e os preços de venda dos imóveis foram feitas através da criação de variáveis dummy, as quais atribuem a localização do imóvel em determinado espaço, sendo assim diretamente influenciado pelos efeitos das amenidades, ou não. A georreferência dos imóveis foi feita através do site Wikimapia, o qual explicita os nomes dos condomínios de todos os imóveis abrangidos na sua informação espacial.

Figura 1 – Aracaju: Mapa ilustrando as principais amenidades urbanas do bairro Jardins, 2015.



Em seguida, foram inseridas no modelo, quatro diferentes variáveis Dummy para indicar a influência direta de cada amenidade abordada nos imóveis, assim como é exposto no quadro 2.

Quadro 2 – Atribuições das amenidades no modelo através das variáveis *Dummy*.

| Variável | Amenidade Atribuída | Localização Espacial |
|---|---|--|
| <i>Dummy Supermercados e Shopping</i> | Redes de supermercados da região e o Shopping Jardins, o qual oferta vários serviços de comércio e lazer para os seus frequentadores. | Localização do imóvel no quarteirão vizinho em alguma das redes de supermercado ou do shopping Jardins. |
| <i>Dummy Amenidades Loteamento Garcia</i> | Presença de infraestrutura de comércio, serviços de lazer, Supermercados, restaurantes, bares, escolas e praças do loteamento Garcia. | Dentro do Loteamento Garcia. |
| <i>Dummy Calçada 13</i> | Calçada da 13 de Julho. | Avenida Beira Mar, em frente ao calçada. |
| <i>Dummy Parque da Sementeira</i> | Parque urbano da Sementeira. | Avenidas Deputado Silvio Teixeira e Oviêdo Teixeira, nos trechos entre o Shopping Jardins e a Avenida Beira Mar. |

Fonte: Elaboração dos autores.

A inclusão das dummies levou em conta as facilidades que podem ser traduzidas para o bem estar dos moradores da região dos bairros Grageru e Jardins, que é uma área residencial. A grande maioria dos imóveis nela localizados é composta por condomínios verticais, aonde “O espaço construído cresceu muito horizontalmente no início, mas hoje, o crescimento vertical é mais evidente e percebemos que existem construções contínuas, principalmente nos últimos cinco anos”. (MACHADO, 2010).

Para viabilizar a comparação das características dos diversos imóveis de uma região no método dos preços hedônicos, torna-se essencial que o estudo considere amostras de imóveis construídos em condomínios verticais, pois assim se possibilita uma avaliação de diversos imóveis situados em uma mesma localização geográfica com características semelhantes. Além disso, há a possibilidade de esse estudo analisar os procedimentos descritos por Lucena (1981), de valorização de uma região através da geração de externalidades positivas para os seus imóveis, os quais resultam em grande verticalização de uma região.

Assim, pôde haver uma melhor segmentação da influência das amenidades e das outras variáveis explicativas, o que evita o problema da multicolinearidade e diminui os erros de estimação dos preços.

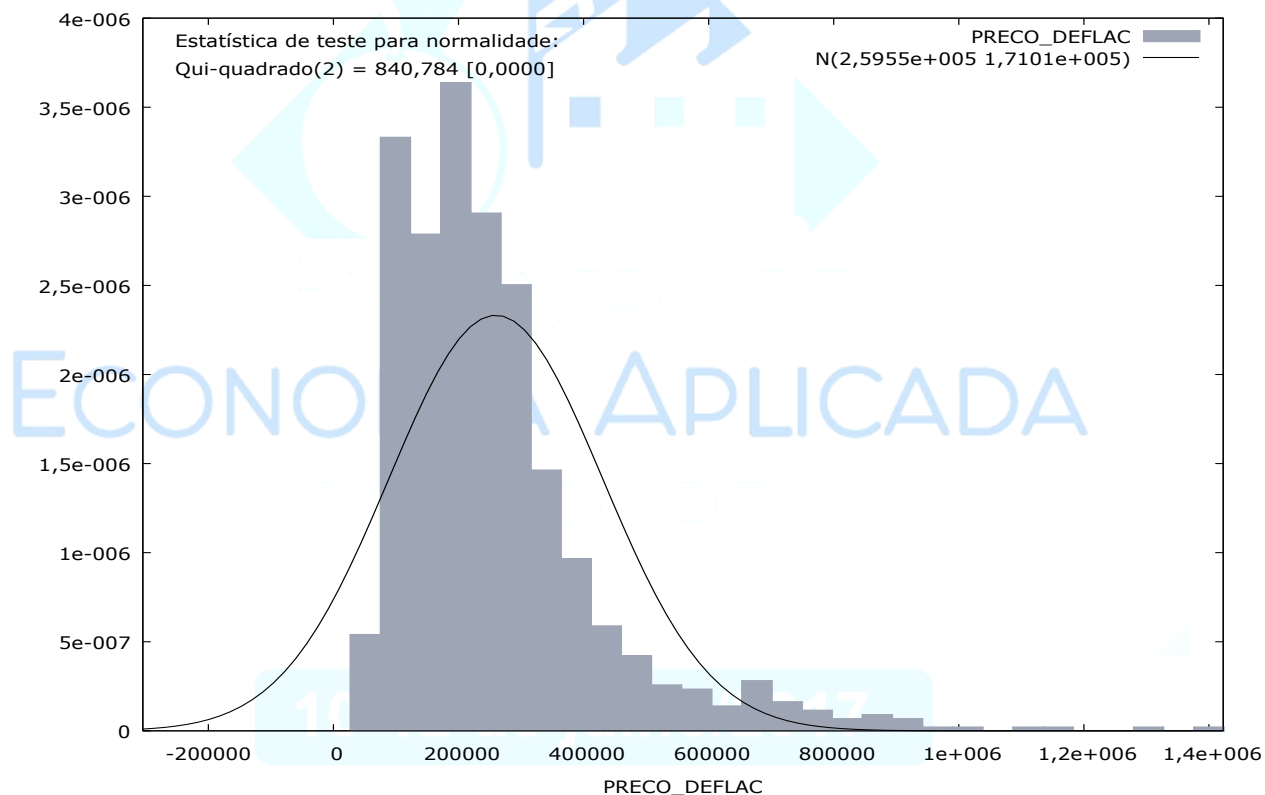
4. Análise dos Resultados.

4.1. Análise Descritiva dos dados.

O banco de dados utilizado para este estudo utilizou como amostras, apartamentos com uma ampla variação de características entre si, com a finalidade de retratar da melhor maneira possível a realidade dos imóveis da região. Isso se reflete na variável dependente, que representada através dos preços deflacionados dos anúncios, varia entre imóveis de R\$ 50 mil e R\$ 1.398 milhões (vide Tabela1).

O intervalo de preços dos imóveis que apresenta a maior frequência está no intervalo de R\$ 170.400 a R\$ 218.600. Estes representam 17,54% do total das amostras. Os imóveis que estão acima do valor de R\$ 1 milhão representam apenas 0,46% do total, e os abaixo do intervalo entre a mediana e a média aritmética, 32,12%, como é demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Aracaju: Distribuição de frequência dos preços dos imóveis nos bairros Jardins e Grageru, 2005-2015.



Extraído de: Banco de dados do estudo.

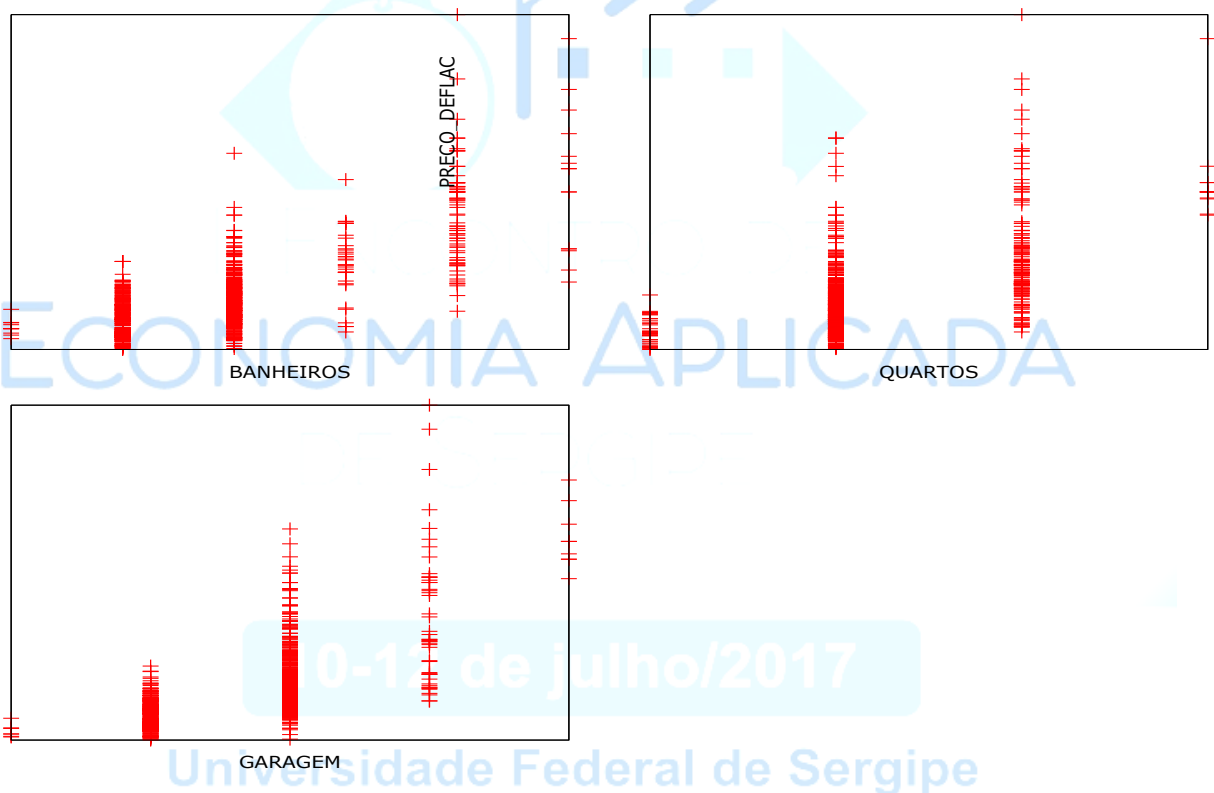
As amostras que têm os seus preços entre o intervalo da média aritmética e mediana, as quais representam 14,01% do seu total. São imóveis que variam nas suas características explanatórias da seguinte forma: i) entre 2 e 3 banheiros, que representam 84,85% do total, ii) entre 3 e 4 quartos, com 94,3% do total e iii) entre 1 e 3 garagens, abrangendo 92,48% das

amostras. Estas não apresentam imóveis com apenas um ou dois apartamentos por andar. Os que possuem, representam 0,34% e 3,64% respectivamente.

A maioria dos imóveis que se encontram entre a média aritmética e mediana dos preços, se encontra entre os anos de 2010 e 2012, dentro do período atribuído pela *dummy* temporal do modelo como impulsionador da demanda para o setor imobiliário. Nenhuma dessas amostras usufrui diretamente das amenidades atribuídas pelas dummies.

Como pode ser observado na figura 3, há uma convergência das características que mais se repetem entre as amostras para os preços médios das mesmas. Desse modo, uma maior ou menor quantidade dessas características está ligada a um aumento ou redução nos preços desses bens, ou seja, um distanciamento da média.

Figura – 3 Aracaju: Gráfico de Dispersão múltipla de características estruturais dos imóveis dos bairros Jardins e Grageru, 2005-2015.



Extraído de: Banco de dados do Estudo.

Diante da premissa de que nesse mercado tais atributos aumentam o valor total dos seus bens, foram gerados modelos econométricos para que se pudesse analisar a interação entre estes e o resto dos atributos citados na elaboração dos mesmos, a fim de estimar o valor implícito de

cada um. Sendo assim, foi possível analisar, através das regressões estatísticas, o que faz com que os seus preços se dispersem tanto da média.

4.2. Análise Econométrica

4.2.1. Resultados dos modelos

Para a análise empírica do efeito de cada pacote de variáveis nos preços dos imóveis, foram estimados três modelos econométricos: O modelo 1, apenas com as características físicas dos imóveis. O Modelo 2, com estas características e a influência das variáveis que servem de proxy para os efeitos macroeconômicos no mercado imobiliário. E o Modelo 3, com todas essas variáveis acrescido das dummies que captam os efeitos das amenidades urbanas.

Com exceção da constante, todas as variáveis foram positivas, como havia sido pressuposto na formulação dos modelos. A constante é a única variável negativa, como forma de ajuste dos mesmos à grande variação de preços entre as amostras.

TABELA 4 – Modelos econométricos: 1,2 e 3, contendo amostras de apartamentos dos bairros Grageru e Jardins (2005 – 2015).

| Preço total dos imóveis | MODELO 1 | MODELO 2 | MODELO 3 |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Const | -263.217*** (20.196) | -313.812*** (17.470) | -257.232*** (17.407) |
| BANHEIROS | 44.874*** (5.076) | 46.505*** (4.346) | 34.378*** (4.321) |
| QUARTOS | 74.810 *** (7.608) | 69.858*** (6.509) | 60.266*** (6.262) |
| GARAGENS | 86.815*** (6.321) | 83.420*** (5.398) | 79.057*** (5.586) |
| DENS UM | 637.253*** (47.368) | 666.691*** (40.470) | 565.525*** (39.927) |
| DENS DOIS | 119.202*** (14.272) | 110.564 ** (12.180) | 69.830*** (12.725) |
| SQ_ANO | | 911,56*** (72,1785) | 917,465*** (66,8532) |
| BOOM | | 42.919*** (5.760) | 36.076*** (5.383) |
| AMEN GARCIA | | | 42.946*** (6.946) |
| SUPERMERCADOS | | | 18.495** (6.854) |
| CALÇAD. 13 | | | 118.963*** (18.304) |
| PARQ SEMENT | | | 65.349** (13.250) |
| Nº de Observações | 877 | 877 | 877 |
| R ² ajustado | 0,7083 | 0,7879 | 0,8194 |
| Estatística F | 426,57 | 466,02 | 362,47 |

Fonte: banco de dados do estudo, extraídos de anúncios de vendas de apartamentos no Jornal Cinform (2005 – 2015).

Nota: Os números entre parênteses representam os p-valores dos estimadores. Significativos a 1% (***), a 5% (**) e a 10% (*).

É importante observar as diferenças entre os coeficientes dos três modelos econométricos gerados pelo estudo, causadas pelo incremento de variáveis através da mudança da influência e do poder de explicação das outras nos preços. Ressaltando que todos foram estimados com as mesmas amostras, um total de 877.

O modelo 1 mostra que as características utilizadas no modelo são positivas e significativas para explicar os preços dos imóveis. Esse resultado é melhorado quando é incluída a influência do cenário econômico, no modelo 2. Por fim, a inclusão de amenidades de fato influencia os preços dos imóveis, o que é captado no modelo 3.

4.2.2. Evolução da precisão de estimação dos preços.

Como pode ser observado, há um ajuste significativo dos coeficientes quando os modelos apresentam novas variáveis. Isso já era esperado, pois na prática, quer dizer que valores encontrados, por exemplo, no modelo 1, agregavam a inferência de outras variáveis as quais estavam implícitas nesse conjunto de distribuições. Essa redistribuição dos valores dos betas do modelo 1 para o modelo 2 é, por exemplo, uma forma da estatística dizer que os valores totais desses imóveis não são totalmente explicados apenas pelas suas características físicas, e que o momento econômico em que a sua venda fora realizada é fundamental para entender melhor a sua precificação.

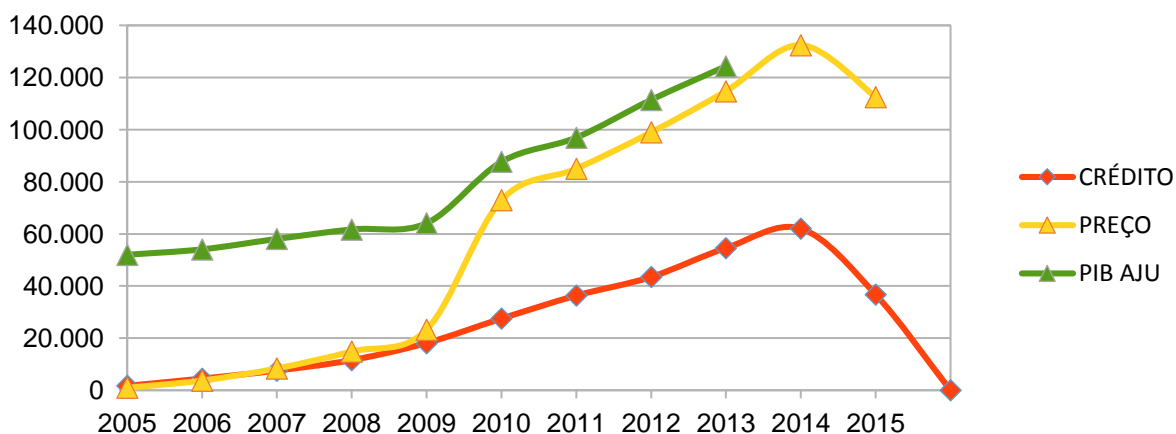
Esta última afirmação pode ser corroborada pelos p-valores, que apesar de já apresentarem um bom nível de significância na primeira distribuição conjunta, sofrem uma redução ainda maior quando são incrementadas as variáveis do modelo 2, possibilitando a afirmação de que há uma menor probabilidade de a inferência pressuposta entre cada coeficiente ocorrer por outro motivo. E além disso, há redução do somatório dos quadrados dos resíduos no modelo 2, indicando mais precisão na estimação.

Essa inferência do ambiente macroeconômico foi testada através de 5 modelos diferentes com as mesmas variáveis e dados apresentados nos modelos 2 e 3, selecionados por esse estudo. Estes outros se diferenciavam pelo início da atribuição da *dummy* temporal, começando de 2009 e indo até 2012 em cada modelo, todos terminando o período no ano de 2014.

Dentre esses, o que considera essa sazonalidade entre os anos de 2010 e 2014 apresentou os menores erros padrões e p-valores para essas variáveis atribuídas como proxies do ambiente macroeconômico. Esta suposição foi embasada pelo referencial teórico²⁰.

Considerando esses dados macroeconômicos em nível regional, pode-se observar o comportamento do PIB aracajuano para o período²¹, deflacionado para o ano de 2005 na figura 3. Há um comportamento bem parecido entre as principais variáveis de influência do da dinâmica do mercado imobiliário e as variáveis do pacote ΣM_i desse estudo.

Figura 3 – Aracaju: Comportamento das curvas quantitativas de preço estimado dos imóveis, oferta de crédito pelo SFH e do PIB de Aracaju, 2005-2015.



Extraído de: Variáveis Ano e Boom do modelo 3 para preço, Banco Central para SFH e IBGE para o PIB. Elaboração do autor.

O terceiro modelo abrange todas as variáveis levantadas pelo estudo como influenciadoras do preço final dos apartamentos. Isto é, ele contém os aspectos estruturais, do cenário econômico no instante em que foram vendidos e a influência das amenidades próximas às suas respectivas localizações.

Esse modelo é o que agrega mais informações sobre os mais variados tipos de amostras do estudo. Isso porque existem imóveis localizados em áreas do mapa exposto na figura 1, tais quais usufruem de muitas amenidades urbanas da região estudada. Sendo assim, os modelos 1 e 2 não possuem um poder de explicação igual ao modelo 3 para estas amostras. Porém, na terceira função, podemos observar um aumento sensível dos erros padrões das variáveis presentes nos modelos 2 e 3.

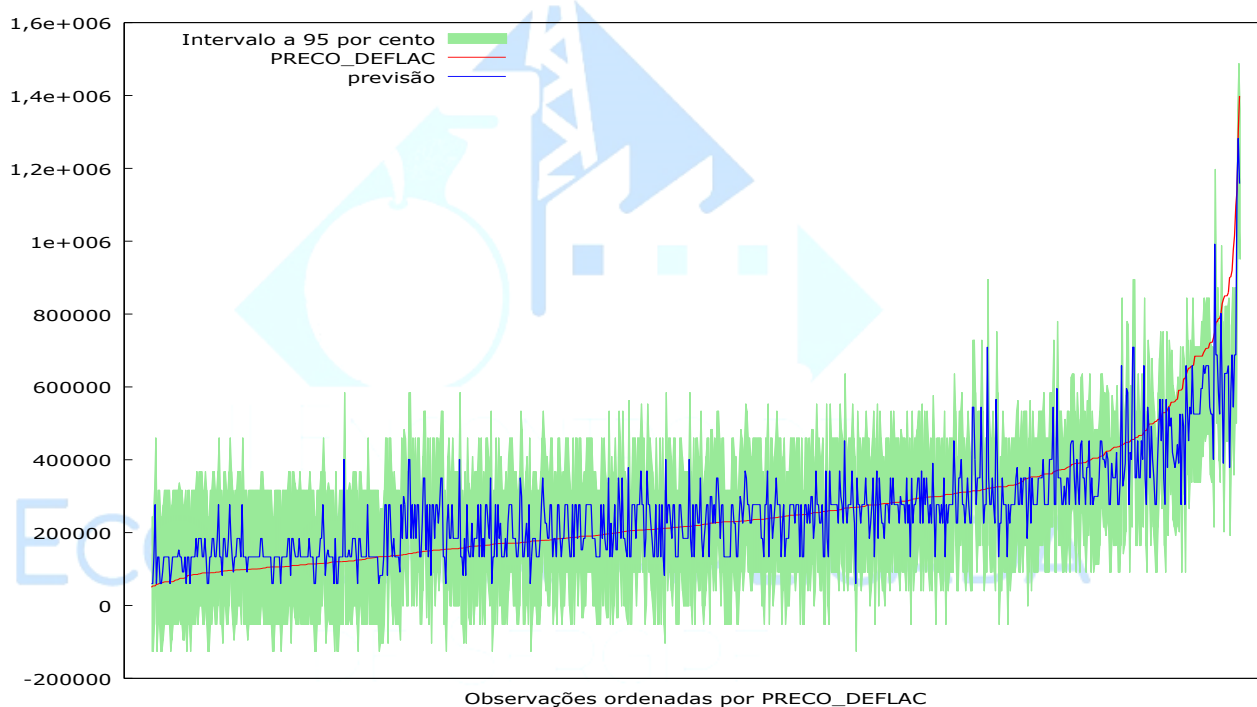
²⁰ Ver Gondim (2013). Este autor faz um levantamento consistente de dados macroeconômicos da economia brasileira entre 2003 e 2013, e indica um período favorável ao crescimento da demanda por imóveis no Brasil, a partir de políticas de aumento de crédito e do aumento da renda do brasileiro. Esse impacto sobre o setor imobiliário foi corroborado por Coelho (2015).

²¹ Até a finalização desse estudo, o IBGE ainda não havia divulgado os PIBS aracajuanos dos anos de 2014 e 2015.

É bem provável que isso tenha ocorrido devido a essa redistribuição de preços de atributos, pois uma boa parte²² dos imóveis do estudo não usufrui dessas amenidades, fazendo com que o preço dos que estão fora das zonas atribuídas às influências das amenidades urbanas não sejam tão bem representados pelo terceiro modelo quanto os que nela estão.

Ainda assim, podemos observar uma redução no erro padrão da regressão em aproximadamente 9%²³, acompanhado de uma redução na soma dos erros ao quadrado, pois essa foi a estratégia citada na metodologia, ao incluir mais amostras, para que o bairro jardins fosse melhor representado pelo estudo, incluindo mais variáveis através das suas amenidades.

Figura 4 – Gráfico de previsão do modelo 1, contendo apenas características estruturais dos imóveis.



Fonte: Gerado pelo programa Gretl, a partir da base de dados do estudo.

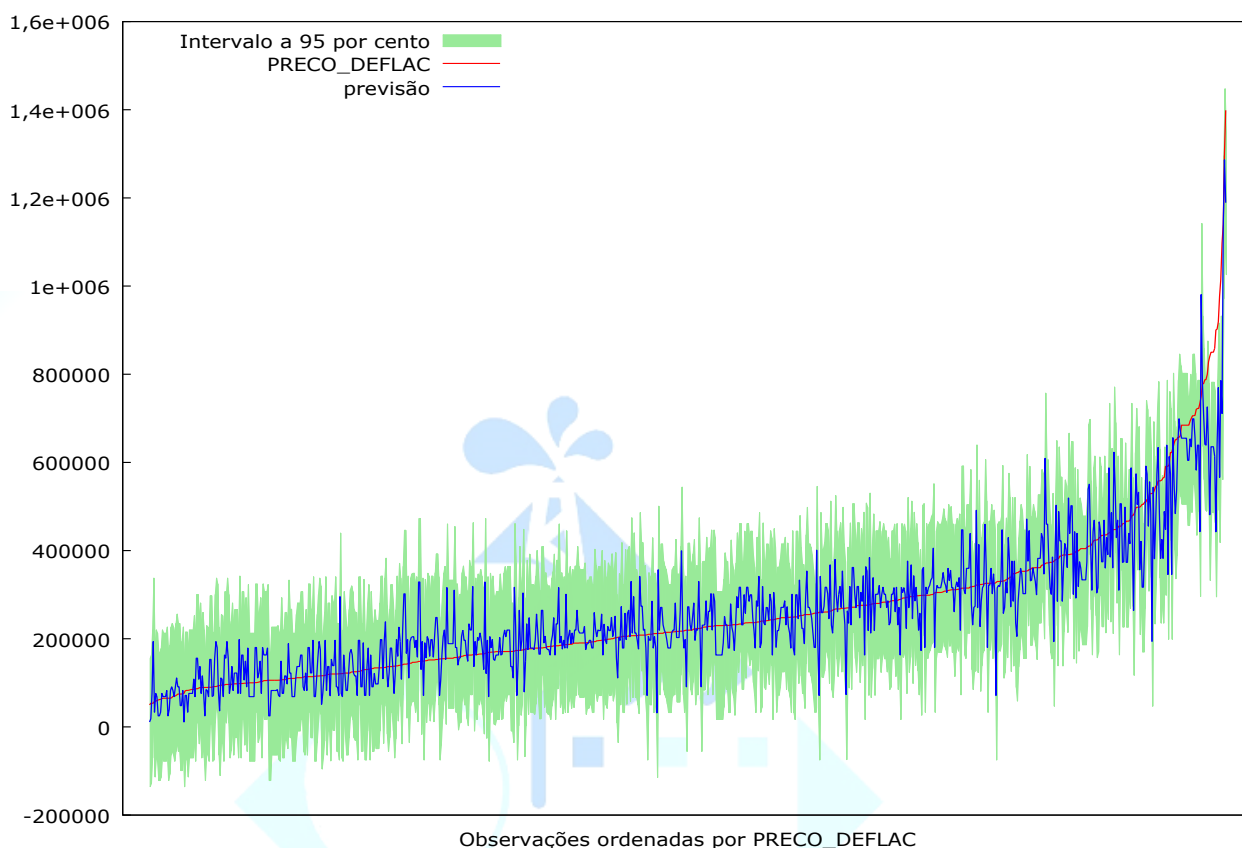
O resultado disso é um ajustamento da inclinação da curva da FRA para de encontro à inclinação da FRP, como pode ser demonstrado nas figuras 4 e 5.

Universidade Federal de Sergipe

²² Dentre as amostras localizadas nas zonas atribuídas para as que usufruem diretamente das amenidades urbanas, 26,99% encontram-se no loteamento Garcia, 10,14% na zona do Parque da Sementeira, e 3,08% na zona do paredão da 13 de Julho.

²³ 78.794 no Modelo 2 para 72.704 no Modelo 3.

Figura 5 – Gráfico de previsão do modelo 3, contendo todos os pacotes de aspectos utilizados pelo estudo.



Fonte: Gerado pelo programa Gretl, a partir da base de dados do estudo.

Os gráficos ajudam a ilustrar como os imóveis localizados entre a região média e mínimo de preços passaram a ser melhor representados pela linha regressão do modelo 3 em relação ao modelo 1, na medida em que essa acerta mais os preços utilizados das amostras.

Para os imóveis localizados no intervalo entre a média e o máximo de preços, nota-se um melhor acerto, pois a linha de previsão do modelo 1 não apresentava, por exemplo, praticamente nenhum acerto entre os imóveis de R\$ 600 mil e R\$ 1 milhão, intervalo esse que fora diminuído de R\$ 800 mil para R\$ 1 milhão no modelo 3, graças aos coeficientes de diferenciação do intercepto proporcionados pelas dummies temporais e qualitativas.

Em suma, os modelos 2 e 3, devido aos resultados estatísticos apresentados, são melhores do que o primeiro modelo para estimar os aspectos precificadores dos imóveis utilizados como amostras no estudo. O que torna evidente que não são apenas as características de dentro do apartamento que influenciam na sua valoração.

4.2. Considerações Finais

Esse estudo investigou, através da técnica econométrica de preços hedônicos, como alguns aspectos estruturais, econômicos e espaciais influenciam quantitativamente nos preços dos imóveis verticais na região dos Bairros Grageru e Jardins em Aracaju.

Um importante fator corroborado pelo estudo foi a influência do ambiente econômico nos preços. Assim como afirma Gondim (2013), o comportamento de variáveis macroeconômicas durante o período, tais como PIB e oferta crédito, fomentaram o aumento de uma demanda antes reprimida por esses bens. Em Aracaju, uma significativa valorização desses em relação ao ano inicial de estudo. Esse resultado foi obtido também por Coelho (2015), em estudo para a cidade de Recife, através da aplicação da técnica de preços hedônicos, analisando, assim como nesse estudo, a influência das características estruturais, amenidades e do ambiente econômico nos preços dos imóveis.

Essa valorização, de acordo com as estimativas dos modelos, ocorreu principalmente a partir do ano de 2010, ano o qual Aracaju passara por grande atividade econômica. Porém, esta perdeu fôlego em 2015, provavelmente graças ao declínio na disponibilidade de crédito e da atividade econômica no país.

Destaca-se no presente trabalho o papel das amenidades urbanas, em termos da influência sobre os preços dos imóveis. Os resultados obtidos apontam para uma maior valorização dos imóveis próximos ao calçadão da 13 de Julho, seguidos pelos que se encontram em frente ao Parque da Sementeira. Com menores, mas significativos destaques nos seus preços estão os imóveis próximos a supermercados, e dentro do loteamento Garcia, o qual concentra o maior número de amenidades na região estudada, imóveis esses cuja valorização em relação aos mais afastados dessas amenidades foi maior. Isso explica a grande verticalização nessa região citada por Machado (2010), pois ocorreu o fenômeno explicado por Lucena (1987), de aumento da elasticidade da oferta de terras por imobiliárias para essa região, aumentando o valor de venda dos imóveis a fim de maiores lucros.

A partir desses resultados, o presente trabalho contribui para a compreensão de aspectos relacionados à formação espacial da região estudada e quantificação dos valores implícitos de atributos do seu mercado imobiliário. Isso é detectado através de modelos que fazem estimativas de preços pagos pelas características estruturais e proximidade de suas amenidades. Assim, pôde haver uma melhor explicação da influência das características dos imóveis e de fatores externos, relacionados ao cenário econômico e à existência de amenidades urbanas, sobre a formação de preços.

Uma agenda de futuros trabalhos nessa temática pode ser pensada, buscando superar algumas limitações, em termos da disponibilidade de dados e dos métodos de estimação. Dentre essas está a quantidade de dados e de informações espaciais sobre a região. O banco de dados utilizado não é o mais apropriado, e não fornece algumas informações relevantes sobre características estruturais dos imóveis consideradas essenciais, que poderiam ser obtidas caso houvesse acesso do banco de dados da Prefeitura. Além disso, pode-se buscar avançar nos métodos de estimação, técnicas de econometria espacial e decomposição FFL já foram utilizadas em outros estudos, e demonstram a obtenção de informações mais precisas sobre a influência das amenidades urbanas nos imóveis.

Portanto, os modelos gerados pelo estudo, embora não sejam os mais precisos para o aspecto quantitativo, podem indicar uma preferência ordinal por atributos através dos preços e uma relação destes com o momento econômico de venda dos imóveis.



ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMO, P; FARIA, T. Mobilidade Residencial na Cidade do Rio de Janeiro: Considerações Sobre os Setores Formal e Informal do Mercado Imobiliário. Rio de Janeiro: UFRJ, 1998.
- ALONSO, W. Location and land Value. Cambridge: Harward University Press, 1964.
- ALVES, D; YOSHINO, J; PEREDA, P; AMREIN; C. Modelagem Dos Preços de Imóveis Residenciais Paulistanos. São Paulo: USP, 2011.
- ARRAES, R.; FILHO, E. Externalidades e Formação De Preços no Mercado Imobiliário Urbano Brasileiro: um estudo de caso. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008.
- COELHO, A. Dinâmica Dos Preços Dos Imóveis No Mercado Formal De Residências Da Cidade Do Recife: Um Estudo De Sua Evolução e De Seus Determinantes No Período 2000-2012: Recife: UFPE, 2015.
- CRUZ, B; FURTADO, B; MONASTEIRO, L; RODRIGUES, W. Economia Regional e Urbana: Teorias e Métodos com ênfase no Brasil: Brasília: IPEA, 2011.
- FUJITA, M; OGAWA, H. Multiple Equilibria and Structural Transation of Non-Monocentric Urban Configurations: Regional Science and Urban Economics, 1982.
- GONDIM, G. Análise De Ciclos Imobiliários e de Estratégias de Investimentos. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- HERMANN, B; HADDAD, E. Mercado Imobiliário e Amenidades Urbanas: A View Through The Window. São Paulo; USP, 2005.
- LANCASTER, K. A New Approach to Consumer Theory. Chicago: University of Chicago, 1966.
- LUCENA, J. O Mercado Habitacional no Brasil: Rio de Janeiro: FGV, 1981.
- MACHADO, A. O Bairro Jardins: Processo de Crescimento Urbano, Consolidação De Estratos Socioeconômicos e “Ilhas” de Segregação Social: São Cristóvão: UFS, 2010.
- MAYOR, K; LYONS, S; DUFFY, D; TOL, R.J. A Hedonic Analysis of The Value of Parks and Green Spaces in the Dublin Area. Dublin: The Economic and Social Research Institute, 2009.
- ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: product differentiations in pure competition. University of Rochester and Harvard University, 1974.
- Inscrição em faculdades locais, 2005.

SHEPPARD, S. 1999. Hedonic Analysis of Housing Markets, in Handbook of Regional and Urban Economics Volume 3: Applied Urban Economics, edited by Paul Cheshire and Edwin Mills, Amsterdam: North Holland, Chapter 41, 1595 – 1635.

SILVA, L. P. 2016. O mercado Imobiliário da Farolândia e as Suas Amenidades: Um estudo sobre os Efeitos da Aceleração da Urbanização Dessa Região. Anais. Encontro Nacional de Estudantes de Economia – 2016. São Paulo: ENECO, 2016



10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

O CICLO DAS COMMODITIES E CRESCIMENTO REGIONAL DESIGUAL NO BRASIL: UMA APLICAÇÃO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL (EGC)

Celso B. Sessa (UFMG), Thiago C. Simonato (USP) e Edson P. Domingues (UFMG)

RESUMO: Os princípios do desenvolvimento desigual são importantes para a compreensão da realidade regional brasileira, que apresenta contornos peculiares pela dependência em relação à exportação de *commodities*. Dada a rigidez locacional e a volatilidade dos preços característica desse mercado, a distribuição espacial dos impactos dessas atividades assume importância na persistência das desigualdades regionais. Este trabalho avança a partir do uso do modelo IMAGEM-B (*Integrated Multi-Regional Applied General Equilibrium Model - Brazil*), configurado para captar os impactos que o aumento da demanda externa por *commodities* teve sobre o desempenho econômico brasileiro, permitindo identificar os principais canais capazes de estimular o crescimento econômico. Resultados preliminares apontam que a economia brasileira apresentou respostas significativas ao efeito-preço das exportações (investimento, emprego regional, renda e consumo), ao efeito-quantum nas exportações para outras regiões exportadoras (exportação e importação domésticas) e ao resultado agregado do PIB. As tendências observadas refletem não apenas diferentes níveis de industrialização e de estruturas produtivas regionais, mas também uma concentração econômica (seletiva setorial e espacialmente) sustentada numa divisão regional da produção, que não tem permitido, aparentemente, reduzir as desigualdades regionais.

PALAVRAS-CHAVE: Economia Regional, Crescimento Econômico, Ciclo de *Commodities*, Desigualdades Regionais, Equilíbrio Geral Computável.

CLASSIFICAÇÃO JEL: R11, R13, C68.

ABSTRACT: The principles of uneven development are important for understanding the Brazilian regional reality, which has peculiar contours by dependence on commodity exports. Given the locational rigidity and the volatility of prices characteristic of this market, the spatial distribution of the impacts of these activities assumes importance in the persistence of regional inequalities. This work proceeds from the use of IMAGEM-B model (*Integrated Multi-Regional Applied General Equilibrium Model - Brazil*) configured to capture the impact that the increase in foreign demand for commodities had on Brazil's economic performance, allowing to identify the main channels capable of stimulating economic growth. Preliminary results indicate that the Brazilian economy showed significant responses to effect price of exports (investment, regional employment, income and consumption), the quantum effect in exports to other exporting regions (export and domestic import) and the aggregate result of GDP. The observed trends reflect not only different levels of industrialization and regional production structures, but also an economic concentration (sectoral and spatially selective) held a regional division of production, which has not allowed apparently reduce regional inequalities.

KEYWORDS: Regional Economics, Economic Growth, Commodities Cycle, Regional Inequalities, Computable General Equilibrium.

JEL Classification: R11, R13, C68.

1. Introdução

As disparidades regionais têm sido objeto de estudo em vários países, especialmente nos subdesenvolvidos, nos quais os diferenciais de renda e crescimento são mais acentuados (WILTGEN, 1991). Nas últimas décadas vários estudos trouxeram grandes contribuições para o debate em torno do desenvolvimento regional e uma das principais constatações foi a de que o processo de crescimento econômico acontece de forma desigual entre as regiões. Conforme observa Perroux (1955, p. 146), “o crescimento não aparece por toda a parte; manifesta-se em pontos ou pólos de crescimento, com intensidades variáveis, expande-se por diversos canais e tem efeitos terminais variáveis no conjunto da economia”.

Em direção similar à de Perroux, Myrdal (1957) apresentou as razões pelas quais as economias regionais tenderiam a divergir ao longo do tempo. Com base no princípio da causalidade cumulativa, a argumentação era a de que as forças de mercado tenderiam a aumentar as desigualdades regionais, pois as atividades que apresentassem as maiores remunerações se concentrariam em determinadas regiões e, em função de crescentes economias internas e externas, esse processo se tornaria cumulativo. Ou seja, as desigualdades seriam reforçadas pelas forças de mercado e as regiões seguiriam caminhos divergentes, embora Myrdal reconhecesse a existência de efeitos de espraiamento desse processo (DINIZ, 2001). A ideia de polarização de Myrdal é de uma permanente concentração, pois os efeitos propulsores (ou de espraiamento) provocados nas demais regiões não seriam capazes de reverter esse processo de concentração, a não ser em algumas poucas regiões (WILTGEN, 1991).

Hirschman (1958) também analisou o processo de polarização e constatou que as regiões mais desenvolvidas atraíam capital e trabalho qualificado das regiões mais atrasadas, reforçando a desigualdade entre elas. Assim como Myrdal, ele também reconhecia a existência de alguns efeitos positivos das regiões desenvolvidas sobre as regiões atrasadas (DINIZ, 2011). Porém, opostamente a Myrdal, que interpretava a desigualdade como um problema, Hirschman considerava as disparidades como necessárias ao processo de crescimento, que seria alcançado por meio de uma série de desequilíbrios que estimulariam as regiões periféricas a potencializarem seus recursos escassos (MONASTERIO e CAVALCANTI, 2011).

North (1977) discutiu ideias relacionadas à desigualdade regional a partir do conceito de Base de Exportação, analisando principalmente a conexão entre o crescimento de uma região e o sucesso de suas exportações. A base de exportação de uma região dependeria essencialmente dos movimentos de mudança na demanda por seus produtos exportáveis, de modo que, embora North acreditasse numa convergência regional no longo prazo, as oscilações desses fatores dariam origem a uma tendência de desenvolvimento desigual em função de retornos crescentes de escala ou de economias de especialização regional.

Esses princípios do desenvolvimento desigual são importantes para a compreensão da realidade regional do Brasil, um país marcado historicamente por significativas diferenças econômicas em seu espaço geográfico. As atividades econômicas no país foram desenvolvidas conforme as necessidades de cada região em se inserir no mercado internacional, dando origem a economias regionais voltadas para fora e com pouca integração nacional (DINIZ, 2001). Esse isolamento relativo das regiões evidenciou a quase inexistência do mercado interno no Brasil até a metade do século XX, período no qual as diferentes trajetórias seguidas pelas regiões foram determinadas por vários ciclos de exportação.

Os aspectos mais significativos da evolução recente das desigualdades regionais no Brasil requerem a breve compreensão de três momentos: a concentração econômica (até os anos 1970), a desconcentração (1975 a 1985) e seu esgotamento (pós anos 1990).

As grandes transformações que ocorreram no Brasil desde a década de 1950, especialmente no que se refere aos processos de industrialização e de urbanização, romperam com o modelo de desenvolvimento anterior e evidenciaram uma trajetória marcada por uma

dinâmica de natureza centrípeta, centralizando os recursos nos centros econômicos mais dinâmicos, notadamente os localizados no centro-sul do país (CARLEIAL, 2011). Nessa fase de concentração, que durou até meados dos anos 1970 e que foi marcada pela formação do mercado interno nacional, as desigualdades regionais se ampliaram, uma vez que a base produtiva industrial mais eficiente da região Sudeste, e mais especificamente de São Paulo, induziu um processo de ajustamento das demais regiões ao avançar sobre os mercados anteriormente isolados (GUIMARÃES NETO, 1997). Autores como Furtado (1976) e Cano (1977) retratam detalhadamente esses fatos em suas obras.

Posteriormente, entre 1975 e 1985, houve um breve período de desconcentração (ou integração produtiva) que consolidou o surgimento de especializações regionais fora do Sudeste. A diminuição do peso da indústria de transformação na matriz industrial brasileira, resultado da inserção comercial do país como grande produtor de bens baseados em recursos naturais, ampliou a desconcentração produtiva regional, uma vez que novas áreas da fronteira agropecuária foram incorporadas, especialmente nas regiões Norte e Centro-Oeste, e regiões periféricas com grandes reservas minerais foram acionadas (MACEDO e MORAIS, 2011). Muitos projetos significativos (hidrelétricas, não ferrosos, químicos e petroquímicos) foram instalados nessas regiões, acelerando seu crescimento (CANO, 1997). Além disso, os investimentos em infraestrutura ampliaram as ligações entre as regiões e auxiliaram o processo de convergência regional. Mas Diniz e Crocco (1996) observam que esse processo de desconcentração também deu origem a uma expressiva aglomeração em várias cidades grandes e médias (inclusive capitais) das regiões Sudeste e Sul, o que foi denominado por Diniz (1993) de reaglomeração poligonal. Cabe observar que, apesar da tendência no período ter sido descentralizadora, as explorações não foram, em geral, industrializantes, pois as novas áreas de exploração mineral tenderam à especialização para exportação, configurando-se em enclaves²⁴. Assim, o processo de desconcentração pode ser considerado seletivo, setorial e espacialmente, e insuficiente para reverter o alto grau de desigualdade e heterogeneidade existente na economia brasileira.

O terceiro momento a ser destacado, que se iniciou a partir de 1985, foi marcado pelo agravamento da crise econômica do país e, ao mesmo tempo, pela crise financeira do Estado, o que provocou a deterioração dos principais instrumentos de política econômica, notadamente do investimento público em infraestrutura, do setor produtivo estatal e dos incentivos fiscais. Em razão disso, houve um relativo equilíbrio na participação das economias regionais no produto, indicando o esgotamento do processo de desconcentração (GUIMARÃES NETO, 1997). Na visão de Diniz (1995), o processo de abertura econômica favoreceu a reconcentração da produção industrial nas áreas mais industrializadas do país²⁵, em função das melhores condições de competição no mercado internacional, e, ao mesmo tempo, mas em menor escala, contribuiu para a desconcentração no sentido das regiões Centro-Oeste e Norte a partir da expansão das exportações de grãos e de bens minerais. Na mesma direção, Pacheco (1999) constatou relativa continuidade do processo de desconcentração acompanhado pelo aumento da heterogeneidade interna das regiões brasileiras, com o surgimento de “ilhas de produtividade” em quase todas as regiões. De forma geral, as várias interpretações sobre esse período confirmam uma tendência de interrupção da desconcentração espacial do crescimento que estava em curso.

A atual dinâmica regional brasileira, consolidada ao longo desses três períodos, apresenta contornos mais peculiares pelo fato de haver uma significativa dependência da economia em relação à exportação de *commodities* e a produção desses bens, por sua vez, está

²⁴ Uma das exceções foi a indústria de Minas Gerais que, beneficiando-se da base de recursos naturais, expandiu-se principalmente em razão da intensificação da integração com a indústria paulista (MELO, 2000).

²⁵ Azzonni (1997), ao analisar o mesmo período, observou uma recuperação expressiva de São Paulo e uma tendência de crescimento de Minas Gerais, enquanto as regiões Sul e Nordeste perderam participação.

distribuída de forma desigual no território. Em função da rigidez locacional e da volatilidade dos preços característica do mercado de *commodities* (baixa elasticidade-preço da oferta), a distribuição espacial dos impactos dessas atividades assume grande importância no entendimento da persistência das desigualdades regionais ao longo do tempo.

Os preços internacionais das *commodities* apresentaram grande evolução desde o ano 2005 e, mesmo com a crise de 2008, esses preços ainda permanecem em níveis bem maiores aos registrados até então. A relevância desse aumento de preços reside no forte estímulo que as regiões produtoras têm para intensificar a exportação desses bens. A resposta aos altos preços internacionais pode ser vista a partir da participação das *commodities* na pauta de exportação brasileira, que saltou de 57,96% em 2005 para 71,24% em 2014.

Os efeitos econômicos da exportação de *commodities* na economia brasileira envolvem importantes aspectos micro e macroeconômicos. Ao se considerar a heterogeneidade espacial do desenvolvimento brasileiro, a expansão e a retração da exportação de *commodities* altera a estrutura geral de preços relativos da economia, impondo modificações ao cenário regional. Esse padrão de inserção internacional tende a estimular setores distintos, com estruturas e multiplicadores próprios.

Considerando as relações entre os setores e as diferentes regiões, este trabalho pretende avançar, a partir de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), no entendimento sobre os impactos que o aumento e a diminuição da demanda externa por *commodities* tiveram sobre o desempenho econômico brasileiro e, também, sobre os efeitos alocativos inter-regionais como resultados de forças de mercado, permitindo identificar os principais canais capazes de estimular o crescimento econômico e seu impacto na concentração regional. O que se pretende discutir, portanto, é se o recente ciclo de preços das *commodities* reforçou ou atenuou os padrões de crescimento regional desigual no Brasil.

2. O Recente *Boom* das *Commodities*

O comportamento da economia mundial tem grande influência sobre os mercados de *commodities*, que se caracterizam por apresentar significativa volatilidade de preços. Carneiro (2012) afirma que a volatilidade está relacionada à baixa elasticidade-preço da oferta, ou seja, a capacidade de resposta das regiões produtoras desses bens diante de oscilações econômicas é relativamente lenta, dada a estrutura de oferta e a ausência de capacidade ociosa, fazendo com que, pelo menos no curto prazo, o ajuste ocorra via preços e não via quantidades.

A importância da exportação de *commodities*²⁶ e os efeitos sobre a dinâmica regional podem ser mais bem compreendidos à luz do cenário internacional recente. Apesar da volatilidade inerente ao mercado de *commodities*, os preços internacionais²⁷ apresentaram uma evolução significativa desde o ano 2005, tanto em termos absolutos (em dólar) quanto relativos (aos preços dos produtos manufaturados). Esse aumento dos preços relativos contrastou com a tendência que vinha prevalecendo ao longo do século XX de redução dos preços relativos, fenômeno que até então era explicado pela Lei de Engel, que estabelece que, dada a baixa elasticidade-renda da demanda de produtos primários, os aumentos de renda seriam acompanhados por um consumo cada vez menor de produtos básicos (CARNEIRO, 2012).

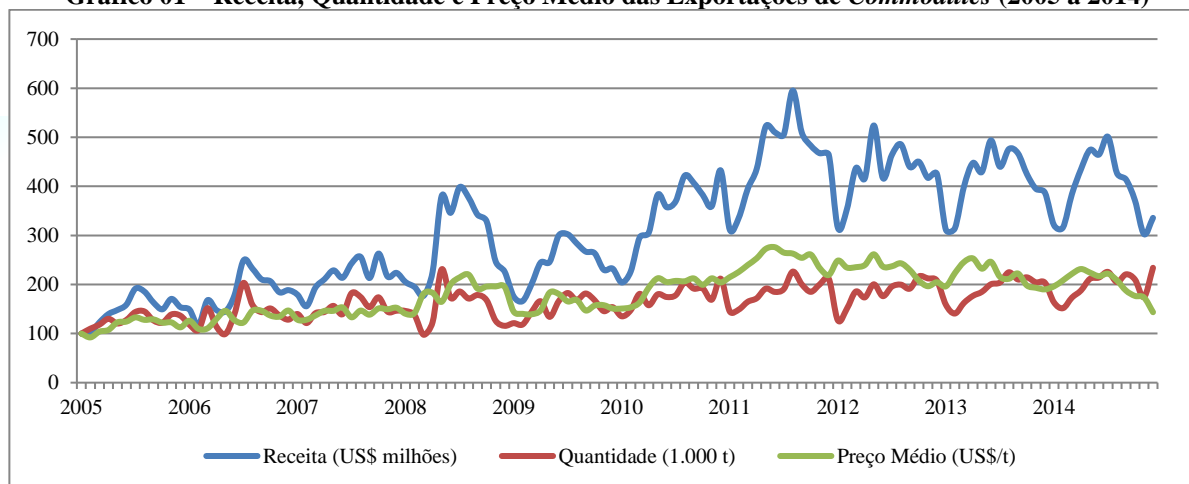
Com a crise de 2008, os preços desses produtos foram reduzidos, mas houve rápida recuperação e, mesmo após a desaceleração econômica associada à crise da zona do euro e ao

²⁶ A cesta de *commodities* segue a classificação da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (SECEX/MDIC). Os 23 produtos são: açúcar em bruto; açúcar refinado; algodão; café em grão; carne bovina “in natura”; carne de frango “in natura”; carne suína “in natura”; celulose; couro; farelo de soja; fumo em folhas; milho; óleo de soja em bruto; soja em grão; suco de laranja; etanol; gasolina; óleos combustíveis; petróleo em bruto; alumínio; laminados planos; minério de ferro; semimanufaturados de ferro/aço.

²⁷ Apesar da escalada de preço das *commodities* ter se iniciado por volta de 2002, a análise dos dados neste artigo é feita a partir do ano de 2005 em razão da base de dados utilizada no modelo de Equilíbrio Geral Computável.

menor ritmo de crescimento da China, esses preços ainda permanecem em níveis significativamente maiores que os registrados até os anos 2000 (CEPAL, 2013). Apesar da taxa de crescimento desses preços ter desacelerado desde 2011, ainda não se observou claramente, na média, a dinâmica *boom-bust* e, portanto, a crise financeira de 2008 não representou o fim desse superciclo (BLACK, 2015).

Gráfico 01 – Receita, Quantidade e Preço Médio das Exportações de *Commodities* (2005 a 2014)



Fonte: SECEX/MDIC. Elaboração própria.

Descrição: Índice Base (2005 = 100)

Para a presente discussão, é importante apresentar, de maneira não exaustiva, os principais fatores responsáveis por esse *boom* no preço das *commodities*. Apesar das explicações envolverem aspectos de demanda e de oferta, a maioria das análises sobre a recente alta nos preços das *commodities* tem se limitado praticamente ao lado da demanda, relacionando essa alta de preços com o crescimento da China, e de outros países em desenvolvimento, e com o processo de financeirização. Para tornar a discussão mais abrangente, também serão considerados aspectos específicos de custo de produção e de oferta apontados pela literatura²⁸.

Pelo lado da demanda, o primeiro fator explicativo para a alta do preço das *commodities* é o excepcional crescimento econômico da China e de outros países em desenvolvimento, que estão passando por um processo de industrialização pesada e de urbanização. Também fazem parte deste grupo países asiáticos como a Índia e, mais recentemente, o Japão, que também tem elevado a demanda por *commodities* (DORSCH, 2006). Esse crescimento, liderado por setores intensivos em *commodities* metálicas e industriais (automotiva, metalúrgica e de construção civil) tem pressionado a demanda por esses bens, ao mesmo tempo em que o crescimento populacional tem estimulado a compra externa de alimentos e demais *commodities* agrícolas (PRATES, 2007)²⁹.

Serrano (2013) ressalta que a elasticidade-renda da demanda mundial por *commodities* é baixa (geralmente menor que um), em razão das mudanças técnicas e da tendência de redução da participação das *commodities* no PIB à medida que a renda dos países aumenta (Lei de Engel). Para ele, o efeito da demanda chinesa tem sido relevante apenas em relação à demanda por metais (elasticidade-renda da demanda superior a um). Apesar da importação pela China de várias *commodities* ter crescido a níveis acelerados, na maioria dos casos essas taxas aceleradas partem de patamares muito baixos. Em geral, o papel da China foi o de parcialmente

²⁸ Uma apresentação dos principais eventos relacionados ao superciclo de preços de *commodities* nos anos 2000 pode ser visto em Black (2013) e Serrano (2013).

²⁹ Prates (2007) observa que o ingresso da China na OMC em 2001 também contribuiu para explicar o aumento das importações de *commodities* agrícolas e metálicas, pois, para se tornar membro da OMC, a China se comprometeu a acelerar o processo de liberalização comercial com a redução de barreiras tarifárias e não tarifárias sobre bens e serviços importados. Para uma apresentação mais detalhada, ver Lemoine (2002).

compensar o declínio na demanda por *commodities* dos países ricos. Portanto, o efeito da demanda chinesa sobre a demanda mundial de *commodities*, à exceção dos metais, seria muito inferior ao que se tem atribuído (SERRANO, 2013).

Apesar das discordâncias sobre o real peso das importações chinesas, diferentes interpretações têm sido dadas para a relação estabelecida entre a China e as regiões exportadoras de *commodities*³⁰. Por um lado, a visão mais simplista sobre essa relação é a de que as regiões exportadoras fornecem *commodities* para uma China em expansão, estabelecendo uma relação de parceria com benefícios mútuos (“*win-win*”). Por outro lado, apesar dos benefícios em curto prazo, esta relação do tipo “*win-win*” seria apenas uma forma renovada de dependência em relação à exportação de *commodities*, que reforça padrões disfuncionais de desenvolvimento que muitas regiões buscam superar (FERCHEN, 2011).

O segundo fator explicativo pelo lado da demanda é o processo de financeirização do mercado de *commodities*. Black (2013) observa que o expansionismo monetário americano a partir de 2001, que culminou em uma taxa básica de juros oscilando em patamares próximos a 1% ao ano, estimulou investimentos alternativos aos títulos do tesouro norte-americano, notadamente em derivativos relacionados a *commodities*, e reduziu o custo de carregamento dos estoques de *commodities* tanto para fins produtivos quanto para fins especulativos. Além disso, com o estouro da bolha de ativos das empresas “*pontocom*”, intensificou-se o investimento em *commodities* como diversificação de risco (dada a histórica correlação negativa entre *commodities* e ações). O resultado foi uma maior sincronia entre índices de ações e os principais índices de *commodities*, evidenciando uma forte influência da especulação financeira nesses preços. Outra evidência disso foi o fato de que os preços das *commodities* começaram a se recuperar antes mesmo da recuperação da economia mundial.

Pelo lado da oferta, podem-se destacar aspectos relacionados ao custo de produção das *commodities*. Dentre eles, Ferreira (2012) ressalta que o choque de custos em razão da valorização do barril de petróleo impactou as demais *commodities* (principalmente agrícolas) via elevação dos custos de transporte, de insumos (fertilizantes) e de custo de oportunidade (substituição de culturas nas áreas de plantio e desvio da produção para fabricação de biocombustíveis³¹). Além disso, os preços de alguns metais intensivos em energia (aço e alumínio, por exemplo) também foram afetados pelo aumento do preço do petróleo (PRATES, 2007).

O aumento do petróleo, segundo Burkhard (2008), está relacionado com a desvalorização do dólar³², que resultou em menor receita para os países exportadores dessa *commodity*, estimulando-os, em alguns casos, a reduzir a oferta e elevar os preços para compensar a diminuição dos lucros. Ao mesmo tempo, os países cujas moedas se valorizaram em relação ao dólar aumentaram seu poder aquisitivo externo, permitindo ampliar a demanda de produtos primários e, com isso, exercer uma pressão nos preços (CEPAL, 2014).

Ainda pelo lado da oferta, outro tipo de “efeito China”, dessa vez em termos de custos, foi importante no aumento dos preços relativos das *commodities*. A combinação de baixo crescimento relativo dos salários monetários e de rápido crescimento na produtividade do trabalho deslocou a produção de manufaturas para regiões como grande oferta de mão-de-obra (China, por exemplo), exercendo um efeito de deflação no preço relativo das *commodities* (CARNEIRO, 2012).

De forma geral, os desequilíbrios entre a oferta e demanda geram efeitos nos preços das *commodities* no curto prazo, sendo que a especulação financeira amplia esses movimentos. No

³⁰ Ferchen (2011) detalha as relações comerciais entre a China e a América Latina na década de 2000.

³¹ Esse fator seria a principal causa do *boom* dos preços dos alimentos de 2007 a 2008 (FAO, 2009).

³² Há controvérsias sobre o impacto da trajetória do dólar sobre o preço das *commodities*. Por um lado, Burkhard (2008) afirma que a depreciação do dólar foi um dos principais determinantes do *boom* do preço do petróleo e, por outro lado, Mayers (2010) considera que esse impacto não foi expressivo.

longo prazo, os custos de produção tendem a ser mais relevantes na determinação dos patamares de preços (BLACK, 2013).

3. Metodologia

Apesar da complexidade de se analisar essa questão, especialmente com relação à quantidade de variáveis envolvidas e suas inter-relações, a teoria econômica dispõe de instrumentos analíticos efetivos para isso, destacando-se, em especial, os modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC). Os modelos de EGC, assim como todos os modelos que objetivam representar uma economia real complexa, são representações simplificadas do sistema econômico, mas que consideram os mecanismos mais importantes da economia, ultrapassando aquilo que pode ser alcançado pelo senso comum ou por modelos mais simples como os de equilíbrio parcial (DOMINGUES, 2002). As economias regionais, dadas suas especificidades, não podem ser consideradas versões em menor escala das economias nacionais, inclusive porque os efeitos de transbordamento do crescimento e de polarização são mais intensos nas relações inter-regionais devido às interações mais intensas que existem entre as regiões (HADDAD, 2003). Embora sempre exista alguma incerteza em relação aos valores de parâmetros³³ desses modelos, sua utilização permite constatar as direções e as magnitudes relativas de alterações no cenário econômico, possibilitando identificar relações existentes entre setores e agentes econômicos que dificilmente seriam observadas a partir de outros métodos (GURGEL, 2012). De qualquer forma, sempre há problemas derivados do conflito entre a simplificação teórica e a realidade empírica.

Os modelos de EGC são elaborados a partir de bases de dados consistentes, coerentes com a teoria econômica, compreendendo a economia como um sistema inter-relacionado em que o equilíbrio de todas as variáveis é determinado simultaneamente, permitindo que qualquer perturbação no sistema possa ser dimensionada. Esse é o caso do aumento das exportações de *commodities*, que apresenta um alcance amplo em termos geográficos e econômicos, com efeitos significativos na alocação de recursos. Em função dessas características, pode-se dizer que um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) é um instrumento adequado para a análise, de forma completa, do problema proposto.

3.1. Modelo IMAGEM-B

O presente trabalho faz uso do modelo IMAGEM-B (*Integrated Multi-Regional Applied General Equilibrium Model - Brazil*), que leva em consideração as características estruturais e inter-regionais do sistema econômico brasileiro de forma integrada e consistente, especialmente configurado para captar os impactos dos choques nas *commodities* selecionadas.

Trata-se de um modelo multi-regional estático do tipo Johansen³⁴, com estrutura *bottom-up* para os 27 estados, que segue a base teórica do modelo TERM (HORRIDGE *et al.*, 2005), e *top-down* para as 558 microrregiões brasileiras³⁵. Ao nível estadual, as regiões são endógenas e o comportamento dos agentes é modelado. Ao nível nacional, os resultados são gerados através de agregações dos resultados estaduais e, ao nível microrregional, os resultados são

³³ Nesses modelos, os parâmetros são, em geral, calibrados, e não estimados a partir de técnicas estatísticas como nos modelos econométricos. Assim, os valores desses parâmetros são calculados a partir de uma observação das variáveis exógenas em um determinado ano base, servindo de referência para as simulações (FERREIRA FILHO, 2011).

³⁴ Como discutido em Dixon *et al.* (1982), nos modelos estáticos a preocupação não é com a trajetória do investimento ao longo do tempo e sim com a alocação dos investimentos em certas atividades e regiões. Os modelos que seguem a tradição de Johansen têm o seu método de solução dado de uma forma linear e os resultados são apresentados através de taxas de crescimento (GUILHOTO, 2011).

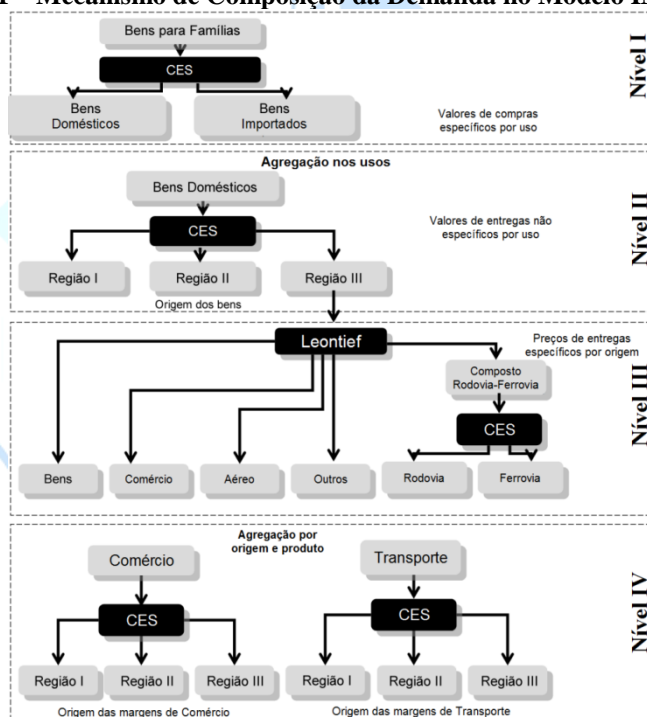
³⁵ A decomposição *top-down* segue o modelo delineado em Leontief *et al.* (1965) e implementado em Dixon *et al.* (1982) no modelo Orani.

decomposições consistentes do resultado estadual de forma a manter coerência com a estrutura agregada em quatro setores do PIB municipal do IBGE em cada estado.

Os dados utilizados na calibragem do módulo *top-down* microrregional são as participações de cada microrregião nos setores do modelo. Os dados utilizados são o PIB municipal/setorial do IBGE (quatro grandes setores), os dados setoriais/municipais de emprego da RAIS e o mapeamento de estados, microrregiões e municípios do IBGE. Além disso, o modelo considera 27 estados, 110 produtos/setores e 4 demandantes (famílias, investimento, exportação e governo). Na base de dados do modelo os 23 produtos que terão choques (*commodities*) e os dois bens de margens (Comercio, TranspCarga) são mantidos e os outros produtos/setores são agregados em Resto da Agropecuária, Resto da Indústria e Serviços. O ano-base do banco de dados é 2005.

As principais características da estrutura teórica do modelo estão relacionadas com a tecnologia de produção setorial, a demanda das famílias, a demanda por investimentos e a demanda por exportações. Dado o foco regional desta análise, o arranjo do sistema de composição da demanda tem destacada relevância. Essa estrutura é traçada de maneira simplificada na figura 01.

Figura 01 – Mecanismo de Composição da Demanda no Modelo IMAGEM-B



Fonte: adaptado de MAGALHÃES (2009)

Em relação à tecnologia de produção setorial, cada setor pode produzir mais de um produto utilizando insumos domésticos e importados, opção que é tratada a partir da hipótese de separabilidade para reduzir a necessidade de parâmetros. Além disso, o fator terra é fixo e a tecnologia de produção apresenta retornos constantes de escala³⁶. O tratamento da demanda das famílias, que consomem bens domésticos e importados em cada região em proporções fixas, é baseado em um problema de maximização de utilidade, cuja solução segue etapas hierarquizadas. A demanda por investimentos ocorre a partir das escolhas dos insumos

³⁶ A utilização de retornos crescentes de escala em modelos EGC regionais não é uma hipótese usual, pois a introdução dessa hipótese pode causar problemas teóricos (existência ou multiplicidade de equilíbrios) e empíricos (ausência de estimativas econométricas). Em razão disso, pode-se considerar que os resultados obtidos correspondam ao limite inferior dos impactos observados (MAGALHÃES, 2009). Uma abordagem paramétrica de retornos crescentes de escala em modelos EGC pode ser vista em Haddad (2004) e Haddad e Hewings (2005).

(domésticos e importados) utilizados na criação de capital por meio de um processo de minimização de custos sujeito a uma estrutura de tecnologia hierarquizada. Além disso, a concepção temporal de investimento empregada não tem correspondência com um calendário exato, pois a ideia é captar os efeitos de choques na alocação do investimento entre as regiões, ou seja, trata-se de uma análise de *steady-state* rumo a um novo equilíbrio. Por fim, a demanda por exportações, em um modelo no qual o setor externo é exógeno, parte da hipótese de curvas de demanda negativamente inclinadas nos próprios preços no mercado mundial. Assim, um vetor de elasticidades (diferenciado por produto, mas não por região de origem) representa a resposta da demanda externa a alterações no preço FOB das exportações (MAGALHÃES, 2009).

No nível I, as famílias escolhem entre bens domésticos e importados seguindo uma função do tipo CES (*Constant Elasticity of Substitution*), que parte da hipótese de Armington na diferenciação dos produtos, em que bens de diferentes origens são tratados como substitutos imperfeitos (PEROBELLI, 2004). A elasticidade de substituição entre o composto doméstico e importado (σ_x) é específica por bem, mas comum por uso e região de uso. O nível II, por sua vez, especifica o sistema de origem do componente doméstico entre as regiões também a partir de uma função CES (σ_d), o que implica que regiões com diminuição do custo relativo de produção aumentam seu *market share* na região de destino do produto. O nível III indica a estrutura de valores básicos e margens de comércio e transporte dos bens entre as regiões. Considera-se que a parcela de cada componente no preço final é fixa e, sendo assim, segue uma função Leontief. No nível IV são definidas as origens das margens de transporte entre as várias regiões do modelo. Essas margens são distribuídas de forma equitativa entre origem e destino, havendo algum grau de substituição nos fornecedores de margem, regulada pela elasticidade (σ_t). Para as margens de comércio tem-se que a maior parte da margem é produzida na região de destino (uso), com uma elasticidade calibrada próximo de zero (MAGALHÃES, 2009).

3.2. Simulação

Para o objetivo deste trabalho, foi utilizado um fechamento de curto prazo, que se diferencia principalmente por considerar o estoque de capital fixo, como segue:

- 1) Mercado de Fatores: oferta de capital e de terra fixa (nacionalmente, regionalmente e entre setores) para todos os setores;
- 2) Mercado de Fatores: emprego regional endógeno (responde a variações no salário real regional) e emprego nacional fixo;
- 3) Salário real regional endógeno (salário nominal indexado ao IPC).
- 4) Consumo real ajusta-se endogenamente e segue a renda disponível.
- 5) Saldo comercial externo, como proporção do PIB, é endógeno.
- 6) Gasto real do governo exógeno.

Cabe observar que o fechamento representa hipóteses de operacionalização do modelo, associadas ao horizonte temporal hipotético das simulações, que se relaciona ao tempo necessário para a alteração das variáveis endógenas rumo ao novo equilíbrio.

A partir da estrutura do modelo IMAGEM-B, a simulação realizada utiliza as taxas de crescimento anual das *commodities* (preços e quantidades), conforme a tabela abaixo:

Tabela 01 – Taxas de Crescimento Anual das *Commodities* (Preços e Quantidades)

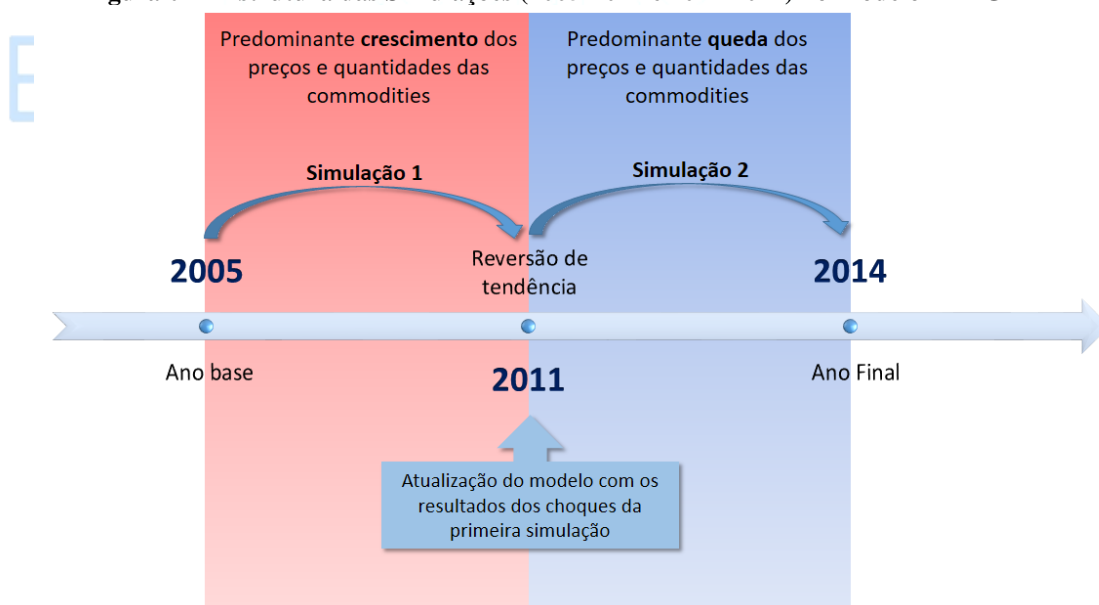
| Classificação | Quantidade (1.000 t) | | Preço (US\$/t) | |
|------------------|----------------------|-----------|----------------|-----------|
| | 2005-2011 | 2011-2014 | 2005-2011 | 2011-2014 |
| 2 MilhoGrao | 43,337 | 21,464 | 17,099 | -9,903 |
| 5 SojaGrao | 4,070 | 8,487 | 13,023 | 0,722 |
| 8 FumoFolha | -2,379 | -3,612 | 12,274 | -0,717 |
| 9 AlgodaoHerba | 11,674 | -0,321 | 10,524 | -3,584 |
| 11 CafeGrao | 4,800 | 2,622 | 15,708 | -9,162 |
| 19 PetroleoGas | 13,903 | -3,543 | 15,511 | -3,293 |
| 20 MinerioFerro | 6,702 | 1,009 | 25,371 | -12,242 |
| 22 MinMetNaoFer | -2,354 | -10,670 | 4,718 | -3,746 |
| 24 AbatePrCarne | -4,564 | 10,618 | 14,733 | -1,846 |
| 25 CarneSuino | -4,624 | -1,028 | 7,246 | 4,045 |
| 26 CarneAves | 4,407 | 0,547 | 8,705 | -1,149 |
| 29 OleoSojaBrut | -5,949 | -6,322 | 17,454 | -8,584 |
| 38 PrUsinasAcuc | 5,734 | -1,125 | 18,209 | -9,360 |
| 41 OutProdAlime | 11,238 | -0,990 | 7,869 | -3,672 |
| 48 CouroArtefat | 0,749 | 8,521 | 5,727 | 0,853 |
| 51 CelulosPapael | 8,213 | 5,486 | 7,355 | -3,849 |
| 55 GasolAutomot | -30,409 | 2,983 | 10,256 | -0,012 |
| 57 OleoCombust | -0,500 | -0,664 | 16,292 | -1,714 |
| 60 Alcool* | 9,553 | -8,213 | 15,311 | -4,034 |
| 74 SemiAcabAco | -0,132 | -3,201 | 6,235 | -5,879 |

Fonte: SECEX/MDIC. Elaboração própria.

* Quantidade em milhões de litros e preço em US\$/l

A simulação de cenários de expansão da produção e exportação das *commodities* (deslocamentos na curva de demanda por exportações) busca identificar quais os mecanismos de transmissão desse choque na estrutura de interação entre as regiões e verificar qual o impacto do aumento das interações com o setor externo para a estrutura econômica das regiões. A estrutura das simulações está representada abaixo:

Figura 02 – Estrutura das Simulações (2005-2011 e 2011-2014) no Modelo IMAGEM-B



Fonte: Elaboração própria.

O primeiro choque (2005-2011) foi aplicado ao cenário-base do modelo (2005), gerando um conjunto de resultados em termos de taxas de crescimento anual para o período. Posteriormente, a partir do primeiro choque, a base de dados do modelo foi atualizada para o ano de 2011, constituindo um novo cenário econômico. Neste novo cenário foi aplicado o segundo choque (2011-2014). Os resultados obtidos apresentam as variações anuais em relação

a uma trajetória tendencial (*baseline*), representando apenas os efeitos adicionais decorrentes dos choques das *commodities*, não sendo consideradas outras mudanças.

Como o IMAGEM-B utiliza equações linearizadas, há métodos numéricos *multistep* de correção de erros de linearização que consistem no particionamento dos choques e no recálculo do novo equilíbrio a partir de variações menores. Neste trabalho, a partir do software GEMPACK, foi utilizado o método Gragg com interpolação de resultados de 2, 4 e 6 passos.

4. Resultados

A evolução conjunta da estrutura regional e do ciclo econômico de expansão das exportações de *commodities* depende da existência de mecanismos de transmissão por meio dos quais as disparidades regionais podem ser condicionadas ao longo do tempo. Os resultados das simulações fornecem uma ideia da magnitude do choque na economia, permitindo identificar os diferentes impactos em cada região e, portanto, compreender o grau de dependência do crescimento da economia ao comportamento dos preços das *commodities*.

4.1. Efeito-Preço

Os primeiros resultados apresentados se referem ao efeito-preço das exportações de *commodities* sobre o investimento, o emprego regional, a renda e o consumo (tabela 02).

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Tabela 02 – Efeito-Preço: Investimento, Emprego, Salário Real e Consumo (2005-2011 e 2011-2014)

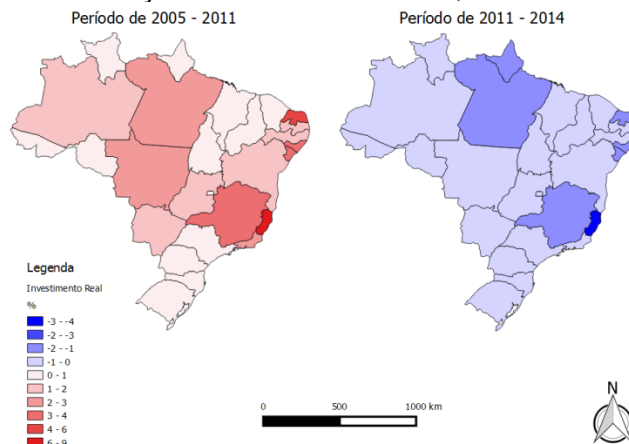
| Região | Estados | Investimento | | Emprego | | Salário Real | | Consumo | |
|---------------|---------------------|--------------|--------|---------|--------|--------------|--------|---------|--------|
| | | 05-11 | 11-14 | 05-11 | 11-14 | 05-11 | 11-14 | 05-11 | 11-14 |
| Norte | Rondônia | 0,250 | -0,150 | -0,340 | 0,120 | 0,860 | -0,230 | -0,150 | 0,060 |
| | Acre | 0,110 | -0,020 | -0,410 | 0,150 | 0,760 | -0,190 | -0,310 | 0,130 |
| | Amazonas | 1,100 | -0,410 | -0,120 | 0,020 | 1,160 | -0,380 | 0,370 | -0,200 |
| | Roraima | 0,440 | -0,150 | -0,210 | 0,090 | 1,040 | -0,280 | 0,160 | -0,020 |
| | Pará | 2,180 | -1,290 | 0,000 | -0,110 | 1,330 | -0,550 | 0,650 | -0,490 |
| | Amapá | 0,490 | -1,380 | -0,320 | 0,000 | 0,890 | -0,390 | -0,100 | -0,230 |
| | Tocantins | 0,690 | -0,120 | -0,070 | 0,100 | 1,230 | -0,250 | 0,490 | 0,010 |
| Nordeste | Maranhão | 0,560 | -0,110 | -0,150 | 0,130 | 1,130 | -0,220 | 0,310 | 0,070 |
| | Piauí | 0,600 | -0,260 | -0,170 | 0,030 | 1,100 | -0,360 | 0,250 | -0,160 |
| | Ceará | 0,590 | -0,210 | -0,220 | 0,060 | 1,020 | -0,320 | 0,130 | -0,100 |
| | Rio Grande do Norte | 5,350 | -1,610 | 0,770 | -0,270 | 2,400 | -0,770 | 2,510 | -0,870 |
| | Paraíba | 1,410 | -0,690 | -0,040 | -0,060 | 1,270 | -0,480 | 0,560 | -0,370 |
| | Pernambuco | 1,160 | -0,590 | -0,080 | -0,050 | 1,220 | -0,470 | 0,470 | -0,360 |
| | Alagoas | 3,240 | -1,990 | 0,310 | -0,300 | 1,770 | -0,810 | 1,410 | -0,940 |
| | Sergipe | 3,770 | -1,380 | 0,690 | -0,270 | 2,300 | -0,770 | 2,330 | -0,880 |
| | Bahia | 1,290 | -0,450 | 0,150 | 0,010 | 1,540 | -0,380 | 1,010 | -0,200 |
| Sudeste | Minas Gerais | 3,340 | -1,670 | 0,240 | -0,170 | 1,670 | -0,630 | 1,250 | -0,640 |
| | Espírito Santo | 9,970 | -4,460 | 0,970 | -0,580 | 2,680 | -1,190 | 2,980 | -1,600 |
| | Rio de Janeiro | 2,040 | -0,820 | 0,080 | -0,090 | 1,440 | -0,520 | 0,850 | -0,450 |
| | São Paulo | 0,920 | -0,280 | -0,060 | 0,030 | 1,250 | -0,360 | 0,510 | -0,160 |
| Sul | Paraná | 0,900 | -0,250 | -0,050 | 0,070 | 1,260 | -0,300 | 0,530 | -0,060 |
| | Santa Catarina | 0,510 | -0,270 | -0,250 | 0,100 | 0,990 | -0,270 | 0,070 | 0,000 |
| | Rio Grande do Sul | 0,510 | -0,090 | -0,260 | 0,120 | 0,970 | -0,230 | 0,040 | 0,060 |
| Centro-Oeste | Mato Grosso do Sul | 1,830 | -0,090 | 0,240 | 0,110 | 1,670 | -0,240 | 1,240 | 0,030 |
| | Mato Grosso | 2,470 | -0,100 | 0,810 | 0,310 | 2,470 | 0,020 | 2,620 | 0,500 |
| | Goiás | 1,100 | -0,330 | 0,060 | 0,100 | 1,410 | -0,260 | 0,790 | 0,000 |
| | Distrito Federal | 0,440 | -0,130 | -0,350 | 0,110 | 0,850 | -0,250 | -0,160 | 0,020 |
| BRASIL | | 1,320 | -0,500 | 0,000 | 0,000 | 1,330 | -0,400 | 0,710 | -0,240 |

Fonte: Elaboração própria.

O primeiro componente do efeito-preço é o investimento. No primeiro período (2005-2011), como há crescimento significativo das exportações de *commodities*, todos os estados apresentam variação anual positiva do investimento. O vínculo entre a estrutura produtiva e as flutuações do investimento pode ser visualizado mais claramente no caso de regiões cujas exportações dependem de poucas matérias-primas. É o caso de estados como o Pará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Minas Gerais, Espírito Santo e Mato Grosso.

As variações no investimento apresentam uma reversão, do primeiro para o segundo período, de forma que, em geral, os estados que apresentam significativo crescimento do investimento também registram as maiores reduções. Este resultado evidencia o grau de especialização produtiva destas regiões na produção de *commodities*. É importante observar, novamente, que os resultados apresentados indicam apenas a variação do investimento advinda dos choques das exportações de *commodities* em relação ao cenário registrado em 2005 e em 2011.

Além disso, cabe observar que para quase todos os estados (exceto Amapá), o crescimento anual do investimento no primeiro período é bem superior à redução observada no segundo. Mesmo considerando que a base de comparação do segundo período é maior, essa diferença nas variações do investimento indica que o movimento provocado pelas *commodities* não foi totalmente revertido. Estas informações podem ser observadas também no mapa 01.

Mapa 01 – Variação Anual do Investimento (2005-2011 e 2011-2014)

Fonte: Elaboração própria.

A volatilidade de preços típica dos ciclos de *commodities* tem implicações importantes sobre as regiões com elevado grau de dependência desses produtos ao reduzir as taxas de investimento e do crescimento em longo prazo. Isso porque, embora a contração do investimento tenha efeitos de curto prazo sobre a demanda agregada e sobre o emprego, implica em menor crescimento do estoque de capital, o que prejudica a capacidade da economia de gerar empregos. Além disso, essa contração tem um efeito negativo sobre a produtividade ao postergar a adoção de métodos de produção baseados em um uso mais intensivo de capital e de tecnologia. Em relação aos aspectos do desenvolvimento regional, um problema associado às atividades de *commodities* é o fato de que muitas empresas costumam operar em enclaves e o alto grau de concentração da propriedade faz com que o aumento da produtividade se concentre em poucas empresas e sua disseminação para outros setores seja bastante reduzida (CEPAL, 2014).

Além disso, a volatilidade de preços altera a rentabilidade relativa dos investimentos entre os setores ou regiões, redefinido constantemente a orientação espacial desses investimentos. No caso dos estados com elevada dependência em relação aos setores exportadores de *commodities*, pode-se ter ideia do impacto que a alta de preços teve na tendência de se concentrar os investimentos justamente nos setores já estabelecidos, reforçando o padrão de especialização dessas economias e, com isso, dificultando a transformação da estrutura produtiva (CEPAL, 2014). Esse processo tende a ser cumulativo, estimulando a concentração em certas regiões e ampliando as desigualdades via crescentes economias internas e externas, nos moldes das ideias apresentadas por Myrdal (1957).

No caso brasileiro, em que há vários estados com elevada dependência em relação aos setores exportadores de *commodities*, é possível ressaltar o papel significativo dos setores de petróleo e gás e de mineração, que possuem grande peso nas exportações. Embora na última década tenha sido observado um aumento nos custos de investimento, de operação e de manutenção no setor de petróleo e gás natural, as altas dos preços internacionais mais do que compensaram esses custos, garantindo rentabilidades inéditas para a indústria e, por isso, estimulando a expansão da produção de acordo com o ritmo de crescimento da demanda global (CEPAL, 2013). As reservas comprovadas³⁷ de petróleo aumentaram, assim como as de gás natural. A produção de petróleo e de gás natural se mostra concentrada, uma vez que mais de 90% do petróleo e mais de 62% do gás natural estão no sudeste do país (ANP, 2014). Em consequência da concentração das atividades de exploração e produção de petróleo (*upstream*) na região Sudeste, as atividades de refino, transporte e distribuição (*downstream*) também se

³⁷ Cabe observar que para que um recurso seja catalogado como reserva comprovada é preciso que a exploração ao longo da vida útil do reservatório seja considerada rentável. Neste caso, é possível compreender o efeito propulsor que a recente evolução dos preços internacionais teve sobre as atividades de prospecção e exploração.

concentram nesta região como forma de ampliar as economias de escala na produção e reduzir as deseconomias de escala na distribuição.

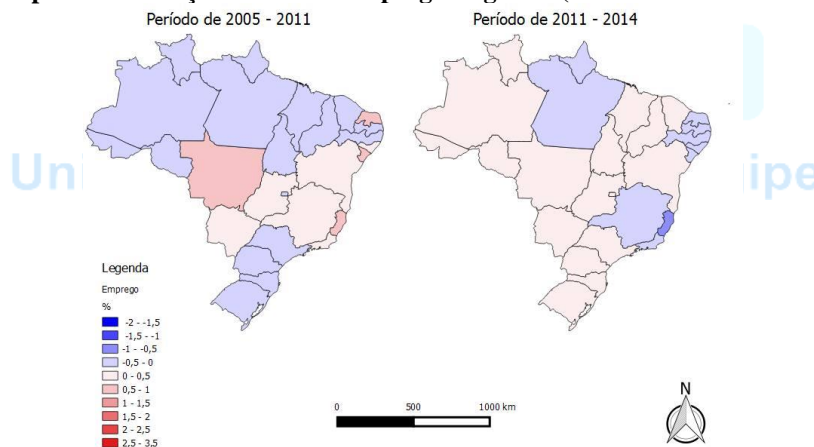
Assim como ocorreu no setor de petróleo e gás natural, a elevação dos preços internacionais dos metais gerou maiores expectativas quanto aos rendimentos da mineração e, portanto, à redução do *payback* estimado, estimulando os investimentos nas atividades de exploração no setor. Em termos regionais, mais de 50% do setor de mineração do país se concentram na região Sudeste, notadamente em Minas Gerais. A região Norte também apresenta participação significativa, embora seja equivalente à metade da participação da região Sudeste. Essa distribuição irregular é reforçada pelo fato de que o processamento dos minerais é, em geral, realizado próximo das jazidas, concentrando os impactos econômicos.

O segundo componente pelo qual o crescimento dos preços das *commodities* é capaz de atingir o crescimento econômico é através do aumento do emprego. Os impactos positivos sobre o emprego, no primeiro período, são associados à expansão das exportações e ao estímulo para se aumentar os investimentos nas regiões exportadoras (em comparação ao custo de oportunidade de se aplicar recursos no setor industrial). E a perda de empregos, no segundo período, está relacionada à elevação das importações (mais concorrência no mercado doméstico). Em relação ao emprego, os resultados também podem ser vistos no mapa 02.

No caso do emprego, é importante observar que as simulações foram realizadas a partir de um fechamento que considera o emprego regional endógeno (respondendo a variações no salário real regional) e emprego nacional fixo. Com isso, as regiões que ampliam a participação no emprego total o fazem em razão, necessariamente, da redução da participação de outras regiões, ou seja, o comportamento dos empregos resulta em soma zero. As variações regionais do emprego ocorrem pelos diferenciais de salário real. É importante observar que o modelo de EGC permite captar os efeitos indiretos do mercado de trabalho em outros setores e na atividade econômica em geral, e não só no setor de *commodities*.

No primeiro ciclo, o nível de empregos em quase todos os estados diminuiu em direção a alguns poucos estados, notadamente das regiões Sudeste e Centro-Oeste, ampliando algumas disparidades regionais, inclusive porque esses efeitos migratórios em direção às regiões mais dinâmicas tendem a ser seletivos, ao menos pelo fator idade e de renda. Esse resultado reforça a tese defendida por Hirschman (1958) de que as regiões mais desenvolvidas atraem trabalho qualificado das regiões mais atrasadas, reforçando a desigualdade entre elas. No segundo ciclo, essa tendência se reverte, mas em menor intensidade. A especialização produtiva tende a gerar menor oferta de trabalho, razão pela qual os estados com maior dependência dos setores exportadores apresentam as maiores reduções no emprego (Espírito Santo, Minas Gerais, Pará e alguns estados do Nordeste).

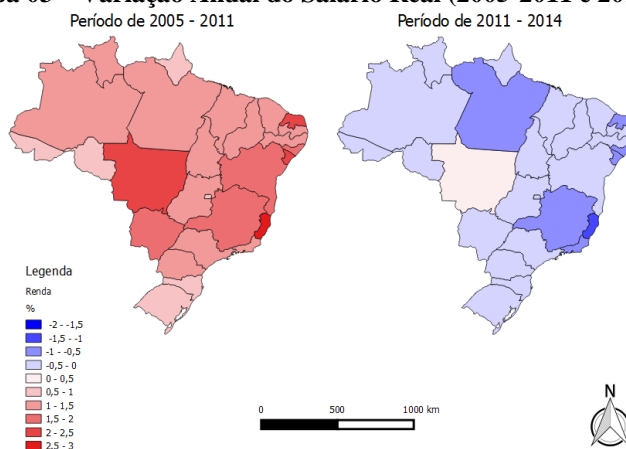
Mapa 02 – Variação Anual do Emprego Regional (2005-2011 e 2011-2014)



Fonte: Elaboração própria.

Em relação à renda (salário real), o impacto pode ser visto também no mapa 03. As regiões em expansão requerem mais trabalho, o que aumenta a remuneração do trabalho e desloca recursos produtivos das outras regiões da economia para as áreas em expansão. Seguindo a mesma tendência do investimento, os estados com maior taxa de crescimento anual do investimento via *commodities* também apresentaram a maior taxa de aumento do salário real. Apesar dos salários reais crescerem em todo o Brasil, reflexo do aumento de atividade, isso ocorre especialmente no caso dos estados de Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais, Sergipe e Rio Grande do Norte.

Mapa 03 – Variação Anual do Salário Real (2005-2011 e 2011-2014)

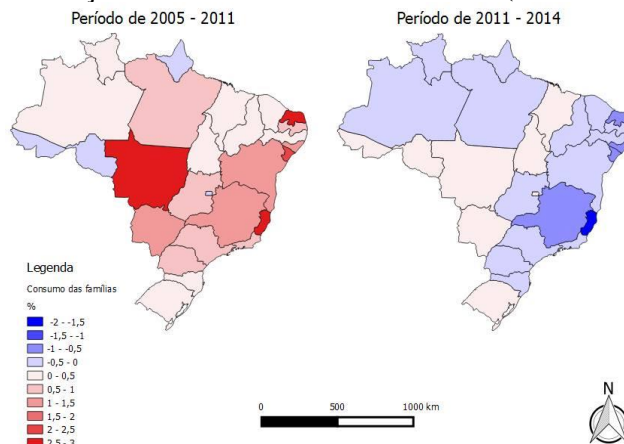


Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao segundo período, a retração da atividade econômica pressiona os salários para baixo. Destaque para os estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia e Pará. O único estado que apresenta pouca variação dos salários reais é Mato Grosso, provavelmente pela existência de um modelo produtivo exportador agrícola que favorece a produção extensiva que não fomenta a criação de empregos, causando menos pressão nos salários.

Os efeitos das variações das *commodities* sobre o consumo podem ser vistos no mapa 04. É importante observar que o consumo das famílias é, em muitos casos, considerado uma *proxy* para o bem-estar. De forma geral, o comportamento desta variável é semelhante ao da renda (salário real).

Um efeito associado ao ciclo de *commodities* é a melhora do balanço de pagamentos que possibilita estimular a demanda doméstica (aumento do crédito, elevação do salário mínimo e programas sociais que estimulam o consumo, por exemplo), resultando em estímulo ao crescimento sem fortes impactos no balanço de pagamentos e na dívida externa. Depois de 2008, quando os preços dos produtos básicos registraram uma queda devido à crise financeira mundial, o país pôde expandir seus gastos como medida de estímulo, justamente com base nas poupanças fiscais acumuladas, demonstrando os benefícios de contar com a capacidade de aplicar políticas fiscais anticíclicas, que reduziram o impacto da crise financeira de 2008 (CEPAL, 2013).

Mapa 04 – Variação Anual do Consumo das Famílias (2005-2011 e 2011-2014)

Fonte: Elaboração própria.

Os maiores aumentos do consumo foram no Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Espírito Santo e Mato Grosso. Os mesmos estados que aumentaram bastante o investimento. Em contrapartida, no segundo ciclo de preços esses estados reduziram o consumo mais do que a média do Brasil.

4.2. Efeito-Quantum

O segundo efeito principal a ser apresentado é o efeito-quantum nas exportações e importações para outros estados que também são exportadores de *commodities* (tabela 03). Esse efeito é indireto e depende da existência de relações comerciais consolidadas entre as regiões que se beneficiam com a valorização dos preços das *commodities*. Como pode ser observado, o aumento na demanda externa pelas *commodities* proporciona um efeito positivo na economia e, portanto, aumenta a demanda pelos produtos e serviços não exportáveis.

Os resultados sobre o efeito-quantum permitem observar os efeitos propulsores (“*spread effects*”) e os que agem em direção contrária (“*backwash effects*”), em conformidade com discussões desenvolvidas por Myrdal (1957) e Hirschman (1958). Ou seja, são os ganhos obtidos pelas regiões por meio do fornecimento de bens de consumo e/ou matérias-primas para as regiões em expansão. Se tal expansão é forte o suficiente para cobrir os efeitos de polarização dos centros mais antigos, novos centros econômicos surgem. Porém, de acordo com os padrões apresentados pelas diferentes regiões³⁸ a partir da análise conjunta das exportações e importações domésticas (mapas 05 e 06), as exportações de *commodities*, em geral, são fracas geradoras de efeitos de transbordamento, não sendo capazes de conferir um impulso dinâmico significativo para o desenvolvimento da economia.

É importante observar, como o fazem Haddad e Perobelli (2002), que para os estados brasileiros as vendas domésticas superaram, em diferentes magnitudes, as exportações internacionais. Além disso, os fluxos interestaduais possuem importância relativamente maior para os estados menos desenvolvidos.

A região Norte apresenta elevado grau de dependência em relação ao Sudeste no que se refere à aquisição de produtos, notadamente o estado do Amazonas (Zona Franca de Manaus). E essa dependência ocorre, principalmente, em relação ao estado de São Paulo, gerando resultados que demonstram um direcionamento dos fluxos para a região Sudeste e Sul. Observa-se pouca integração com o Nordeste e Centro-Oeste para a maioria dos estados da região. Além disso, internamente à região Norte, há fraca interação comercial regional.

³⁸ Esses padrões, em grande medida, corroboram as conclusões obtidas por Perobelli (2004).

Tabela 03 – Efeito-Quantum: Exportação e Importação Domésticas (2005-2011 e 2011-2014)

| Região | Estados | Exportação | | Importação | |
|---------------|---------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| | | 2005-2011 | 2011-2014 | 2005-2011 | 2011-2014 |
| Norte | Rondônia | 0,370 | -0,230 | -0,270 | 0,150 |
| | Acre | 0,620 | -0,070 | -0,510 | 0,190 |
| | Amazonas | 1,440 | -0,460 | -0,290 | 0,010 |
| | Roraima | 0,540 | -0,100 | -0,070 | 0,050 |
| | Pará | 0,320 | -0,150 | 1,100 | -1,080 |
| | Amapá | 1,670 | -0,830 | -0,300 | -0,170 |
| | Tocantins | 0,610 | -0,270 | 0,400 | 0,190 |
| Nordeste | Maranhão | 0,670 | -0,450 | -0,030 | 0,290 |
| | Piauí | 0,650 | -0,280 | 0,090 | -0,110 |
| | Ceará | 0,920 | -0,430 | -0,130 | -0,010 |
| | Rio Grande do Norte | 5,400 | -1,570 | 2,540 | -0,870 |
| | Paraíba | 1,270 | -0,610 | 0,350 | -0,300 |
| | Pernambuco | 0,930 | -0,410 | 6,750 | -1,970 |
| | Alagoas | 1,140 | -0,580 | 1,850 | -1,250 |
| | Sergipe | 4,350 | -1,350 | 2,190 | -0,820 |
| | Bahia | 1,620 | -0,470 | 3,010 | -0,920 |
| Sudeste | Minas Gerais | 0,760 | -0,280 | 2,610 | -1,400 |
| | Espírito Santo | 1,220 | -0,430 | 3,820 | -1,910 |
| | Rio de Janeiro | 1,860 | -0,710 | 0,780 | -0,530 |
| | São Paulo | 0,940 | -0,330 | 0,520 | -0,370 |
| Sul | Paraná | 0,840 | -0,350 | 0,800 | -0,270 |
| | Santa Catarina | 0,740 | -0,260 | -0,010 | 0,180 |
| | Rio Grande do Sul | 1,100 | -0,380 | -0,040 | 0,100 |
| Centro-Oeste | Mato Grosso do Sul | 0,820 | -0,480 | 1,300 | 0,140 |
| | Mato Grosso | 0,480 | -0,910 | 2,750 | 0,360 |
| | Goiás | 0,550 | -0,440 | 1,080 | 0,260 |
| | Distrito Federal | 0,510 | -0,140 | -0,190 | 0,050 |
| BRASIL | | 3,790 | -1,150 | 4,420 | -1,400 |

Fonte: Elaboração própria.

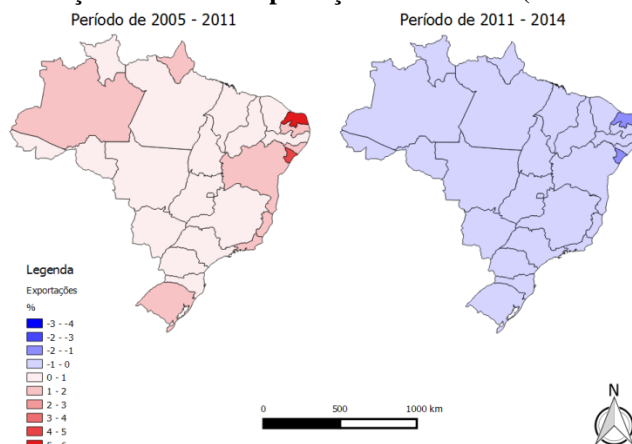
Em relação ao Nordeste, tem-se que os estados dessa região dependem muito mais do restante da economia como fonte de aquisição de bens do que o contrário. Assim como no caso da região Norte, a dependência em relação ao Sudeste é grande, com destaque para São Paulo e Minas Gerais. Ao mesmo tempo, a região Sudeste também é o principal centro de compras dos estados do Nordeste.

Os resultados para o Sudeste, que é a região mais integrada de todas, corroboram a ideia de que os estados menores dependem em maior grau do resto da economia brasileira do que os estados maiores. Os insumos utilizados no Sudeste são encontrados, em quantidade considerável, dentro da própria região ou importados do resto do mundo. Os próprios estados da região Sudeste são o principal mercado de aquisição de produtos, havendo uma concentração de fluxos intra-regionais. São Paulo se destaca como polarizador desse processo (PEROBELLI, 2004). Os resultados evidenciam o papel concentrador dos fluxos de comércio, tanto pela concentração na região mais desenvolvida do país como pela dependência das regiões menos desenvolvidas. É o que Haddad (2004) chama de “armadilha espacial”, polarizada por São Paulo. Este centro de gravidade funciona, no curto prazo, como ponto de convergência devido à melhor acessibilidade dos mercados, gerando os maiores impactos em termos de eficiência. No longo prazo, os movimentos de realocação do capital e trabalho também parecem fortalecer essa concentração (MAGALHÃES, 2009).

A região Sul apresenta uma forte interação entre os seus estados, o que torna a região uma importante fonte de aquisição de bens para estes estados. E a região Centro-Oeste, no que tange à aquisição de bens, é mais dependente do resto da economia brasileira do que o contrário.

A região Sudeste é o principal mercado para a aquisição de bens dos estados do Centro-Oeste, enquanto os fluxos em direção ao Norte e ao Nordeste ainda são incipientes.

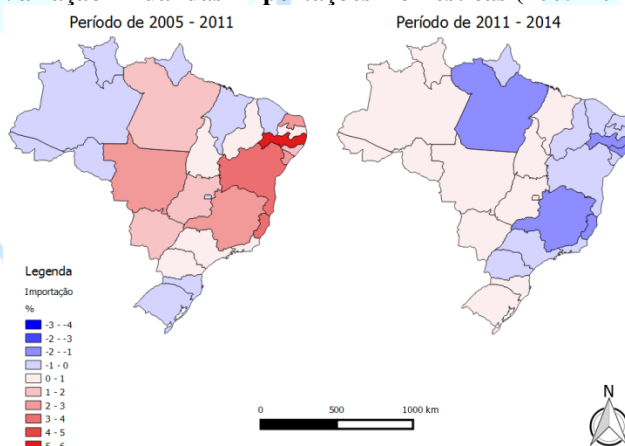
Mapa 05 – Variação Anual das Exportações Domésticas (2005-2011 e 2011-2014)



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que, em geral, a estrutura produtiva do Brasil tem limitado os possíveis benefícios advindos dos impulsos dinâmicos da demanda mundial e da demanda interna. O comportamento de certas regiões não está intimamente ligado ao desempenho nos mercados internacionais, mas sim à articulação com as demais regiões e, mais especificadamente, dos estados em termos do mercado doméstico (HADDAD e PEROBELLI, 2002).

Mapa 06 – Variação Anual das Importações Domésticas (2005-2011 e 2011-2014)



Fonte: Elaboração própria.

Para alguns estados, as exportações crescem mais que as importações, no primeiro período, indicando que o ciclo de preços das *commodities* tem estimulado a diminuição da dependência regional. Isso é importante porque diminui o vazamento de poupança das regiões periféricas. Para outros estados, as importações domésticas (que são mais sensíveis em relação à renda) crescem mais rapidamente que as exportações regionais, razão pela qual quando as regiões aceleram seu crescimento surgem desequilíbrios que freiam o impulso expansivo. Esse é o caso dos estados do Pará, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e de quase toda a região Centro-Oeste. Dessa forma, os superávits de algumas regiões são utilizados para financiar as importações de outras regiões, beneficiando estas últimas. Como as regiões mais dinâmicas não são autossuficientes, o comércio funciona como meio de transmissão de crescimento, pois parte da riqueza gerada na região é gasta em outra região complementar. As entradas de capitais podem financiar esses desequilíbrios, porém, no longo prazo, o crescimento será sustentável apenas se houver uma mudança na estrutura produtiva.

4.3. PIB Regional

A partir dos dois efeitos apresentados (efeito-preço e efeito-quantum), parte-se para a análise agregada do PIB das regiões, que é impactado diretamente pelo aumento das vendas externas e, indiretamente, a partir de um multiplicador keynesiano da renda, do consumo e do investimento (HADDAD e GRIMALDI, 2011). Em relação ao produto (PIB real), os resultados podem ser vistos na tabela 04 e no mapa 07.

Tabela 04 – Variação Anual do PIB (Simulação), do Crescimento Real e Índice de Crescimento Dependente de *Commodities* (2005-2011 e 2011-2014)

| Região | Estados | PIB (Simulação) | | Crescimento Real | | ICDC | |
|---------------|---------------------|-----------------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 2005-2011 | 2011-2014 | 2005-2011 | 2011-2013 | 2005-2011 | 2011-2013 |
| Norte | Rondônia | 0,000 | 0,030 | 7,50 | -0,36 | 0,00 | -8,37 |
| | Acre | -0,120 | 0,090 | 5,53 | 0,46 | -2,17 | 19,38 |
| | Amazonas | 0,540 | -0,210 | 4,66 | 1,69 | 11,59 | -12,41 |
| | Roraima | 0,280 | -0,050 | 7,48 | 2,44 | 3,74 | -2,05 |
| | Pará | 1,140 | -0,610 | 7,60 | 5,69 | 15,00 | -10,71 |
| | Amapá | 0,150 | -0,280 | 6,34 | 5,36 | 2,37 | -5,22 |
| | Tocantins | 0,490 | 0,000 | 5,12 | 1,26 | 9,56 | 0,00 |
| Nordeste | Maranhão | 0,340 | 0,060 | 7,04 | 4,13 | 4,83 | 1,45 |
| | Piauí | 0,310 | -0,140 | 7,75 | 2,24 | 4,00 | -6,24 |
| | Ceará | 0,190 | -0,090 | 6,83 | 1,77 | 2,78 | -5,09 |
| | Rio Grande do Norte | 2,620 | -0,830 | 6,24 | 6,55 | 41,99 | -12,68 |
| | Paraíba | 0,540 | -0,300 | 6,58 | 3,08 | 8,21 | -9,75 |
| | Pernambuco | 0,420 | -0,260 | 6,70 | 3,77 | 6,27 | -6,90 |
| | Alagoas | 1,300 | -0,780 | 5,38 | 4,73 | 24,18 | -16,47 |
| | Sergipe | 2,490 | -0,840 | 4,87 | 3,62 | 51,08 | -23,19 |
| Bahia | 0,940 | -0,200 | 3,68 | -0,20 | 25,53 | 100,00 | |
| Sudeste | Minas Gerais | 1,360 | -0,660 | 5,09 | 1,46 | 26,72 | -45,27 |
| | Espírito Santo | 3,330 | -1,640 | 7,14 | 2,40 | 46,64 | -68,36 |
| | Rio de Janeiro | 0,960 | -0,420 | 4,17 | 5,28 | 23,00 | -7,95 |
| | São Paulo | 0,490 | -0,140 | 4,37 | 1,02 | 11,21 | -13,68 |
| Sul | Paraná | 0,500 | -0,060 | 3,06 | 5,14 | 16,36 | -1,17 |
| | Santa Catarina | 0,170 | -0,020 | 5,15 | 1,95 | 3,30 | -1,03 |
| | Rio Grande do Sul | 0,170 | 0,000 | 2,67 | -0,53 | 6,36 | 0,00 |
| Centro-Oeste | Mato Grosso do Sul | 1,020 | -0,010 | 6,38 | 6,48 | 15,99 | -0,15 |
| | Mato Grosso | 1,820 | 0,340 | 2,82 | 4,15 | 64,46 | 8,20 |
| | Goiás | 0,650 | -0,010 | 6,24 | 5,48 | 10,42 | -0,18 |
| | Distrito Federal | -0,030 | 0,010 | 6,32 | -4,56 | -0,47 | -0,22 |
| BRASIL | | 0,710 | -0,240 | 4,70 | 2,08 | 15,10 | -11,54 |

Fonte: Sistema de Contas Nacionais (IBGE) e Simulações. Elaboração própria.

Legenda:

| | |
|--|--------------------------------------|
| | Crescimento acima da média nacional |
| | Crescimento abaixo da média nacional |

No primeiro período (2005-2011), como há crescimento significativo das exportações de *commodities*, praticamente todos os estados apresentam variação anual positiva do PIB real. É importante observar que os resultados apresentados indicam apenas a variação do PIB real advinda dos choques das exportações de *commodities*, em relação ao cenário registrado em 2005, ou seja, não mostram o crescimento efetivamente apurado das regiões no período. O exercício proposto, ao isolar o efeito das *commodities*, permite identificar melhor a resposta das regiões ao comportamento do comércio mundial desses bens. Em praticamente todos os estados, o PIB cresce mais que o emprego, o que significa que esse impacto das *commodities* estimula a substituição do trabalho por capital.

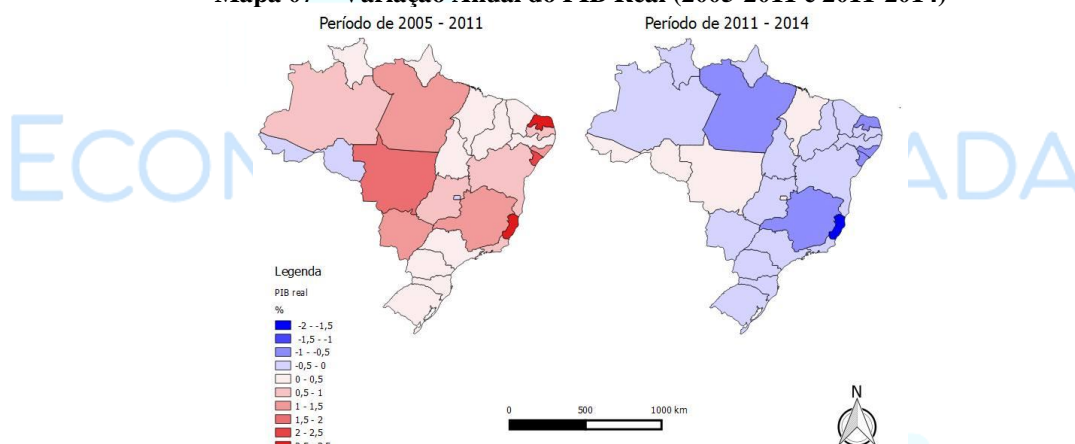
Considerando a elevada relação massa/volume das *commodities*, a via de transporte internacional utilizada para sua exportação é a marítima. Este fato explica em grande medida o impacto no PIB dos estados do Espírito Santo (3,33% a.a.), Rio Grande do Norte (2,62% a.a.) e Sergipe (2,49% a.a.). O Espírito Santo apresenta forte dependência em relação ao setor externo, com uma estrutura produtiva concentrada em um número reduzido de atividades e com produção fortemente destinada ao exterior (minério de ferro, petróleo e gás, celulose e papel). Com o intenso choque das *commodities*, o PIB real estadual cresce fortemente.

Os resultados de Minas Gerais (1,36% a.a.) e do Pará (1,14% a.a.) se explicam, em grande medida, pela estrutura produtiva com vínculos mais sensíveis à evolução da demanda por *commodities* minerais. Mato Grosso tem impacto significativo (1,82% a.a.) pela produção de *commodities* agrícolas como a soja e seus derivados. São Paulo cresce menos em termos relativos (0,49% a.a.) via *commodities*, mas, considerando o tamanho da economia paulista, tem-se significativa variação em termos absolutos, especialmente porque o estado é importante elo comercial nacional.

Grande parte dos estados do Nordeste apresenta pouco crescimento em razão das *commodities* (Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba e Pernambuco), assim como os estados do Sul do país. Além disso, o Acre registra um impacto negativo desse *boom* no período (-0,12% a.a.), assim como o Distrito Federal (-0,03% a.a.), cuja economia é representada em mais de 90% pelo setor de serviços, e, por fim, Rondônia (0,00% a.a.), que não se beneficia como a ampliação das exportações de *commodities*, apesar da recente expansão da soja.

A razão para que se observem impactos distintos do *boom* das *commodities* está no fato de que a produção desses bens está distribuída de forma desigual no território e, a depender da integração econômica dos estados e da intensidade dos fluxos comerciais, esses impactos podem se concentrar espacialmente.

Mapa 07 – Variação Anual do PIB Real (2005-2011 e 2011-2014)



Fonte: Elaboração própria.

No segundo período (2011-2014), como houve queda nas exportações de várias *commodities*, os resultados negativos foram bastante generalizados, basicamente pelas mesmas razões que explicam o impacto positivo durante o primeiro período. Isso mostra como muitos estados dependem fortemente da exportação de *commodities*.

Os estados que apresentaram os maiores impactos positivos no primeiro período também são os que apresentam maior perda com a queda das exportações de *commodities*: Espírito Santo, devido à forte concentração da estrutura produtiva, Rio Grande do Norte e Sergipe. Minas Gerais e Pará respondem basicamente pela queda do minério. São Paulo é afetado negativamente e os estados do Maranhão, do Acre e de Rondônia, que pouco responderam ao *boom* observado em 2005-2011, também pouco se influenciaram com as variações em 2011-2014.

Em termos dos impactos desiguais dos choques nas exportações de *commodities*, é importante observar que o impulso no crescimento do PIB real durante o primeiro período dura mais tempo e tem maior intensidade (maiores taxas) quando comparado ao segundo período. Assim, tem-se que os efeitos do primeiro são mais intensos que o do segundo, ou seja, a tendência de crescimento desigual via *commodities* em 2005-2011 não é suplantada em 2011-2014.

Por meio dos dados do PIB é possível identificar se há, exclusivamente pelo movimento das *commodities*, uma tendência de convergência ou divergência entre as economias estaduais. Seguindo ideia já amplamente difundida na literatura, a convergência ocorre quando regiões menos avançadas crescem a taxas superiores às das regiões mais desenvolvidas, ocorrendo uma aproximação da média, reduzindo o grau de desigualdade inter-regional. Em sentido oposto, a divergência ocorre quando as regiões menos avançadas crescem a taxas menores, resultando em afastamento da média, ampliando o grau de desigualdade inter-regional.

Na simulação, pode-se dizer que o efeito das *commodities* não é no sentido de convergência para vários estados do Norte, Nordeste, Sul e Centro-Oeste, pois eles crescem abaixo da média nacional. A exceção mesmo ocorre nos estados produtores de *commodities*. Ou seja, esse ciclo de expansão estimula a divergência entre os estados. No segundo ciclo, de queda, essa tendência é parcialmente atenuada. Mas para vários estados do Nordeste, a redução é maior que a média, ou seja, esses estados tendem a piorar suas posições relativas. Isso acontece também com quase todos os estados do Sudeste, exceto São Paulo. Esse ciclo de *commodities* vai ao encontro das ideias de polarização de Myrdal, uma vez que os efeitos propulsores (ou de espraiamento) provocados em algumas regiões não são capazes de reverter o processo de concentração.

É interessante fazer essa mesma análise com os dados do PIB real total, que foi o crescimento efetivamente ocorrido nos estados, e não apenas o advindo das *commodities*. A partir desses dados observa-se que quase todos os estados do Norte, Nordeste e Centro-Oeste crescem mais que a média nacional, indicando convergência. Com isso, conclui-se que outros fatores econômicos suplantaram os efeitos dos ciclos de *commodities*, indicando que as economias desses estados não são tão dependentes assim desses ciclos. Ou seja, dada a estrutura de comércio interestadual, conclui-se que o crescimento econômico das regiões talvez não esteja intimamente ligado a especializações produtivas e às exportações de *commodities*. Mesmo assim, apesar deste processo de crescimento do PIB com crescimento mais rápido das regiões mais pobres, o processo de convergência ainda parece bastante lento. No segundo período essa tendência se mantém parcialmente.

A tese clássica do estruturalismo é a de que a especialização na produção de *commodities* implicaria num menor dinamismo do crescimento das economias especializadas. Essa tese foi proposta contemporaneamente por Hausmann (2007), que afirmou que o baixo dinamismo advém dos reduzidos encadeamentos produtivos, com diminuição dos efeitos multiplicadores e aceleradores, da estagnação relativa do progresso técnico e a uma baixa irradiação (*spillover*) para o conjunto da economia (CARNEIRO, 2012). Aqui os dados parecem corroborar apenas parcialmente essa tese, se aproximando mais das contestações feitas por Sinott (2010) às ideias de Hausmann (2007).

Como forma de analisar a dependência que os estados têm do comércio de *commodities*, propõe-se neste artigo o cálculo de um indicador referente ao crescimento regional dependente das *commodities*. O ICDC (Índice de Crescimento Dependente de *Commodities*) mede peso do crescimento via *commodities* no crescimento real efetivamente observado dos estados, como segue:

$$ICDC = \frac{CC}{CRT}$$

Em que:

CC: Crescimento do PIB real via *commodities* (taxa anual), obtido nas simulações;

CRT: Crescimento real total efetivamente apurado (taxa anual).

A tabela 04 também apresenta os valores do ICDC³⁹ para cada estado nos dois períodos de análise. O ICDC do país, no primeiro período, indica que 15,10% do crescimento real da economia brasileira se devem ao comportamento das *commodities*. O elevado grau de dependência do crescimento pode ser observado para vários estados do Nordeste (Sergipe e Rio Grande do Norte, em especial), do Sudeste (Espírito Santo e Minas Gerais) e do Centro-Oeste (Mato Grosso).

Para o segundo período, o Brasil apresenta um ICDC de -11,54%, o que significa que as variações provocadas pelas *commodities* equivalem, em magnitude, a 11,54% das variações efetivamente observadas, mas, nesse caso, no sentido inverso, ou seja, de puxar o crescimento real para baixo. Os índices mais expressivos são os da Bahia, que registrou um PIB real negativo e um ICDC equivalente a 100%, o que implica dizer que a totalidade⁴⁰ da variação observada se deve aos efeitos diretos e indiretos do comportamento das *commodities* (o indicador é positivo em razão das duas variações terem ocorrido na mesma direção, neste caso de diminuição). Além disso, Espírito Santo e Minas Gerais se destacam pela significativa dependência de suas economias.

A reposta desigual de algumas regiões pode ser constatada pelo fato de que a razão de dependência de *commodities* de alguns estados é maior no primeiro período do que no segundo, ou seja, são estados que parecem se beneficiar mais dos choques positivos do que perder com a retração do comércio internacional desses bens (Rio Grande do Norte, Sergipe e Mato Grosso). Nos casos do Espírito Santo e de Minas Gerais a tendência é oposta, de forma que a participação da queda das *commodities* é superior à parcela causada por seu crescimento.

5. Conclusão

A economia brasileira apresentou respostas significativas ao efeito-preço das exportações de *commodities* (investimento, emprego regional, renda e consumo), ao efeito-quantum nas exportações para outras regiões exportadoras de *commodities* (exportação e importação domésticas) e ao resultado agregado do PIB. Essas informações revelam que, nos ciclos econômicos recentes, as regiões brasileiras seguem a mesma configuração: crescendo quando cresce a economia nacional, em seu conjunto, e desacelerando-se quando o país reduz seu crescimento. No entanto, isso ocorre com regiões registrando taxas distintas, resultando em concentração econômica no Sudeste e num tímido processo de desconcentração em outras poucas regiões. Para as regiões muito dependentes das *commodities*, o principal efeito da volatilidade dos preços é a redução das taxas de investimento e do crescimento em longo prazo. Essas constatações reforçam a tese defendida por Gruss (2014) de que o que tem sido mais relevante para o crescimento econômico das regiões exportadoras de *commodities* não é o nível dos preços reais desses produtos, mas sim sua taxa de crescimento. Ou seja, o problema do crescimento econômico dessas regiões é sua dependência do crescimento permanente dos preços das *commodities*, exigindo novos choques favoráveis nos preços para que a atividade econômica não perca fonte de dinamismo, pois os efeitos multiplicadores a partir do comércio externo são temporários.

As tendências observadas refletem uma concentração econômica (seletiva setorial e espacialmente), que não tem permitido, aparentemente, reduzir as desigualdades regionais. Mantém-se forte desigualdade intra e inter-regional e o processo de desconcentração espacial

³⁹ Apesar das simulações neste trabalho compreenderem o período 2005-2014, o ICDC é calculado para 2005-2011 e para 2011-2013, pois os dados do PIB regional só estão disponíveis até este ano.

⁴⁰ Considerando os procedimentos numéricos para obtenção de soluções para os modelos de EGC, as magnitudes relativas e os sinais encontrados são mais relevantes para as análises do que os valores exatos extraídos do modelo.

iniciado nas últimas décadas tem sido restrito e parece perder fôlego para reverter o alto grau de desigualdade existente na economia nacional (DINIZ, 2013). Embora possa existir uma tendência à convergência entre as regiões, esta convergência é lenta e tende a se estabilizar num patamar de grande heterogeneidade (surgimento de “ilhas de produtividade”), além da permanência da concentração econômica no Centro-Sul do país e uma grande dependência do Norte e Nordeste em relação a esta região. Além disso, o comportamento de certas regiões não está intimamente ligado ao desempenho nos mercados internacionais, mas sim à articulação com as demais regiões, e mais especificadamente, dos estados em termos do mercado doméstico.

A questão colocada para muitos estados brasileiros está no baixo potencial de *upgrading* das atividades primárias em direção ao maior valor adicionado dos produtos, sua baixa capacidade de *spillover* e fraco encadeamento com outras atividades produtivas domésticas (CEPAL, 2014). São, em geral, as mesmas ideias apontadas por Hirschman de que as *commodities* são fracas geradoras de efeitos de transbordamento, não sendo capazes de conferir um impulso dinâmico significativo para o desenvolvimento da economia. Aspectos estruturais da economia brasileira indicam que as exportações não constituem uma fonte relevante e permanente de impulso ao crescimento, pois à medida que o crescimento doméstico acelera e, principalmente, o investimento começa a aumentar, as importações crescem mais rápido que o PIB.

A análise dos impactos exclusivos do ciclo das *commodities* permite concluir que esse movimento tende a reforçar uma trajetória de concentração espacial ou de acirramento de desigualdades regionais, a exemplo das ideias de base de exportação de North, mas agora num contexto de maior inserção do país e das regiões na economia mundial e de maiores dificuldades dos Estados em compensar os custos sociais de uma maior desigualdade regional (MACEDO e MORAIS, 2011). Em resumo, ainda permanece a discussão sobre os estímulos ao crescimento regional como forma de diminuir as desigualdades ainda existentes e a forma como as regiões brasileiras estão inseridas na economia mundial.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS

- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2014). **Dados Estatísticos Mensais**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2014.
- BLACK, C. Eventos relacionados ao superciclo de preços das commodities no século XXI. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 67-78, 2013.
- _____. Preços de commodities, termos de troca e crescimento econômico brasileiro nos anos 2000. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 42, n.3, p. 27-44, 2015.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Estatísticas da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX)**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 15 dez. 2015.
- BURKHARD, J. The price of oil: a reflection of the world. **Testimony before the Senate Committee on Energy and Natural Resources**. Washington DC: US Senate, 2008.
- CANO, W. **Raízes da concentração industrial em São Paulo**, Difel, São Paulo, 1977.
- _____. Concentração e desconcentração econômica regional no Brasil: 1970/95. **Economia e Sociedade**, v. 8, jun., p. 101-141. 1997.
- CARLEIAL, L. A contribuição neoschumpeteriana e o desenvolvimento regional. In: CRUZ, B. *et al.* (Org.). **Economia regional e urbana: teorias e métodos**. Brasília: Ipea, 2011.
- CARNEIRO, R. M. **Commodities, choques externos e crescimento: reflexões sobre a América Latina**. Santiago do Chile: Cepal, 2012.
- CEPAL – Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. **Recursos naturais: situação e tendências para uma agenda de desenvolvimento regional na América Latina e no Caribe**. Publicação das Nações Unidas (LC/L.3748). Santiago, Chile, 2013.
- _____. **Mudança estrutural para a igualdade Uma visão integrada do desenvolvimento**. Publicação das Nações Unidas LC/G.2604. Santiago, Chile, 2014.
- DINIZ, Célio Campolina. Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração nem contínua polarização. **Nova Economia**, v.3, n.1. Belo Horizonte, UFMG/FCE/DCE. 1993.
- _____. A Dinâmica Regional Recente da Economia Brasileira e suas Perspectivas. **Texto para Discussão, IPEA**. n. 375, jun. 1995.
- _____. **A questão regional e as políticas governamentais no Brasil**. Belo Horizonte: Cedeplar, Face, UFMG, 2001. (Texto para discussão n.159).
- _____. **Dinâmica Regional e Ordenamento do Território Brasileiro: desafios e oportunidades**. Belo Horizonte: Cedeplar, Face, UFMG, 2013. (Texto para discussão n.471).
- DINIZ, C. C.; CROCCO, M. A. Reestruturação econômica e impacto regional: o novo mapa da indústria brasileira. **Nova Economia**, 6, p. 77-103, 1996.
- DIXON, P. B.; PARMENTER B. R.; SUTTON, J. M.; VINCENT D. P. ORANI: **A Multisectoral Model of the Australian Economy**. Amsterdam: North-Holland, 1982. 372 p.
- DOMINGUES, E. P. **Dimensão regional e setorial da integração brasileira na Área de Livre Comércio das Américas**. (Tese de doutorado) IPE/USP, SP, 2002.
- FAO. **The state of the agricultural commodity markets**. Disponível em: <www.fao.org>. 2009.
- FERCHEN, M. As Relações entre China e América Latina: Impactos de Curta ou Longa Duração? **Revista de Sociologia Política**, Curitiba, v. 19, p. 105-130, nov. 2011.

- FERREIRA. **Condições externas e a dinâmica da inflação no Brasil 1994-2010: uma interpretação estrutural.** 160 f. 2012. Tese (Doutorado em Economia), Instituto de Economia – IE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.
- FERREIRA FILHO, J. B. S. Introdução aos Modelos Aplicados de Equilíbrio Geral: Conceitos, Teoria e Aplicações. In: CRUZ, B. et al. (Org.). **Economia regional e urbana: teorias e métodos.** Brasília: Ipea, 2011. cap. 12. parte II. p. 375-400.
- FURTADO, C. (1976). **Formação econômica do Brasil,** São Paulo, Editora Nacional.
- GUILHOTO, J. J. M. **Análise de Insumo-Produto: Teoria, Fundamentos e Aplicações.** Livro em Elaboração. Departamento de Economia. FEA-USP. Versão Revisada. 2011. Disponível em: <<http://ideas.repec.org>>. Acesso em: 15 jun. 2014.
- GUIMARÃES NETO, L. Desigualdades e políticas regionais no Brasil: caminhos e descaminhos. **Planejamento e Políticas Públicas, IPEA,** Brasília, n.15, jun., p.41-95. 1997.
- GURGEL, A. C. **Modelo de Equilíbrio Geral.** Economia de Baixo Carbono: Avaliação de Impactos de Restrições e Perspectivas Tecnológicas. Núcleo de Estudos em Economia de Baixo Carbono. Ribeirão Preto, SP, 2012. 185 p.
- GRUSS, B. **After the boom-commodity prices and economic growth in Latin America and the Caribbean.** [S.l.]: IMF, 2014. (IMF Working Papers, n. 154).
- HADDAD, P. R. Tendências recentes do comércio internacional e suas implicações para a economia de minas. **Cadernos BDMG.** Belo Horizonte, n.6, p. 4 – 63. Fev. 2003.
- HADDAD, E. A. **Retornos Crescentes, Custos de Transporte e Crescimento Regional.** São Paulo. (Tese de Livre Docência em Economia). IPE/USP, 2004. 207 p.
- HADDAD, E. A., GRIMALDI, D. **Impactos sistêmicos do padrão de especialização do comércio exterior brasileiro.** Brasília: CEPAL/IPEA, 2011. (Textos para Discussão, 41).
- HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. D. Market Imperfections in a Spatial Economy: Some Experimental Results. **The Quarterly Review of Economics and Finance,** n. 45, 2005.
- HADDAD, E. A.; PEROBELLI, F. S. Integração regional e padrão de comércio dos estados brasileiros. In: KON, Anita (Org.). **Unidade e fragmentação: a questão regional no Brasil.** São Paulo: Perspectiva, 2002. p. 221-246.
- HAUSMANN, R. Hwang, J. Rodrik, D. What you export matters. **Journal of Economic Growth.** December 2007.
- HIRSCHMAN, A. O. **Estratégia do desenvolvimento econômico.** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961. Edição original de 1958.
- HORRIDGE, M.; MADDEN, J.; WITTWER, G. **The impact of the 2002-2003 drought on Australia.** Journal of Policy Modeling, New York, v. 27, n. 3, p. 285-308, Apr., 2005.
- LEMOINE, F.; KESENCI-ÜNAL, D. (2002) “Chine: spécialisation internationale et rattrapage technologique”. **Économie Internationale.** 4 (92): 11-40.
- LEONTIEF, W. *et al.* The Economic Impact - Industrial and Regional - Of An Arms Cut. **The Review of Economic Statistics.** 47(3): 217-241, 1965.
- MACEDO, F. C. de, MORAIS, J. M. L. Inserção comercial externa e dinâmica territorial no Brasil: especialização regressiva e desconcentração produtiva regional. **Informe Gepec,** Toledo, v. 15, n. 1, p. 82-98, jan./jun. 2011.

- MAGALHÃES, A. S. **O comércio por vias internas e seu papel sobre crescimento e desigualdade regional no Brasil.** (Mestrado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- MAYERS, J. The financialization of commodity market and commodity price volatility. [A. do livro] S. Kotte, D. Márquez, A. Priewe, J. Dullien. **The Financial and Economic Crisis of 2008-2009 and Developing Countries.** Genève: UNCTAD, 2010.
- MONASTERIO, L. M.; CAVALCANTE, L. R. Fundamentos do pensamento econômico regional. In: Cruz, B. O.; Furtado, B.A; Monasterio, L.; Rodrigues Jr., W. (Org.). **Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil.** 1 ed. Brasília: IPEA, 2011.
- MYRDAL, G. **Teoria econômica e regiões subdesenvolvidas.** Belo Horizonte: Biblioteca Universitária – UFMG, 1960. Edição original de 1957.
- NORTH, D. C. Teoria da localização e crescimento econômico regional. In: Schwartzman, J. **Economia regional: textos escolhidos.** Cedeplar, Belo Horizonte, 1977.
- PACHECO, C. A. Novos Padrões de Localização Industrial? Tendências Recentes dos Indicadores de Produção e do Investimento Industrial. **Texto para Discussão, IPEA, n. 633, 1999.**
- PEROBELLI, F. S. **Análise das Interações Econômicas entre os Estados Brasileiros.** (Tese de Doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. 246 p.
- PERROUX, F. O conceito de pólo de desenvolvimento. In: SCHWARTZMAN, J. (Org.). **Economia regional: textos escolhidos.** Belo Horizonte: Cedeplar, 1977. Original de 1955.
- PRATES, D. M. A alta recente dos preços das *commodities*. **Revista de Economia Política,** São Paulo, v. 27, n. 3, p. 323-344, jul./set. 2007.
- SERRANO, F. A mudança na tendência dos preços das *commodities* nos anos 2000: aspectos estruturais. **Revista Oikos,** Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 168-198, 2013.
- SINOTT, E. N., J. de la Torre, A. Natural Resources in Latin American and the Caribbean: Beyond Booms and busts. Washington: The World Bank, 2010.
- WILTGEN, R. S. Notas sobre Polarização e Desigualdades Regionais. **Ensaio FEE,** Porto Alegre, v. 12, n. 2, p.532-539, 1991.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

O ENIGMA DA VASSOURA-DE-BRUXA: ANÁLISE DE UM CHOQUE EXÓGENO NA ECONOMIA DE ILHÉUS/BA

Vandete Almeida Silva Oliveira (UFBA) e Gervásio Ferreira dos Santos (UFBA)

Resumo: O objetivo desse artigo é investigar o efeito da infestação da *Moniliophthora perniciosa* (praga Vassoura-de-Bruxa) no final da década de 80 na lavoura cacaueteira e o respectivo crescimento econômico local no Município de Ilhéus/BA. O cacau é uma *commodity* agrícola mundial, que apresentou boa adaptabilidade às vantagens naturais de clima e solos do Município de Ilhéus/BA. A literatura aponta que as economias baseadas em recursos naturais estão mais sujeitas a choques exógenos. Desse modo, o trabalho se utiliza da metodologia de Controle Sintético para verificar a magnitude do referido impacto. Os resultados indicaram que a partir da infestação da praga da Vassoura-de-Bruxa em Ilhéus ocorreram impactos econômicos negativos, mas que não sobrepujaram o surgimento de uma nova dinâmica na economia local.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, as pesquisas têm mostrado que países que dispõem de abundância de recursos naturais tendem a apresentar baixo desempenho econômico. Alguns exemplos são a Arábia Saudita, Nigéria, Serra Leoa e Venezuela, que embora ricas em recursos naturais como petróleo, diamantes e minerais, apresentam sua economia pouco desenvolvida. Por outro lado, países como a Austrália, Canadá, Coreia e Japão, mesmo dispostos de poucos recursos naturais, possuem níveis de renda e de qualidade de vida bastante elevados (MELHUM *et al.*, 2005; FRANKEL, 2010). Isso tem colocado alguns desafios no que diz respeito aos canais de desenvolvimento ou subdesenvolvimento de economias ricas em recursos naturais.

Auty (1993, 2001) criou o termo “maldição dos recursos naturais” para denominar o fato de muitos países serem ricos em recursos naturais e isso não se refletir numa elevação considerável dos seus níveis de renda *per capita* e de qualidade de vida. Embora, não se possa generalizar a ocorrência desse fenômeno a todos os países, alguns testes econométricos realizados confirmaram a sua presença no contexto mundial. As hipóteses levantadas por teóricos dessa área de pesquisa podem ajudar a compreender a relação entre recursos naturais e desenvolvimento dentro dos países.

Desse modo, surgiram diversos autores dedicados ao estudo da maldição dos recursos naturais (MRN) e dos seus respectivos canais de transmissão. A nível internacional cabe destacar os trabalhos de Sachs e Warner (1991), Frankel (2010), Sinnott e outros (2010), Ploeg (2010) e Ross (2012). A nível nacional podem ser citados os estudos de Santos (2011), Resende (2013), Fernandes (2013), Periard e Losekann (2013) e Veríssimo e Xavier (2014).

O Cacau é uma importante *commodity* agrícola mundial e sempre esteve presente no cotidiano de povos indígenas, mesmo quando a América ainda não tinha sido descoberta pelos colonizadores europeus. Com o passar do tempo, o cacau ganhou ainda maior relevância econômica, o que impulsionou seu cultivo no Continente Africano, Asiático, na América Central e do Sul, territórios cujos climas eram propícios para o seu cultivo (CUENCA; NAZÁRIO; 2004).

No Brasil, o cacau foi primeiramente implantado no estado do Pará. Contudo, a cultura não obteve o êxito esperado nesta Região. Assim, foram levadas sementes de cacau para o Estado

da Bahia em 1746, que passou a ser o Estado com maior produção dessa cultura. Em particular, ganhou destaque na produção cacaueteira o Município de Ilhéus/BA, que se tornou o seu maior produtor nacional. Desse modo, houve uma considerável migração de trabalhadores para o Município de Ilhéus. Isso gerou um grande impulso para o crescimento econômico local e respectiva importância econômica da Região de Ilhéus no Estado da Bahia (ROSÁRIO *et al.*, 1978).

No entanto, a instalação da praga Vassoura-de-Bruxa no Município de Uruçuca/BA, em 1989, mudou consideravelmente a trajetória econômica do Município. Em um curto período de tempo esse patógeno se alastrou por toda a Região Sul do Estado da Bahia, provocando uma considerável queda da produção cacaueteira e gerando grandes prejuízos econômicos para os setores a ele inerentes. Além da redução da produção ocorreu o fechamento de muitas empresas exportadoras de cacau, uma queda da receita tributária municipal, endividamento dos produtores, desemprego de trabalhadores rurais, aumento do processo de favelização e consequente necessidade de correção de problemas sociais (HARTMANN, 2008).

Diante desse exposto, a pergunta que se coloca é: *A Vassoura-de-Bruxa provocou de fato um impacto negativo no crescimento econômico local do Município de Ilhéus?* Esse problema de pesquisa remete a alguns desafios a serem superados do ponto de vista teórico e empírico. Em primeiro lugar, é preciso compreender teoricamente a exposição da economia local do Município de Ilhéus, considerando ser esta uma economia fortemente de uma cultura agrícola, mas que também é baseada em condições naturais propícias a sua produção. Isso permite que se possa avaliar ou levantar hipóteses sobre o crescimento econômico local com base em teorias sobre o crescimento baseado na dependência de *commodities*.

Em segundo lugar, trata-se de um objeto de difícil tratamento empírico, uma vez que no período analisado as estatísticas econômicas municipais não eram estruturadas, o que dificulta a coleta de dados adequados. Por fim, cabe ressaltar a dificuldade metodológica para quantificação dos efeitos da Vassoura-de-Bruxa. A produção do cacau é concentrada na Região de Ilhéus, o que impossibilita a utilização de outros Municípios como grupo de controle para aferição dos resultados, o que implicaria numa solução metodológica específica da área de microeconometria, em particular o método de Controle Sintético. Assim, o presente artigo teve por objetivo investigar o efeito da instalação da Vassoura-de-Bruxa em 1989 sobre o crescimento econômico local no Município de Ilhéus/BA. Para tanto, será utilizado o Consumo de Energia Elétrica *per capita* como *proxy* da Renda *per capita* no Município de Ilhéus/BA.

Após essa breve introdução, o artigo é composto de mais cinco seções. Na segunda seção descreve-se um contexto da evolução da produção de cacau. Na terceira seção será desenvolvida uma revisão de literatura sobre os canais de transmissão da maldição dos recursos naturais (MRN), termo popularizado inicialmente após os trabalhos de Sachs e Warner (1991). Na quarta seção, será descrita a metodologia aplicada no presente artigo, bem como o banco de dados utilizado para aplicação da respectiva tecnologia. Na quinta seção são apresentados os resultados do estudo empírico a partir da aplicação da metodologia junto ao banco de dados. As considerações finais são apresentadas na sexta e última seção onde são abordados os resultados diante das hipóteses teóricas levantadas na seção teórica.

2 CONTEXTO HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE CACAU

O Cacau é uma importante *commodity* agrícola mundial e sempre esteve presente no cotidiano de povos indígenas, mesmo quando a América ainda não tinha sido descoberta pelos colonizadores europeus. Com o passar do tempo, o cacau ganhou ainda maior relevância

econômica, o que impulsionou seu cultivo para além do Continente Americano. Desse modo, as sementes de cacau passaram a ser levadas para o Continente Africano, Asiático, para a América Central e do Sul, territórios cujos climas eram propícios para o seu cultivo (ROSÁRIO *et al.*, 1978).

Conforme Zugaib e outros (2015), a produção mundial de cacau em 2015 se concentrou basicamente na África (73%), Américas (16%) e na Ásia e Oceania (11%). Os países Costa do Marfim, Gana, Nigéria e Camarões são os maiores produtores de cacau em amêndoas no continente africano. Já o Brasil, Equador e a República Dominicana são os principais produtores de cacau em amêndoas nas Américas. Por sua vez, Indonésia, Malásia e Papua Nova Guiné são os que mais produzem cacau em amêndoas na Ásia e Oceania.

Cuenca e Nazário (2004) apontam que o Brasil chegou a ser o segundo maior produtor mundial de cacau até fins da década de 70. No entanto, em 1992, o Brasil passou da condição de exportador para importador de cacau. Todavia, houve recuperação da produção no período recente. De acordo com a Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia (SEAGRI), em 2015, o Brasil foi o quinto maior produtor mundial de cacau, atrás somente de Costa do Marfim, Gana, Indonésia e Nigéria (BAHIA, 2015).

Com relação ao consumo de chocolates *per capita*, Frangioni (2015) afirma que ele tende a ser mais elevado em países europeus e de elevada renda *per capita*. Em 2014, a Suíça ocupou o 1º lugar neste quesito, com média de 9 kg de consumo de chocolate. O Brasil ocupou apenas a 19ª posição, consumindo em média 1,6 kg *per capita* de chocolate (FRANGIONI, 2015). Isso mostra que não existe uma relação linear entre produção e consumo de cacau entre os países. O maior consumo está ligado à maior renda *per capita*, principalmente pelo fato do chocolate estar vinculado à produção de alimentos mais sofisticados.

Conforme ADVFN (2015), o mercado mundial de cacau apresenta elevada volatilidade. Isto decorre da considerável sazonalidade dos seus ciclos de demanda e da alta concentração da sua produção em poucos países. O mercado de cacau pode ser considerado como um mercado do tipo oligopsônico, pois possui poucos grandes compradores dessa *commodity*, que compram grande parcela da produção dos produtores desse fruto.

No Brasil, a cacauicultura está presente em oito estados: Rondônia, Amazonas, Pará, Roraima, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (IBGE, 2015). A Mesorregião Sul Baiano é a Mesorregião que mais produz cacau no Estado da Bahia. A Microrregião de Ilhéus/Itabuna é a maior produtora de cacau dessa Mesorregião, sendo conhecida como Região Cacaueira, devido à elevada contribuição econômica gerada pelo cultivo de cacau nessa Região. Nessa Microrregião todos os Municípios são produtores de cacau. O Município de Ilhéus destaca-se como o maior produtor de cacau nessa Microrregião, atingindo a marca de 13.019 toneladas de cacau em amêndoas produzidas no ano de 2014, sendo o maior produtor nacional de cacau (IBGE, 2015). Além disso, concentra grande parte dos processos de industrialização e comercialização do cacau, o que tornou o Município altamente dependente da cultura na Região.

No entanto, a trajetória de expansão da cultura cacaueira no Brasil é marcada por um fenômeno inesperado e que dizimou boa parte da produção e exportações brasileiras de cacau. Esse fenômeno ficou conhecido popularmente como Vassoura-de-Bruxa, que consiste num patógeno de grande poder destrutivo sobre os cacauais e que se instalou em 1989 no Estado da Bahia, que sempre foi o maior produtor de cacau do Brasil.

Dado o cacau ser uma *commodity* agrícola, haviam crises cíclicas e queda de preços do cacau. Somado a isso, houve aumento da produção de cacau no continente africano, que passou o principal produtor desse fruto. A economia brasileira também sofria com a elevação da inflação em meio às causas e efeitos da chamada década perdida, o que gerou desemprego e o aumento do processo de favelização nas cidades. O Brasil que era governado sob o regime militar passou a ter eleições civis e democráticas, dando origem ao surgimento de movimentos sociais, sindicatos e partidos de esquerda. De acordo com Caldas e Perz (2013), dado o quadro econômico e político em que se encontrava a sociedade baiana da época, a implantação da Vassoura-de-Bruxa no Sul do Estado da Bahia pode ter sido intencional, o que denominam de agroterrorismo.

Nascimento e outros (2009) afirmam que com o declínio da produção de cacau provocada pela Vassoura-de-Bruxa, muitos produtores da zona cacauzeira começaram a produzir outras atividades como a pecuária, o polo madeireiro e de eucalipto. Cabe ressaltar também que a partir de 1995 houve uma reação na Região na direção de maior diversificação da atividade econômica, o que pode ter justificado a queda nos setores antes determinantes. Isso já reflete um novo contexto econômico dos Municípios da Região. Este contexto esteve associado à maior conquista de direitos trabalhistas e diversificação da atividade econômica e o próprio efeito da produção de cacau a partir de espécies mais resistentes. Logo, é importante analisar como esses ciclos impactaram a renda *per capita* na Região, comparado ao do restante do Estado.

Conforme dados do IPEADATA, ao ser analisado o período de 1920 a 2010 verifica-se que até o ano de 1960, a maior parte da população de Ilhéus residia na zona rural, onde concentrou aproximadamente 65,41% da população total. Contudo, a partir de 1970, observa-se um decréscimo de 37,94% na população rural e um crescimento de 84,89% na população residente na zona urbana. Assim, a partir desse período Ilhéus passa a ser composto majoritariamente por uma população residente no centro urbano do Município. No mesmo período, o Município de Ilhéus concentrou em média somente 18,30% de toda a população rural residente na Microrregião Ilhéus-Itabuna, mas em média 22,28% da população urbana nessa Microrregião (IPEADATA, 2015a, 2015b).

Os dados também demonstraram que já a partir de 1991, portanto posterior à instalação da Vassoura-de-Bruxa, houve um decréscimo no nível populacional rural, enquanto a zona urbana apresentou crescimento na maior parte do período. Para Santos (1996), a população urbana nacional passa a ser majoritariamente urbana a partir da década de 1970, se consolidando a partir da década de 1980. No entanto, já a partir da década de 70, o Município de Ilhéus tinha a maior parte da população residindo na zona urbana. Após o período da instalação da Vassoura-de-Bruxa no final da década de 1980, houve uma redução considerável na zona rural, aumentando o nível populacional na zona urbana do Município, embora em patamares menores que nos anos anteriores.

Nesse mesmo período, o setor de Serviços em média foi o setor que obteve maior participação na composição do Produto Interno Bruto (PIB) total de Ilhéus. Em média a Indústria foi o segundo setor de maior contribuição econômica e a Agropecuária em média o terceiro setor. Em média a participação no PIB da Agropecuária foi de apenas 8,6% no PIB total de Ilhéus. A Indústria, por sua vez, contribuiu em média com 31% do PIB global. Já o setor de Serviços participou em média com 50,63 % do PIB do Município. Isso permite concluir que de fato o Município de Ilhéus não era tão dependente da Agropecuária, sendo sua economia

diversificada, onde as maiores parcelas em média foram ocupadas pelo setor de Serviços e da Indústria, mesmo antes da instalação da Vassoura-de-Bruxa.

Os dados indicaram que tanto o Município de Ilhéus como a Microrregião Ilhéus-Itabuna em média contribuíram mais para economia do Estado da Bahia por meio do setor de Serviços, seguido da Indústria e por último com o setor da Agropecuária. Com relação à Agropecuária, o Município de Ilhéus contribuiu em média 13,94% na Microrregião Ilhéus-Itabuna e 1,78% no Estado da Bahia. Por sua vez, Ilhéus participou em média com 49,37% na Indústria da Microrregião e com 2,23% a nível estadual. Por fim, o setor de Serviços de Ilhéus teve em média 26,88% de contribuição no PIB total da Microrregião Ilhéus-Itabuna e de 1,85% para todo o Estado da Bahia.

A praga da Vassoura-de-Bruxa se alastrou, aproximadamente, entre os anos de 1989 a 1995. No entanto, o período também é marcado por outros eventos como a diversificação da atividade econômica local, expansão da agricultura para produção da madeira que gerou maior número de empregos formais e outros. Embora possa haver a hipótese que a renda *per capita* gerada pela atividade da produção do cacau seja composta de muitos empregos informais, o Município concentrava o maior nível de atividades da Indústria e de Comércio e Serviços ligados ao cacau, e certamente seria um dos mais afetados pela queda na produção desse fruto.

Mello e outros (2013) confirmam essa hipótese. Os autores relatam que a partir da década de 70, o Município de Ilhéus já concentrava muitas indústrias multinacionais da indústria chocolateira e moageira de cacau da Região. Entre elas estão a *ADM Joanes* instalada em 1979 e a *Cargill* inaugurada no ano de 1980 (ILHÉUS, 2016; BAHIA, 2016). Posteriormente, a *Barry Callebaut* foi sediada no Município de Ilhéus em 1999 (BARBOSA, 2016). No entanto, o impacto do choque advindo da instalação da praga Vassoura-de-Bruxa sobre a economia local como um todo pode ser tratado como um enigma, pois não se pode afirmar seguramente que esse evento pode ter exercido grande influência sobre o crescimento econômico de Ilhéus.

3 ECONOMIAS COM ABUNDÂNCIA DE RECURSOS NATURAIS

A literatura sobre economias com abundância de recursos naturais tem demonstrado uma relação inversa entre recursos naturais e crescimento econômico. Neste sentido, economias baseadas em recursos naturais tenderiam a sofrer mais fortemente os danos causados pelos canais de transmissão da denominada Maldição dos Recursos Naturais (MRN), termo criado por Auty (1993, 2001) e popularizado inicialmente após os trabalhos de Sachs e Warner (1991). Entre os canais causados pela MRN estão a volatilidade, instituições ruins, Doença Holandesa e choques exógenos, como será visto mais adiante.

3.1 RECURSOS NATURAIS: ASPECTOS ECONÔMICOS E INSTITUCIONAIS

Frankel (2010) descreve alguns aspectos da riqueza de uma *commodity*. O primeiro aspecto envolve as tendências de longo prazo nos preços mundiais de *commodities*. A economia dos países em desenvolvimento geralmente é de menor porte, exercendo pouco relevância frente aos países desenvolvidos e industrializados. Desse modo, torna-se mais fácil para eles se especializar na exportação de artigos básicos. Isso faz com que se tornem tomadores de preços nos mercados mundiais. Com isso, no longo prazo, os preços mundiais de *commodities* tendem a um declínio secular.

O segundo aspecto diz respeito à volatilidade. A volatilidade dos preços mundiais da energia e de *commodities*, geralmente é tida como elevada, devido à oferta e demanda relativamente

inelástica. Sendo assim, torna-se importante ter informações acerca da permanência dos seus choques. A instabilidade gerada por essa volatilidade pode desestimular o investimento nessas economias (FRANKEL, 2010). Considerando o risco na comercialização de uma mercadoria, é desejável que se tenha uma diversidade de recursos do que se especializar apenas em alguma (s) *commodities*. Desse modo, os riscos seriam menores e maiores seriam os retornos, se o país rico em recursos naturais diversificasse a sua produção e exportação (FRANKEL, 2010).

O terceiro aspecto destacado por Frankel (2010) reside no fato de determinados recursos naturais poderem ser os setores sem saída no mercado. Mas aqui se enquadraria os recursos não renováveis, a exemplo dos recursos minerais e do petróleo. No entanto, isso adviria da possibilidade desses recursos não poderem mais ser fabricados pela natureza, considerando a possibilidade do consumo destes ser maior que a sua capacidade produtiva. A industrialização seria uma boa alternativa para o crescimento econômico, visto que agregaria benefícios dinâmicos e *spillovers*, ou seja, estes benefícios poderiam ser passíveis de transmissão de um mercado para outro (FRANKEL, 2010).

O quarto aspecto diz respeito à guerra civil. Uma característica marcante de economias ricas em recursos naturais, é que estas tendem a se envolver com guerra civil e conflitos armados, podendo sofrer malefícios nos mais diversos âmbitos. Além dos danos políticos e sociais, cabe destacar os prejuízos que podem incorrer sobre as suas variáveis econômicas, como diminuição de suas riquezas, aumento das dívidas, desvalorização de sua moeda e redução do potencial industrial e agrícola. Desse modo, o seu crescimento econômico pode ser comprometido e sofrer reduções indesejadas por toda sociedade (FRANKEL, 2010; SOUSA, 2016).

O quinto aspecto refere-se a instituições ruins. Os institucionalistas, juntamente com North e Williamson foram os primeiros a destacar o papel das instituições no desempenho econômico. Para os autores, os países que apresentassem baixa qualidade institucional, também teriam um baixo crescimento econômico. No entanto, cabe destacar que os autores Acemoglu e Robinson (2012) defendiam também o papel das instituições econômicas. Para os autores, as instituições econômicas teriam um papel crucial na diferenciação das rendas dos países ricos em recursos naturais. Desse modo, países que tivessem boas instituições econômicas aufeririam maiores rendas.

Quando o controle de recursos naturais se encontra sob propriedade do governo ou mesmo de uma elite hereditária, pode haver comprometimento do desenvolvimento das instituições nestas localidades (FRANKEL, 2010). Entretanto, torna-se difícil para o bom andamento da economia, o controle dos recursos naturais sob o poderio de apenas um determinado grupo social. Tal fato pode desembocar em corrupção e suborno, o que prejudica as instituições dessas localidades e também toda uma sociedade, visto que alguns serão favorecidos em detrimento dos demais. Neste caso pode haver crescimento econômico, mas não desenvolvimento econômico em tais economias.

O sexto aspecto definido por Frankel (2010) diz respeito a um dos problemas clássicos que podem afetar as economias ricas em recursos naturais, a chamada “Doença Holandesa”. A Doença Holandesa ocorre quando há apreciação cambial de recursos naturais. Essa apreciação não tem um prazo definido de duração. A elevação dessa taxa cambial provoca um aumento das rendas advindas da exportação de produtos primários. Desse modo, o setor industrial perde importância relativa na economia. Essa prática pode levar a um declínio da indústria, provocando redução do desenvolvimento econômico. Cabe ressaltar que a designação Doença Holandesa, advém do processo ocorrido na Holanda em 1960. Este país sofreu um processo de

desindustrialização, onde passou então a se especializar na produção e exportação de gás natural, e não no setor industrial a que estava antes submetido (FRANKEL, 2010).

Lederman e Maloney (2003) apontam que o trabalho de Prebisch exerceu forte influência na disseminação da idéia de que as atividades que envolviam o processo fabril seriam superiores às atividades predominantes em recursos naturais. Dentre os motivos, estariam a carência de “intensidade tecnológica” e a baixa elasticidade da demanda mundial por recursos naturais. Assim, no longo prazo, a atividade agrícola seria desestimulante para seus produtores que teriam que produzir a preços relativos mais baixos.

3.3 PECULIARIDADES ENTRE RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS

Embora os recursos naturais apresentem semelhanças no que diz respeito ao aspecto econômico, algumas distinções devem ser ressaltadas quanto ao comportamento dos mesmos. Neste sentido, cabe ressaltar as peculiaridades inerentes aos recursos naturais renováveis e os recursos naturais não renováveis.

De acordo com Frankel (2010) os recursos naturais não renováveis sofrem maior risco de extinção. Dado que os recursos euxaríveis geralmente são consumidos mais rápido que a capacidade da natureza de produzi-los, caso não sejam utilizados de maneira planejada podem ser extintos num período mais curto de tempo. No entanto, esse risco seria menor para os recursos naturais renováveis, embora eles não sejam ilimitados.

Os recursos em geral estão sujeitos a sofrerem maior volatilidade nos preços. No entanto, quando o nível de exportações do recurso natural é elevado, a volatilidade nos preços se refletirá na taxa de câmbio e no aumento inflação. Cabe destacar que as rendas provenientes dos recursos naturais não renováveis geralmente são mais elevadas. Sinnot e outros (2010) descrevem que elevadas rendas advindas da produção de *commodities*, especialmente de recursos naturais não renováveis, podem causar a Doença Holandesa. Essas *commodities* geralmente são produzidas a um baixo custo por seus países produtores. No entanto, a sua extração e comercialização produzem rendas mais elevadas comparativamente às rendas produzidas pelos recursos naturais renováveis.

Ross (2012), por sua vez, defende que elevadas rendas avindas do recurso natural, principalmente dos não renováveis, fomentariam o processo de militarização e a duração de regimes democráticos. Isso promoveria uma incidência mais alta de guerras civis em seus territórios. Devido à maior escassez dos recursos naturais não renováveis, é mais comum que as regiões detentoras desse tipo de recurso estejam envolvidas em guerra e conflitos armados, comparativamente às regiões detentoras de recursos naturais renováveis.

3.4 LITERATURA EMPÍRICA INTERNACIONAL

Muitos dos trabalhos que envolvem a MRN receberam forte influência dos modelos de Sachs e Warner (1995). Estes autores procuraram explicar a abundância de petróleo e seu impacto sobre o Produto Interno Bruto (PIB). Para isso, empregaram as variáveis de valor das exportações de produtos primários, qualidade institucional, expectativa de vida, clima e acesso ao mar, no período de 1965 a 1990. Para a modelagem dos dados, utilizaram modelos de

Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Eles chegaram à conclusão de que a abundância de petróleo implica num menor aumento do PIB *per capita*.

Manzano e Rigobon (2008) analisaram o impacto das exportações primárias, em 1970, sobre o crescimento do PIB no período de 1970 a 1990. Os autores aplicaram uma modelagem que utiliza dados em painel com Efeitos Fixos (EF). Além disso, eles empregaram a taxa de crescimento da dívida pública como uma variável explicativa da MRN. Estes concluíram que geralmente nos países com abundância de recursos naturais, quanto maior o crescimento da sua dívida pública, menor a sua performance econômica.

Humphreys e Sandbu (2007) estudaram a relação entre rendas petrolíferas e gastos do governo. Os autores empregaram tanto a metodologia de mínimos quadrados ordinários (OLS) como a de dados em painel com Efeitos Fixos (EF). Eles apontaram que o aumento das rendas do petróleo, conseqüentemente, provoca uma elevação dos dispêndios governamentais. Os autores destacam que nas atividades petrolíferas, *checks and balances* podem ser uma ótima alternativa para obtenção de um bom retorno de longo prazo.

Sala-i-Martin e Subramanian (2003) analisaram o impacto da abundância de recursos naturais sobre o setor primário e exportações desse setor no PIB, no período de 1970 a 1998. O estudo utiliza a técnica de variáveis instrumentais. As variáveis de controle foram o acesso a portos, permanência das instituições políticas, nível de abertura da economia, qualidade da regulação econômica, número de infectados por malária e percentual da população costeira. Os autores concluíram que as variáveis empregadas explicam que em geral a riqueza em recursos naturais, se reflete num menor crescimento econômico dos países detentores.

Bulte e outros (2005) examinam, a nível mundial, o grau de abundância de recursos naturais em 1970, em contraposição às variáveis sociais ocorridas no período de 1999 a 2000. Os autores empregaram tanto a metodologia de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) como a de modelos de dados em painel. As variáveis utilizadas foram o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), acesso à água potável, expectativa de vida e índice de desnutrição. Os resultados mostraram que os países com maior dependência de recursos naturais apresentam níveis mais baixos de desempenho social e de qualidade de vida.

Por fim, Van der Ploeg (2010) relaciona a taxa de poupança e a renda dos recursos naturais. Os resultados encontrados apontaram que não há necessariamente uma relação entre poupança e renda do recurso natural. Assim, não se poderia assegurar que países que detivessem boa parte do seu PIB ligado ao setor primário, teriam um nível mais baixo de poupança.

3.5 LITERATURA EMPÍRICA NACIONAL

Ao revisar a literatura nacional, é possível verificar que já existe um considerável número de trabalhos sobre o tema. Fishlow (2012) analisou a combinação adequada de políticas econômicas que compensariam a volatilidade dos preços de *commodities* da Argentina, Chile, Venezuela e Brasil. O estudo conclui que a abundância de recursos naturais implica num maior risco de volatilidade. No entanto, a resposta dada pelo país pode decidir se dada abundância será uma virtude ou uma maldição para o crescimento econômico de determinado país.

Veríssimo e Xavier (2014) tiveram como objeto de estudo às exportações de alimentos, energia, minerais e matérias-primas e seus efeitos sobre a taxa de câmbio real e o crescimento econômico do Brasil, no período de 2000 a 2011. Os autores verificaram indícios de MRN, mas

com alguma defasagem e por pouco tempo no Brasil, no caso das exportações de alimentos e de matérias primas.

Santos (2011) analisou o impacto dos Fundos Soberanos de Riqueza (FSR-RN) de recursos naturais sobre a volatilidade cambial. A autora concluiu que estes Fundos exerceram efeito estabilizador nas economias dos países que os detinham. Estes países administrariam melhor a entrada de divisas em seus territórios. Assim, estariam menos expostos às altas na volatilidade da taxa de câmbio.

Periard e Losekann (2013) analisaram a abundância de petróleo e seus efeitos econômicos, sociais e institucionais, no período de 2000 a 2010. Para isso, empregaram modelos básicos presentes na literatura da MRN. O estudo concluiu que, em muitos casos, a abundância em petróleo promoveu um maior crescimento econômico e melhorou os índices sociais e institucionais, ou seja, uma exceção ao que aponta a teoria.

Resende (2013) estudou os impactos dos recursos naturais sobre as instituições no período de 2005 a 2011. Ele se utiliza de um modelo baseado nos trabalhos de Subramanian e Sala-i-Martin, e Acemoglu e Robinson. As variáveis reais do estudo foram à escolaridade, índice de mortalidade e recursos naturais na década de 80. Além disso, o autor usa variáveis institucionais tais como Estado de Direito, Qualidade Regulatória, Eficácia Governamental e Controle da Corrupção. O autor conclui que existe uma relação inversamente proporcional entre a renda dos recursos naturais e a qualidade das instituições.

Souza (2014) avaliou os impactos econômicos da atividade petrolífera em Municípios do Estado da Bahia entre 2005 e 2010. Os resultados mostraram que quanto maior o nível de renda, menor a arrecadação com *royalties*. Todavia, em alguns Municípios produtores de petróleo foi constatada uma relação direta entre essas mesmas variáveis. Fernandes (2013) examinou a destinação das receitas sob a forma de *royalty* mineral, no período de 2004-2011 no Brasil. O trabalho conclui que a haveria uma MRN na maioria dos Municípios das Regiões brasileiras, exceto os da Região Nordeste. No entanto, haveria uma benção dos recursos para esses Municípios, ao ser considerados os gastos com investimentos.

3.6 LITERATURA EMPÍRICA SOBRE A VASSOURA-DE-BRUXA

A instalação da Vassoura-de-Bruxa nas plantações de cacau da Região Sul do Estado da Bahia, gerou preocupações para muitos estudiosos da Região. Assim, um número considerável de trabalhos foi desenvolvido com a finalidade de se conhecer melhor sobre o tema.

Seára (2001) estudou as relações entre agricultores e produtores de cacau e os efeitos causados pelo aparecimento da Vassoura-de-Bruxa. A autora conclui que a instalação desse tipo de praga provocou tanto prejuízos biológicos devido à degradação do meio ambiente, como prejuízos econômicos como a pobreza e consequente elevado nível de migrações. Estes fatos juntamente com a crise já instalada na Região teriam provocado um vazio demográfico e alterado o processo histórico e a geografia de toda a Região Cacaueira do Estado da Bahia.

Borges (2003) investigou o desenvolvimento do processo agrícola regional *ex ante* e *ex post* instalação da Vassoura-de-Bruxa na Microrregião Cacaueira, no período de 1970 a 2000. Ele afirma que a crise da economia cacaueira de certa forma impulsionou um maior interesse pela diversificação agroeconômica da Microrregião cacaueira. No entanto, seria necessária uma estrutura de produção que promovesse maior rentabilidade e diversificação na produção e comercialização de seus produtos agrícolas.

Pryl (2000) procurou analisar o comportamento da atividade cacauceira em Ilhéus/BA, no período de 1970 a 1999. Os resultados mostraram que a produção de cacau foi influenciada por inúmeros fatores, como queda nos preços de cacau e pela instalação da Vassoura-de-Bruxa nas lavouras de cacau da Região Sul do Estado da Bahia. Tais fatores acentuaram a crise nesse Município, de modo que houve retração do poder aquisitivo dos agentes econômicos envolvidos com a produção desse fruto.

Nascimento (2000) analisou a relação entre chuva, preços e a Vassoura-de-Bruxa, no período 1985-1998. Os resultados da pesquisa apontaram que a produção e preços do cacau receberam considerável influência da instalação da doença Vassoura-de-Bruxa nas lavouras de cacau da Região Sul do Estado da Bahia. A distribuição de chuva durante cada ano do período estudado foi relevante para a produção cacauceira, sendo a umidade do solo um importante fator para o aumento da cultura de cacau. Todavia, o setor de produção se revelou pouco sensível às oscilações de preço no mercado internacional dessa *commodity*.

Queiroz (2003) defende a implantação de propágulos de clones resistentes a Vassoura-de-Bruxa (cacau clonado), na tentativa de reduzir os prejuízos causados pela incidência dessa praga. Tendo isto em vista, a autora analisou a viabilidade financeira da implantação de um hectare (ha) de cacau clonado no período de cinco anos. Os resultados para todos os indicadores (Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, Relação Benefício/Custo e *Payback*) confirmaram a viabilidade financeira dessa iniciativa, cujo retorno do capital ocorreria a partir do quarto ano de sua implantação.

Cabral e Oliveira (2003) também estudaram sobre os efeitos da clonagem na tentativa de refrear a diminuição da produção de cacau provocada pela Vassoura-de-Bruxa. Os autores tiveram como objeto de estudo o Município de Ibicarai/BA. Os resultados constataram que a adoção dessa prática não foi suficiente para reduzir o avanço da doença nesse Município.

4 METODOLOGIA

A cacauicultura foi uma das atividades que mais contribuiu para o crescimento econômico do Município de Ilhéus/BA. Todavia, a instalação da Vassoura-de-Bruxa nos cacauzeiros na Região Sul do Estado da Bahia em 1989, gerou prejuízos econômicos para o Município e para toda a Região. O presente estudo destina-se a verificar se esse evento provocou rebatimentos sobre o crescimento econômico de Ilhéus, uma vez que este Município concentrara parte significativa das atividades acessórias a cultura, processamento e comércio de cacau na Região Sul do Estado da Bahia. Neste sentido, observar o comportamento da renda *per capita* (utilizando como *proxy* o Consumo de Energia Elétrica *per capita*) no Município de Ilhéus sem o impacto da Vassoura-de-Bruxa, ou então de encontrar Municípios com atividades econômicas semelhantes a Ilhéus, mas sem o efeito da Vassoura-de-Bruxa.

Assim, devido à impossibilidade de observar o comportamento da renda *per capita* no Município de Ilhéus, sem o impacto provocado pela Vassoura-de-Bruxa, aplicou-se o método de Controle Sintético desenvolvido por Abadie e Gardeazabal (2003) e refinado por Abadie e outros (2010). Tal metodologia cria grupos sintéticos de comparação, com o objetivo de obter a aproximação ótima do comportamento de determinada variável na ausência de tratamento. Com isso, procura-se construir um controle sintético, para estimação do impacto de determinado tratamento.

Com base nesse princípio será definido um *grupo de tratamento*, composto pelas unidades que receberam determinado tratamento, e o *grupo de controle*, composto pelas unidades que tem características similares e correlacionadas à variável de interesse das unidades tratadas, mas não receberam tratamento. Em seguida, procede-se a comparação das trajetórias da variável de interesse nesses grupos, no período anterior ao tratamento. Caso o desempenho desses grupos seja semelhante no período anterior ao tratamento, as diferenças posteriores podem estar vinculadas à incidência da intervenção (CARRASCO *et al.*, 2014). Sendo assim, o Município de Ilhéus fará parte do *grupo de tratamento*, pois sofreu o evento em questão, a Vassoura-de-Bruxa. O grupo de controle, por sua vez, será composto pelos Municípios do Estado da Bahia onde não foi implantada a Vassoura-de-Bruxa.

Abadie e outros (2010) formulam o modelo de Controle Sintético como uma espécie de generalização do método de diferenças em diferenças. Todavia, a vantagem do método de Controle Sintético, comparativamente aos demais métodos da Microeconometria, é que ele tem como hipótese a seleção em não-observáveis. Os próprios dados das variáveis e seus respectivos pesos, é que garantirão o melhor grupo de comparação a ser empregado. Além disso, a trajetória sintética pode ser utilizada como contrafactual, pois embora as variáveis utilizadas das unidades tratadas e não tratadas sejam as mesmas, essas últimas não foram atingidas pelo tratamento em questão (RIBEIRO *et al.*, 2013; SILVEIRA NETO *et al.*, 2013).

Conforme Abadie e outros (2010), a aplicação do método de Controle Sintético é adequada quando o objetivo é analisar o impacto de dada intervenção em unidades agregadas. Os autores apontam que nas Ciências Sociais ocorre uma variedade de intervenções e eventos a nível agregado (países, regiões, estados ou cidades), mas que comprometem apenas um pequeno número de unidades agregadas. Neste caso, a utilização do Controle Sintético para estimação do impacto da Vassoura-de-Bruxa, a nível de Município, seria apropriada e reduziria erros de medida comuns em estimações que se dão a nível de empresas ou a nível de indivíduo.

4.1 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Para aplicação empírica do método, será construído um banco de dados em painel, com informações observáveis da unidade tratada (Ilhéus) e não tratadas (demais Municípios do Estado da Bahia potencialmente comparáveis). Algebricamente, assume-se a existência de $Mc + 1$ Municípios, e que somente um deles foi submetido ao tratamento, sendo Mc Municípios não submetidos ao tratamento, e, portanto candidatos à formação da unidade sintética.

Considerando T_0 , o ano em que a intervenção foi realizada no Município sob tratamento, e que T_0 deve estar no intervalo de $1 \leq T_0 < T$. Sendo Y_{it}^I o valor da variável de interesse no Município i submetido ao tratamento no período t , e Y_{it}^N o valor da mesma variável, mas nos Municípios não tratados, o efeito do tratamento para o Município i pode ser definido por:

$$\tau_{it} = Y_{it}^I - Y_{it}^N = Y_{it} - Y_{it}^N, \quad \text{sendo } t > T_0 \quad (1)$$

Onde $Y_{it}^I = Y_{it}$, pois este valor é observável.

Desse modo, τ representa o impacto do tratamento no Município i , no período t . Considera-se que o Município em questão não receberia os efeitos da intervenção no período anterior à instalação desta no seu território, neste caso, $t > T_0$. Tendo em vista que Y_{it}^I é uma variável observável, resta calcular apenas Y_{it}^N para mensurar o referido impacto. Sendo assim, Abadie e

outros (2010) descrevem que para isso é necessário proceder à estimação de Y_{jt}^N que é dada por:

$$Y_{jt}^N = \delta_t + \theta_t Z_j + \gamma_t \mu_j + \varepsilon_{jt} \quad (2)$$

Sendo que:

Y_{jt}^N = valor da variável de interesse nos Municípios não tratados, no período t ;

δ_t = fator comum a todos os Municípios;

θ_t = vetor (1 x r) de parâmetros;

Z_j = vetor (r x 1) de variáveis observáveis;

γ_t = vetor (1 x F) de parâmetros;

μ_j = vetor (F x 1) de efeito próprio do Município j ;

ε_{jt} = choques aleatórios com média zero.

A partir desses variáveis e parâmetros a serem estimados, procede-se à estimação dos vetores de pesos dos Municípios candidatos à construção da unidade sintética. Desse modo, assume-se ($M_c \times 1$) como um vetor de pesos W (w_1, w_2, \dots, w_{M_c}). Neste caso, deve ser $w_j \geq 0$ para $\sum_{j=1}^{M_c} w_j = 1$. Cada valor presente neste vetor refere-se a uma média ponderada dos Municípios não tratados, sendo, portanto um potencial controle sintético. Tendo isso em vista, a estimação da variável resultado para cada controle sintético pode ser expressa da seguinte forma:

$$\sum_{j=1}^{M_c} w_j^* Y_{jt} = Y_{it}, \quad \text{sendo } 1 \leq t \leq T \quad (3)$$

Além disso, considerando o vetor $w^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_{M_c}^*)'$ tem-se:

$$Y_{it}^N - \sum_{j=1}^{M_c} w_j^* Y_{jt} \quad (4)$$

Assim, este vetor pondera a variável de interesse e as variáveis explicativas dos Municípios não tratados, visando obter o valor da variável de interesse e das variáveis explicativas do Município tratado em cada período. Abadie e outros (2010) afirmam que a diferença entre a equação (2) e (3) deve ser igual a zero em condições padrões. Desse modo, o estimador descrito na equação (3) torna-se um estimador não enviesado da equação (2). Isso faz com que o valor do impacto da intervenção no Município i , após as intervenções possa ser expresso da seguinte forma:

$$\hat{t}_{it} = Y_{it} - \sum_{j=1}^{M_c} w_j^* Y_{jt}, \quad \text{sendo } t > T_0 \quad (5)$$

Assume-se X_1 como um vetor correspondente às variáveis explicativas observáveis relativas ao Município tratado, e $X_0 W$ um vetor com as mesmas variáveis, mas ponderadas para os Municípios não tratados. Sendo, o vetor de pesos W^* , selecionado para minimizar a distância entre X_1 e $X_0 W$, tem-se que $\sqrt{(X_1 - X_0 W) \cdot V(X_1 - X_0 W)}$ é a minimização condicional do Erro Quadrado Médio da Previsão (EQMP). Isso resulta numa matriz positiva semidefinida que dá o peso ótimo às unidades controle para construção da unidade sintética.

4.2 BASE DE DADOS

O período de análise da presente pesquisa compreende o período de 1986 a 2000. Todavia, o período de 1986 a 1988, será empregado como período pré-intervenção e utilizado para

estimação da trajetória sintética de Ilhéus, dado que neste período o Município de Ilhéus ainda não havia sido atingido pela Vassoura-de-Bruxa, ocorrendo esta apenas no ano de 1989.

Os dados utilizados nesta pesquisa foram de fonte secundária, com frequência anual e coletados junto a três fontes de informações. As informações de Consumo de Energia Elétrica foram fornecidas pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA). As informações sobre Escolaridade foram coletadas junto ao site do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Os dados de população foram obtidos junto site do IBGE. Nos casos em que não foi possível a disponibilização de dados de alguns anos da população municipal, procedeu-se á regressões simples para a sua obtenção. O valor da Produção Agropecuária (R\$), Transferências correntes do ICMS para o Município e Co-parte no Fundo de Participação Municipal (FPM) foram obtidos no site do IPEADATA. As séries monetárias foram deflacionadas pelo Índice de Preços de Mercado Disponibilidade Interna (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), tendo como base o ano de 1986. O método de Controle Sintético e demais testes estatísticos foram realizados no software Stata 10.

Os Municípios utilizados para estimação de Ilhéus sintético são todos do Estado da Bahia e que possuíam informações para todas as variáveis. Assim, foram considerados o Município de Ilhéus como unidade de tratamento e mais 259 Municípios dos 417 Municípios do Estado da Bahia como unidades de controle. Os demais Municípios do Estado da Bahia não puderam ser utilizados, pois ou ainda não existiam no ano inicial considerado nesta pesquisa ou foram afetados pela Vassoura-de-Bruxa e, portanto não poderiam ser empregados como unidades de controle.

De acordo com Abadie e outros (2010), as matrizes (X_1, X_0) são compostas pelas variáveis observáveis no período pré-tratamento, enquadrando-se aqui a variável de interesse e as covariadas. Para estimação dos resultados foi utilizado o valor anual por Município da variável de interesse e das seis covariadas, no período de 1986 a 1988, período anterior à instalação da Vassoura-de-Bruxa no Município de Ilhéus. O processo de minimização do EQM predito apresenta as melhores aproximações entre unidades de tratamento e seus controles sintéticos, onde foi atribuído peso próximo de zero para as covariadas e o restante do peso distribuído sobre os resultados pré-tratamento da variável de interesse. Desse modo, para obtenção da trajetória sintética foram utilizadas as seguintes variáveis observáveis:

- Consumo de Energia Elétrica *per capita*: Consumo anual total de Energia Elétrica consumido pelo Município e dividido pelo seu número de habitantes. Essa variável será utilizada como *proxy* da Renda *per capita* do Município. Neste sentido, esta será a variável de interesse do estudo para representar o crescimento econômico municipal.
- Consumo de Energia Elétrica Residencial: Participação percentual do Consumo de Energia Elétrica Residencial sobre o Consumo Total de Energia Elétrica. Um Consumo maior desse subgrupo de Eletricidade pode estar relacionado a uma Renda média mais elevada dos municípios.
- Consumo de Energia Elétrica Industrial: Participação percentual do Consumo de Energia Elétrica Industrial sobre o Consumo Total de Energia Elétrica. Um Consumo maior desse subgrupo de Energia Elétrica pode indicar que o setor industrial do Município é mais desenvolvido.

- **Produção Agropecuária:** Diz respeito ao montante da Produção Agropecuária Municipal. Neste caso, enquandram-se as culturas de lavoura permanente, temporária, atividade extrativa e pecuária. Quanto mais elevada for esta produção, maior a relevância do setor primário no Município. Variável medida em unidades monetárias (em R\$).
- **Escolaridade:** Participação percentual da população total cujos trabalhadores tem 25 anos ou mais e que concluíram a 4ª série do Ensino fundamental ou mais anos de estudo. Supõe-se uma relação direta entre esta variável e a de interesse do estudo.
- **Transferências do ICMS para o Município** Transferências correntes do ICMS para o Município: Parcela da receita arrecadada do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) que é transferida ao Município para custear despesas correntes. Esta receita tem como fato gerador à circulação de Mercadorias e de Serviços Interestaduais e Intermunicipais de Transporte e de Telecomunicações e foi medida em unidades monetárias (em R\$).
- **Co-parte no Fundo de Participação Municipal (FPM):** Repasse de verbas da União para o Município, conforme o seu número de habitantes. Tem como fontes do Imposto de Renda (IR) respondendo por aproximadamente 22,5%, e o Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI). Variável medida em unidades monetárias (em R\$).

Dessa forma, pode ser definido o seguinte quadro resumo de fonte das variáveis:

Quadro 1- Fonte de Dados das variáveis utilizadas

| Variável | Fonte |
|---|--------------------------------------|
| Consumo de Energia Elétrica per capita | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| Consumo de Energia Elétrica Residencial | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| Consumo de Energia Elétrica Industrial | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| Produção Agropecuária | IPEADATA |
| Escolaridade | Ministério do Trabalho e Emprego |
| Transferências correntes do ICMS para o Município | IPEADATA |
| Co-parte no Fundo de Participação Municipal | IPEADATA |

Fonte: Elaboração própria, 2016

4.3 INFERÊNCIA

A utilização do método Controle Sintético permite a aplicação de testes placebo. Com a finalidade de averiguar a robustez dos resultados, estes testes possibilitam verificar como se comportariam os resultados se dada unidade controle fosse empregada como unidade de tratamento, ou se o método fosse aplicado em um período distinto ao da intervenção (ABADIE *et al.*, 2010). Assim, o método permite a realização de técnicas inferências similares aos testes de permutação.

De acordo com Angrist e Krueger (1999), o teste de permutação é comumente empregado baseado na distribuição de uma estatística de teste (uma estatística z). Tal distribuição é obtida por meio de uma permutação aleatória das unidades da amostra entre os grupos de tratamento e do grupo de controle. Segundo Abadie e outros (2010), a aplicação do teste de placebo temporal possibilita averiguar se o impacto observado não se trata apenas de algo puramente aleatório. Por isso, o teste verifica como se comportariam os resultados se dada unidade controle fosse escolhida aleatoriamente ao invés da unidade de tratamento. Assim, as diferenças entre as taxas do grupo de controle e as taxas do grupo sintético devem ser consideráveis para que os resultados sejam estatisticamente diferentes de zero.

Assim, cada um dos 259 Municípios será empregado como unidade de tratamento em vez de unidade de controle. Assim, o teste verificará como se comportarão os resultados se dada unidade controle fosse escolhida aleatoriamente ao invés da unidade de tratamento. Contudo, a diferença entre a trajetória da variável de interesse do grupo composto pelos 259 Municípios e seus respectivos controles sintéticos, e o grupo representado pelo município de Ilhéus deve ser considerável para que os resultados das primeiras estimações do Controle Sintético se tornem significantes.

Em seguida, será aplicado um segundo teste de análise de placebo temporal. Este, por sua vez, consiste em verificar se realmente foi a partir de determinada período que ocorreu o impacto sobre a variável de interesse devido à ocorrência do evento em questão. Neste sentido, serão realizadas novas estimações, onde será modificada a data de ocorrência do evento para um período anterior. Caso o efeito se inicie de fato no período de instalação da Vassoura-de-Bruxa, qualquer alteração concernente ao período de intervenção não modificará o ponto legítimo de dispersão das trajetórias real e sintética de Ilhéus.

Por fim, serão realizados testes de placebos temporais para averiguar se ocorreram efeitos de equilíbrio geral. Esse teste procura verificar se dadas unidades controles também foram afetadas pelo tratamento. Para isso, os Municípios controles, que no processo de estimação da trajetória sintética de Ilhéus receberam ponderação maior que zero, serão empregadas como unidades de tratamento. Caso o efeito de equilíbrio geral seja confirmado, o método de Controle Sintético pode não ter sido o método apropriado, tendo em vista que para estimação do impacto da Vassoura-de-Bruxa, as unidades controles necessariamente precisam não ser afetadas pelo evento em questão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das variáveis utilizadas neste artigo foram fornecidos pela ANEEL e obtidos junto ao site do MTE, IPEADATA e IBGE. Para obtenção de dados ausentes na série de dados de população foram realizadas regressões simples para sua estimação. As séries monetárias foram deflacionadas pelo Índice de Preços de Mercado Disponibilidade Interna (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e teve como base o ano de 1986. A partir daí, procedeu-se as regressões do método de Controle Sintético e dos demais testes estatísticos a partir do software Stata 10.

5.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS E CORRELAÇÕES

Com relação às estatísticas descritivas das séries, cabe destacar o comportamento do Consumo de Energia Elétrica *per capita* nos Municípios analisados. Para essa variável a média foi de 287,88 kW consumidos por ano. Já a participação do Consumo de Energia Elétrica Residencial obteve média de 40,39%. Este fato indica que o Consumo de Eletricidade Residencial se mostrou uma parte significativa no montante total de Energia Elétrica. No entanto, a participação do Consumo de Energia Elétrica Industrial apresentou média de 7,11%. Assim, o Consumo de Eletricidade por parte do Setor Industrial em média não foi tão relevante no total de eletricidade consumida pelos Municípios analisados.

A Produção Agropecuária apresentou média de R\$ 29.943,12. Esta variável apresentou uma considerável variação entre o valor mínimo e máximo, pois houve Municípios que não obtiveram este tipo de produção e Municípios que obtiveram R\$ 569.822,00 nesta variável.

Muitos dos Municípios também tiveram essa produção mais reduzida, o que indica que a Agropecuária pode não ser tão relevante para a economia do Município, ou que a receita advinda da atividade Agropecuária mudou muito de um ano para outro.

A variável Escolaridade apresentou média de 2,16%. Este fato indica que em média a maior parcela da população cujos trabalhadores formais tinham idade maior que 25 anos não tiveram nenhum grau de alfabetização. Assim, a maior parte da força de trabalho no período analisado foi constituída de trabalhadores analfabetos, não sendo em média um requisito tão importante o grau de instrução do trabalhador, mesmo no ramo formal de trabalho.

A variável Transferências correntes do ICMS para o Município apresentou média de R\$ 6.905.246,00. Esta variável atingiu picos de R\$ 4.190.000.000, 00. No entanto, por alguns Municípios não terem uma circulação de Mercadorias e de Serviços Interestaduais e Intermunicipais, de Transporte e de Telecomunicações não foi repassada essa verba para o Município, obtendo assim valor zero nessa variável no período analisado.

De semelhante modo ocorreu com a variável Co-parte no Fundo de Participação Municipal (FPM), onde alguns Municípios obtiveram valor igual a zero nessa variável. No entanto, Municípios chegaram a atingir R\$ 9.393.521, 00 no período analisado. Dado que este Fundo tem como fonte a o IR e o IPI, isso indica que alguns Municípios analisados tiveram trabalhadores com renda mais reduzidas ou não tiveram atividade industrial, o que impossibilitou a indecência destes impostos e consequentemente o repasse da parcela dessa receita para o Município. Todavia, essa variável apresentou média de R\$ 9.363.879, 00 no período analisado, próxima ao valor máximo observado.

Tabela 1- Estatísticas descritivas das séries

| Variável | Observações | Média | Desvio padrão |
|-----------------------|-------------|-----------|---------------|
| CEEPC | 3900 | 287,88 | 501,58 |
| CEER | 3900 | 40,39 | 12,83 |
| CEEI | 3900 | 7,11 | 15,76 |
| Produção Agropecuária | 3900 | 29.943,12 | 189.600,2 |
| Escolaridade | 3900 | 2,16 | 3,56 |
| Transferências ICMS | 3900 | 6.905.246 | 8,93E+07 |
| Co-parte FPM | 3900 | 9.363.879 | 5,19E+07 |

Fonte: Elaboração própria, 2016

O Quadro 2 descreve as correlações entre as variáveis de estudo utilizadas. A variável de interesse Consumo de Energia Elétrica *per capita* obteve maior correlação com a variável CEEI, uma correlação positiva de 54,6%. Já a menor correlação ocorreu com a Variável Produção Agropecuária (7,5%). Uma correlação negativa entre a variável de interesse ocorreu apenas com a variável CEER (-45,54%).

Quadro 2- Correlação entre as variáveis

| | CEEPC | CEER | CEEI | Agropecuária | Escolaridade | ICMS | FPM |
|--------------|---------|---------|--------|--------------|--------------|--------|-----|
| CEEPC | 1 | | | | | | |
| CEER | -0,4554 | 1 | | | | | |
| CEEI | 0,546 | -0,4272 | 1 | | | | |
| Agropecuária | 0,075 | -0,0759 | 0,0432 | 1 | | | |
| Escolaridade | 0,4872 | -0,1592 | 0,3244 | 0,0745 | 1 | | |
| ICMS | 0,1893 | -0,0518 | 0,099 | 0,2515 | 0,2515 | 1 | |
| FPM | 0,1061 | -0,0122 | 0,0319 | 0,2074 | 0,2074 | 0,8513 | 1 |

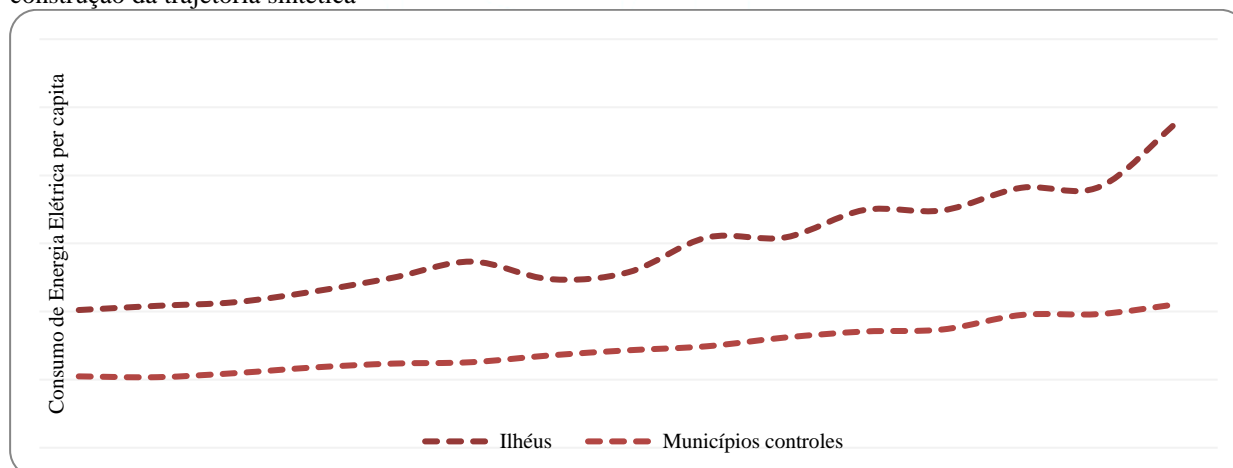
Fonte: Elaboração própria, 2016

Além disso, é possível verificar uma forte correlação entre as variáveis Transferências correntes de ICMS para o Município e a Co-parte no Fundo de Participação Municipal (FPM), onde houve uma correlação de 85,13%. Uma das razões pode estar no fato de ambas variáveis se referirem a repasse de recursos para o Município proporcionalmente a atividades específicas. A primeira trata-se da transferência de parcela da receita advinda do ICMS. Já a segunda refere-se à transferência de parcela de recursos proveniente do IR e do IPI, sendo proporcional ao número de habitantes do Município.

5.2 ESTIMAÇÕES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente subitem apresentará os resultados das regressões com a respectiva discussão dos mesmos. A Figura 1 apresenta a evolução do Consumo de Energia Elétrica *per capita* em Ilhéus e a média dos Municípios candidatos à construção da trajetória sintética dessa variável. Através da análise da Figura, é possível verificar que no período anterior ao ano de 1989, o Consumo de Energia Elétrica *per capita* no Município de Ilhéus esteve relativamente menor. Os Municípios controles também apresentaram o mesmo comportamento, embora em escala menor. No entanto, em ambos os casos, houve aumento nessa variável nos anos posteriores, embora o Município de Ilhéus sofresse mais oscilações nesse número.

Figura 1- Evolução do Consumo de Energia Elétrica *per capita*- Ilhéus e média dos Municípios candidatos à construção da trajetória sintética



Fonte: Elaboração própria, 2016 a partir de dados fornecidos pela ANEEL para a realização da pesquisa

Cabe destacar que os potenciais candidatos à construção da unidade sintética de Ilhéus receberam ponderações para construção da trajetória sintética. Nesse processo foram considerados apenas os Municípios que apresentarem ponderação maior que zero. Desse modo,

nas estimações não serão utilizados todos os Municípios do grupo de controle, mas somente aqueles com características mais próximas possíveis ao Município tratado em questão, o Município de Ilhéus.

Tendo isto em vista, para estimação do modelo de Controle Sintético, os 259 Municípios candidatos a controle receberam pesos. Os Municípios que apresentaram ponderação acima de zero foram utilizados para construção da unidade sintética de Ilhéus. No entanto, nesse processo somente cinco Municípios apresentaram pesos diferentes de zero. Os Municípios foram Brejões (0,829), Camaçari (0,031), Candeal (0,007), Cardeal da Silva (0,038) e Salvador (0,096).

Quadro 3-Municípios controles e suas participações na construção da unidade sintética de Ilhéus

| Municípios | Pesos |
|-------------------|-------|
| Brejões | 0,829 |
| Camaçari | 0,031 |
| Candeal | 0,007 |
| Cardeal da Silva | 0,038 |
| Salvador | 0,096 |
| Demais Municípios | 0,00 |

Fonte: Elaboração própria, 2016

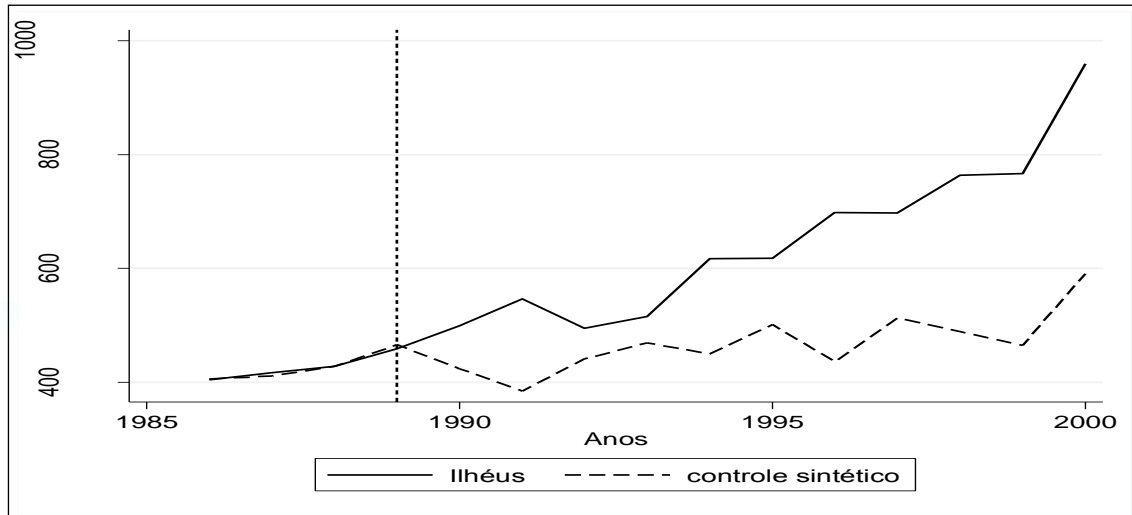
Na tabela a seguir são apresentadas as médias das variáveis pré-tratamento para Ilhéus e seu controle sintético. Para a variável Consumo de Energia Elétrica *per capita*, as médias estão bem próximas. As médias da variável Escolaridade, Transferências Correntes do ICMS para o Município, Co-parte no Fundo de Participação Municipal (FPM), Participação do Consumo Energia Elétrica Residencial também se mostraram bastante semelhantes. No entanto, para a variável Produção Agropecuária e Participação do Consumo Energia Elétrica Industrial as médias do tratado e do sintético se mostraram mais divergentes.

Tabela 2- Média das Variáveis Pré-Tratamento para Ilhéus e seu controle sintético, 1986-1988

| Variáveis | Tratado | Sintético |
|---|------------|------------|
| Escolaridade | 5, 619716 | 4, 561395 |
| Produção Agropecuária | 63.658,44 | 34595,77 |
| Transferências do ICMS para o Município | 0, 0137419 | 0, 0093803 |
| Co-parte FPM | 0, 0053815 | 0, 0088773 |
| CEEI | 4.121.008 | 2.698.151 |
| CEER | 3.005.726 | 2.698.151 |
| CEEPC (1986) | 4.044.334 | 4.055.115 |
| CEEPC (1988) | 4.277.228 | 4.277.855 |

Fonte: Elaboração própria, 2016

A Figura 2 ilustra as trajetórias do Consumo de Energia Elétrica *per capita* no Município de Ilhéus e no seu controle sintético para os períodos pré e pós-instalação da Vassoura-de-Bruxa. Embora não houve uma aproximação exata do Consumo de Energia Elétrica *per capita* no período pré-tratamento por parte do controle sintético, as duas trajetórias são bastante semelhantes. Neste sentido, o controle sintético parece ter refletido bem a tendência da trajetória do Consumo de Energia Elétrica *per capita* de Ilhéus.

Figura 2- Trajetória do Consumo de Energia Elétrica *per capita* e do seu controle Sintético

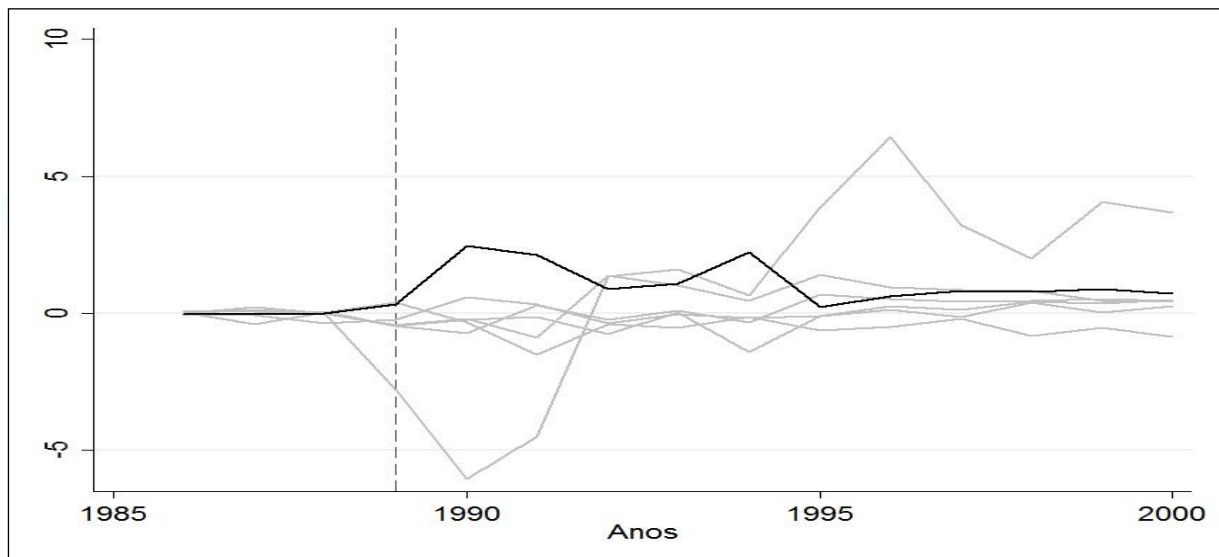
Fonte: Elaboração própria, 2016

Após o período pré-tratamento, percebe-se uma diferença significativa entre as duas trajetórias. Este fato indica que a Vassoura-de-Bruxa exerceu impacto sobre o Consumo de Energia Elétrica *per capita* no Município de Ilhéus. Deve ser levado em consideração que com a instalação da Vassoura-de-Bruxa e queda na produção de cacau, muitos trabalhadores podem ter migrado para outras atividades cujo Consumo de Energia Elétrica fosse maior, o que explicaria o aumento apresentado pelo método de Controle Sintético.

Como apresentado na segunda seção deste artigo, após o período de instalação da Vassoura-de-Bruxa, houve um número mais elevado número de trabalhadores formais e conseqüentemente um aumento na renda média por trabalhador formal. Alguns teóricos defendem que com a elevação da renda, muitos trabalhadores passam a adquirir um maior número de aparelhos eletrodomésticos. Uma maior utilização desses artigos pode provocar um aumento no Consumo de Energia Elétrica Residencial. Este subgrupo de Energia Elétrica é responsável por uma considerável participação no Consumo total de Energia Elétrica. Este fato foi confirmado através das regressões do modelo, onde o Consumo Residencial obteve médias semelhantes entre o tratado e o sintético, ao contrário do Consumo de Energia Elétrica Industrial, que se mostrou menos significativo pra construção da trajetória sintética do Consumo de Energia Elétrica *per capita*.

No entanto, para testar a robustez das estimativas encontradas foram realizados testes de placebos temporais. Tendo isto em vista, para cada um dos 259 Municípios do grupo de controle foi aplicado o método de Controle Sintético, supondo que eles tivessem sido atingidos pelo tratamento, embora em tais Municípios não tivesse sido implantada a Vassoura-de-Bruxa. Entretanto, conforme sugere Abadie e outros (2010), nesse teste só deverão ser utilizados os Municípios que apresentaram um ajuste médio medido pela raiz do Erro Quadrado Médio da Previsão (EQMP) próximo ao da unidade de tratamento. Assim, reestimou-se o teste de distribuição de placebos utilizando somente os Municípios que apresentaram esse ajuste até o dobro do valor de Ilhéus. Nesse processo, foram, portanto desconsiderados 89 Municípios da distribuição de placebo. Contudo, devido à difícil visualização proveniente da ampla quantidade de Municípios, foi realizado um novo teste, mas considerando apenas os Municípios que apresentaram ponderação maior que zero, que foram os Municípios de Brejões, Camaçari, Candéal, Cardeal da Silva e Salvador. Os resultados do teste se encontram na Figura a seguir.

Figura 3- Diferença entre o Consumo de Energia Elétrica *per capita* dos Municípios e dos seus respectivos controles sintéticos

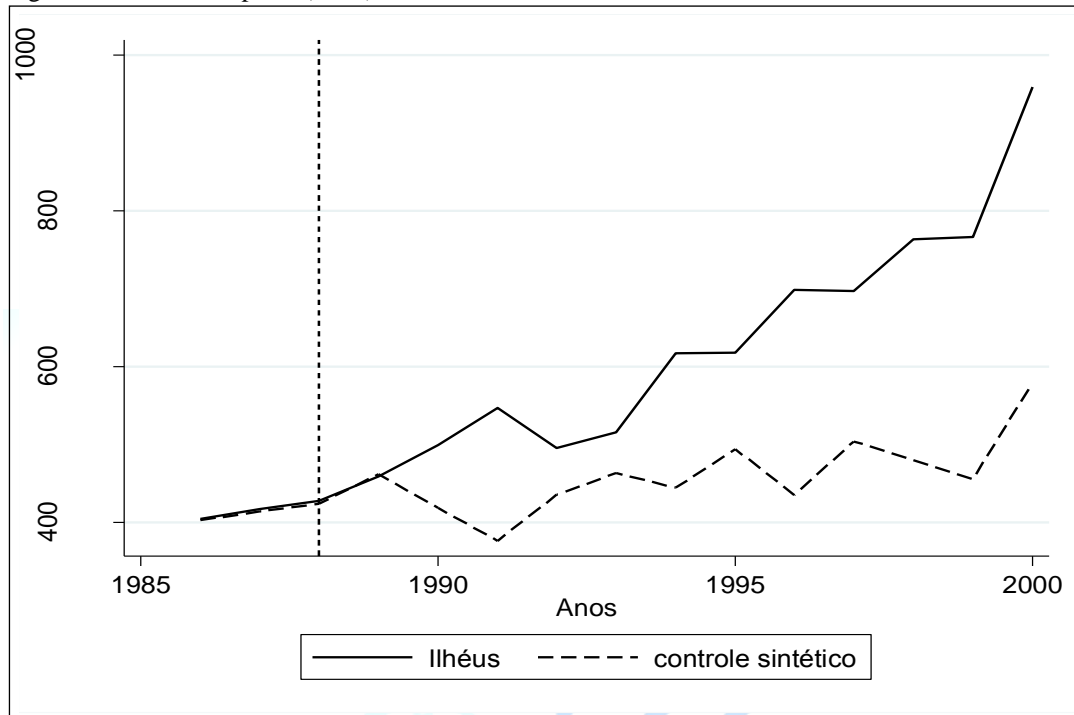


Fonte: Elaboração própria, 2016.

Os resultados indicaram que nenhum dos Municípios do grupo de controle apresentou evolução do Consumo de Energia Elétrica *per capita* semelhante ao do Município de Ilhéus. Mesmo ao considerar o período pré e pós-tratamento, as trajetórias entre estes grupos foram consideravelmente divergentes, o que assegura que os resultados das estimações foram significantes. Cabe destacar que ao considerar todos os Municípios do grupo de controle, poderiam alguns dos Municípios apresentar trajetórias sintéticas muito distantes das trajetórias de fato observadas. Isto traria problemas para a magnitude da trajetória sintética construída a partir das unidades de controle. Desse modo, as inferências realizadas não teriam muita significância. Contudo, o resultado do teste de placebo apresentado na Figura acima confirma a significância dos resultados.

Para ratificar a robustez dos resultados foi aplicado um segundo teste de placebo temporal. Este, por sua vez, tem por finalidade confirmar se o impacto do evento ocorreu de fato no período de ocorrência do mesmo. Para tanto, procedeu-se a uma nova estimação da trajetória sintética do Consumo de Energia Elétrica *per capita*, mas alterando o período de tratamento de 1989 para um ano anterior. Assim, se a Vassoura-de-Bruxa de fato exerceu impacto sobre a variável de interesse em questão no ano de 1989, nem mesmo uma alteração na data da intervenção modificará o ponto em que as séries se dispersarão. A Figura 4 demonstra que a alteração citada não promoveu mudança no ponto de dispersão dessas trajetórias, ocorrendo esta justamente no ano de 1989. Esse resultado demonstra que foi exatamente nesse referido ano que a trajetória do Consumo de Energia Elétrica *per capita* recebe o choque promovido pela instalação da Vassoura-de-Bruxa em Ilhéus/BA.

Figura 4- Placebo temporal (1988)



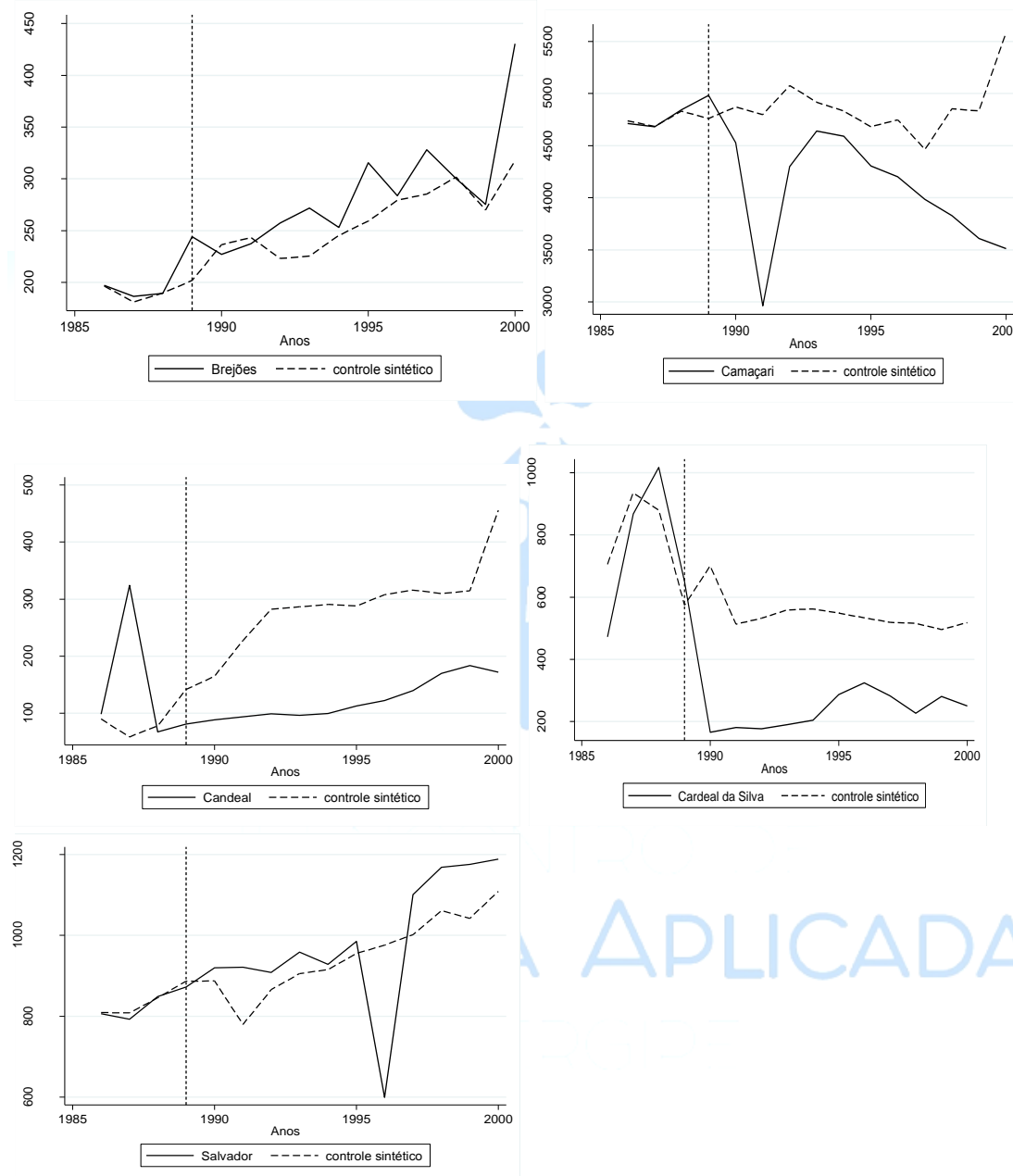
Fonte: Elaboração própria, 2016

No entanto, deve-se levar em consideração também que a Vassoura-de-Bruxa pode ter afetado outros Municípios do Estado da Bahia que não o de Ilhéus. Assim, pode-se considerar a possibilidade de terem ocorrido efeitos de equilíbrio geral da Vassoura-de-Bruxa sobre o crescimento econômico de outros Municípios, mas estes terem sido empregados como unidades controles. Assim, foram realizados testes de placebos nos Municípios cuja ponderação foi maior que zero. Desse modo, para esse teste foram utilizados os Municípios de Brejões, Camaçari, Candeal, Cardeal da Silva e Salvador. A Figura 5 ilustra o resultado do referido teste.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Figura 5- Estudos de Placebos para os Municípios de Brejões, Camaçari, Candeal, Cardeal da Silva e Salvador a para a investigação de Efeitos de Equilíbrio Geral



Fonte: Elaboração própria, 2016

10-12 de julho/2017

Através análise da Figura 6, foi possível observar que as trajetórias apresentaram comportamento relativamente estável como no caso de Brejões (Município que recebeu maior peso na construção da trajetória sintética de Ilhéus) ou as trajetórias se divergiam em anos distintos ao da instalação da Vassoura-de-Bruxa. Desse modo embora efeitos de equilíbrio geral decorrentes da instalação dessa praga tivessem ocorrido, seriam mínimos.

Neste trabalho, considera-se que, do ponto de vista dos impactos econômicos para a economia de Ilhéus como um todo, o choque promovido pela Vassoura-de-Bruxa sobre o crescimento econômico local pode ser tratado como um enigma, e apesar da instalação deste tipo de praga ter destruído muitas árvores de cacau em Ilhéus (seu maior produtor nacional) e Região, gerou benefícios tais como o aumento dos trabalhadores formais e posteriormente da renda, e uma

elevação no Consumo de Energia Elétrica *per capita*. Os potenciais impactos econômicos negativos, decorrentes dos prejuízos ocorridos na lavoura podem ter ficado mais concentrados sobre os “coronéis” do cacau e trabalhadores informais, sendo que a economia urbana de Ilhéus pode ter atenuado rapidamente o choque.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo investigar o efeito da instalação da Vassoura-de-Bruxa em 1989 sobre o crescimento econômico local no Município de Ilhéus/BA. Os resultados indicaram que a partir da infestação da praga da Vassoura-de-Bruxa na economia de Ilhéus ocorreram impactos negativos, mas que não sobrepujaram o surgimento de uma nova dinâmica na economia local que trouxe um crescimento econômico superior às outras regiões economicamente similares no Estado da Bahia. Os potenciais impactos econômicos negativos podem ter ficado mais concentrados sobre os latifundiários (“coronéis”) do cacau e trabalhadores informais, de maneira que o processo de industrialização e urbanização da economia local atenuou os efeitos do choque sobre o crescimento econômico local.

Conforme já indicava a teoria e a literatura empírica internacional e nacional economias que se baseiam em apenas um recurso natural, tendem a apresentar baixo desempenho econômico e estariam mais sujeitas a volatilidade e choques exógenos. Assim, a economia de Ilhéus/BA recebeu o impacto de um evento exógeno que foi a praga da Vassoura-de-Bruxa. Neste sentido, a renda *per capita* municipal de Ilhéus seria mais baixa na ausência de evento segundo as estimativas do método de Controle Sintético.

No presente artigo, procurou-se analisar apenas o impacto da Vassoura-de-Bruxa sobre variáveis econômicas. O método de Controle Sintético procura a aproximação ótima para estimação da trajetória sintética. No entanto, não deve ser entendido como um método perfeito. Por isso, os seus valores não devem ser levados a risca, nem como sendo absolutos.

A partir da instalação da Vassoura-de-Bruxa a economia de Ilhéus procurou se diversificar. Dentre os principais setores de atividade econômica passaram a ganhar ainda maior espaço os setores de Comércio, Serviços e de Turismo. Embora Ilhéus, ainda seja o maior produtor de cacau do Brasil, a fonte de renda passou a ser constituída muito pouco desta atividade. A Vassoura-de-Bruxa ainda persiste até o momento. No entanto tecnologias estão sendo desenvolvidas para obter um cacau mais resistente a este tipo de praga.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS

- ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The economic costs of conflict: a case study of the Basque Country. **American Economic Review**, v. 93, n. 1, p. 113-132, mar. 2003. Disponível em: <http://www.nyu.edu/gsas/dept/politics/faculty/beck/abadie_aer.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- ABADIE, A. ; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Synthetic control methods for comparative case studies: estimating the effect of California Tobacco Control Program. **Journal of the American Statistical Association**, v. 105, n. 490, p. 493-505, 2010. Disponível em: <<http://scunning.com/abadie-diamond-and-hainmuel.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. A. **Por que as nações fracassam**: as origens do poder, da prosperidade e da pobreza. Tradução Cristiana Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. Disponível em: <https://desenvolvimentoeconomico2016.files.wordpress.com/2015/02/por_que_as_nacoes_fracassam_nodrm1.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2015.
- ADVFN. **Cacau**. Disponível em: <<http://br.advfn.com/commodities/cacau.html>>. Acesso em: 18 mar. 2015.
- ANGRIST, J.; KRUEGER, A. Empirical strategies in labor economics. In: ASHENFELTER, O.; CARD, D. (Eds.). **The handbook of labor economics**. Amsterdam: North-Holland, 1999. v. 3, chapter 23. (Handbooks in economics, n. 5).
- Disponível em: http://www.uh.edu/~adkugler/Angrist&Krueger_HLE.pdf. Acesso em: 24 set. 2016.
- AUTY, R. M. **Sustaining development in mineral economies**: the resource curse thesis. London: Routledge, 1993.
- _____. **Resource abundance and economic development**. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- BAHIA. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aqüicultura – SEAGRI. **No dia do cacau, CNA assegura que o Brasil passará a ser exportador**. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2015/03/26/no-dia-do-cacau-cna-assegura-que-o-brasil-passar%C3%A1-ser-exportador>>. Acesso em: 26 maio 2015.
- _____. **Cargill moderniza e amplia unidade de cacau em Ilhéus**. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2013/02/28/cargill-moderniza-e-amplia-unidade-de-cacau-em-ilh%C3%A9us>>. Acesso em: 22 set. 2016.
- BARBOSA, D. **Brasil será ponte para expansão da Barry Callebaut na AL**. Disponível em: <<http://economia.ig.com.br/empresas/industria/brasil-sera-ponte-para-expansao-da-barry-callebaut-na-al/n1237638039206.html>>. Acesso em: 22 set. 2016.
- BORGES, M. S. **Uma análise do processo de diversificação agrícola na microrregião cacaueira ex ante e ex post o advento da 'vassoura de bruxa'**. 2003. 47 f. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Econômicas, Ilhéus, 2003.
- BULTE, E.; DAMANIA, R.; DEACON, R. Resource intensity, institutions, and development. **World Development**, v. 33, n.7, p. 1029–1044, 2005.
- CABRAL, H. N.; OLIVEIRA, U. B. **A lavoura cacaueira no município de Ibicaraí-BA**. 2003. 43f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2003.
- CALDAS, M. M.; PERZ, S. Agro-terrorism? The causes and consequences of the appearance of witch's broom disease in cocoa plantations of southern Bahia, Brazil. **Geoforum**, v. 47, p. 147–15, 2013.
- CARRASCO, V.; MELLO, J. M. P.; DUARTE, I.A **década perdida**: 2003-2012. Io de Janeiro: PUC – Rio, 2014. (Texto para discussão, n. 626).
- CUENCA, M. A. G.; NAZÁRIO, C. C. **Importância econômica e evolução da cultura do cacau no Brasil e na região dos tabuleiros costeiros da Bahia entre 1990 e 2002**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004.

FERNANDES, S. M. **Recursos naturais e desenvolvimento econômico no Brasil: uma análise a partir da CFEM.** 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

FISHLOW, A. **O ascenso recente nos preços das commodities e o crescimento da América Latina: mais que vinho velho em garrafa nova?** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012. p. 409-435.

FRANGIONI, Z. **Os maiores consumidores de chocolates do mundo,** 2015. Disponível em: <<http://chocolatrasonline.com.br/os-maiores-consumidores-de-chocolates-do-mundo/>>. Acesso em: 01 abr. 2016.

FRANKEL, J. **The natural resource curse: a survey.** mar. 2010. (NBER working paper, n. 15836). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w15836>>. Acesso em: 2 dez. 2015.

HARTMANN, T. **Avaliação das perdas de receita da lavoura cacauceira da Bahia provocadas pela introdução da doença da vassoura-de-bruxa,** 2008. Disponível em: <http://canaldoprodutor.com.br/sites/.../E15_19038Perda_de_Rentabilidade.pdf>. Acesso em: 14 out. 2015.

HUMPHREYS, M.; SACHS, J.; STIGLITZ, J. **Escaping the resource curse.** Columbia: Columbia University Press, 2007.

HUMPHREYS, M.; SANDBU, M.E. The political economy of natural resource funds. IN: HUMPHREYS, M.; SACHS, J.D.; STIGLITZ, J.E. (Orgs.). **Escaping the resource curse.** New York: Columbia University Press, 2007. p. 194-223.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2013.** Rio de Janeiro, 2014. p. 1.

_____. **Produto das lavouras permanentes- Cacau (em amêndoas).** [online] Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>>. Acesso em: 21 jan. 2015.

ILHÉUS. Prefeitura Municipal. **História de Ilhéus vem desde a época do descobrimento.** Disponível em: <http://www.ilheus.ba.gov.br/home/ver.php?n_id=1215&u=historia_de_ilheus_vem_desde_a_epoca_do_descobrimento/>. Acesso em: 26 mar. 2015.

IPEADATA. **População residente-rural.** [online] Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 7 abr. 2015a.

_____. **População residente-urbana.** [online] Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 7 abr. 2015b.

_____. **Contas regionais.** [online] Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 7 abr. 2015c.

LEDERMAN, D.; MALONEY, W. F. **Trade structure and growth.** Washington: World Bank, 2003. (Working paper, n. 3025). Disponível em: <https://papers.gssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=402460>. Acesso em: 22 jan. 2015.

MEHLUM, H.; MOENE, K.; TORVIK, R. Institutions and the resource curse. **The Economic Journal**, v. 116, p. 1-20, jan. 2006. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.459.7624&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

NASCIMENTO, J. G. **Produção de cacau na Bahia: chuva, preço, doença.** Ilhéus, 2000. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2000.

NASCIMENTO, D. M. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.; SILVA, S. B. M. Mudanças na ocupação econômica do litoral Sul da Bahia: os exemplos de Belmonte e Canavieiras, Bahia. **Revista Desenhavia**, n. 10, mar. 2009.

PAPYRAKIS, E; GERLAGH, R. The resource curse hypothesis and its transmission channels. **Journal of Comparative Economics**, n. 32, p. 181-193, 2004.

PERIARD, T.; LOSEKANN, L. O boom do preço do petróleo nos anos 2000: um alívio para a maldição do petróleo?. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 41., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio

de Janeiro: ANPEC, 2013. Disponível em: < <https://www.anpec.org.br/encontro/2013/files_I/i6-518b618664151a299f88cc45425b79e3.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2015.

PLOEG, J. D. V. The food crisis, industrialized farming and the imperial regime. **Journal of Agrarian Change**, v. 10, n. 1, p. 98 - 106, jan. 2010.

PRYL, C. P. **Principais aspectos da atividade cacaujeira no município de Ilhéus**. 2000. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2000.

QUEIROZ, L. M. **Análise de viabilidade financeira da implantação de cacau clonado no eixo Ilhéus-Itabuna**. 2003. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Econômicas, Ilhéus, 2003.

RIBEIRO, F. G.; STEIN, G., RAMOS, P. L. **O impacto econômico dos desastres naturais: o caso das chuvas de 2008 em Santa Catarina**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 41., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPEC, 2013.

ROSÁRIO, M. et al. **Cacau história e evolução no Brasil e no mundo**. Ilhéus: Ceplac, 1978.

ROSS, M. **The oil curse. How petroleum wealth shapes the development of nations**. Local do editor: Princeton University Press, 2012.

SACHS, J. D.; WARNER, A. M. **Natural resource abundance and economic growth**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1995. (Working paper , n. 5398).

SALA-I-MARTIN, X.; SUBRAMANIAN, A. **Addressing the natural resource curse: an illustration from Nigéria**. 2003. (IMF working paper. WP/03/139).

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 3. ed. São Paulo: HUCITEC, 1996.

SANTOS, J. D. **Fundos soberanos de riqueza de recursos naturais e volatilidade cambial**. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SEÁRA, S. N. **Tempos e contratempos: a 'vassoura-de-bruxa' na região cacaujeira da Bahia**. 2001. 47 f. Monografia (Especialização) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2001.

SINNOTT, E. ; DE LA TORRE; A. ; NASH, J. **Recursos naturais na América Latina: indo além das altas e baixas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

SOUSA, R. G. **Os resultados da Primeira Guerra Mundial**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/historiageral/oDs-resultados-primeira-guerra-mundial.htm>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

RESENDE, F. J. L. **Recursos naturais e seus impactos nas Instituições**. São Paulo: Insper, 2013. 40 p.

REZENDE, G.C. Políticas trabalhista, fundiária e de crédito agrícola no Brasil: uma avaliação crítica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, p.47-78, 2006.

SILVEIRA NETO, Raul da Mota *et al.* **Avaliação de política pública para redução da violência: o caso do Programa Pacto pela Vida do estado de Pernambuco**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 41., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPEC, 2013.

SOUZA, L. R. **Análise de impactos econômicos da atividade petrolífera em Municípios da Bahia no período de 2005 a 2010**. 2014. 120 f. Dissertação (Mestrado em Economia)- Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

TORVIK, R. Natural resources, rent seeking and welfare. **Journal of Development Economics**, v. 67, p. 455-470, 2002.

VAN DER PLOEG, F. Why do many resource-rich countries have negative genuine saving? anticipation of better times or rapacious rent seeking. **Resource and Energy Economics**, v. 32, p 28-44, 2010. Disponível em:

<http://bwl.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/lehrstuhl_ind_en_uw/lehre/ws1112/Energy_Seminar_2/Resourse_rich.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2015.

VERISSIMO, M. P.; XAVIER, C. L. Tipos de commodities, taxa de câmbio e crescimento econômico: evidências da maldição dos recursos naturais para o Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v.18, n.2, p. 267-295, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/141598481825>>. Acesso em: 11 jan. 2016.

ZUGAIB, A. C. C.; BARRETO, R. C. S.; SANTOS, L. P. O mercado brasileiro de cacau: perspectivas de demanda, oferta e preços. **Agrotropica**, v. 27, n.3, p. 267-280, 2015.



10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Sessão II:

ECONOMIA DO TRABALHO, SOCIAL E DA EDUCAÇÃO

ENCONTRO DE
ECONOMIA APLICADA
DE SERGIPE

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

DIFERENCIAÇÃO SALARIAL NO ESTADO DE SERGIPE: UMA ANÁLISE ENTRE A REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU E OS DEMAIS MUNICÍPIOS

Luciano R. de S. Souza (UFS), Luiz Carlos de S. Ribeiro (UFS) e Thiago Henrique Rios Lopes (UNIFACS)

RESUMO

Este artigo visa estudar a diferenciação salarial entre indivíduos residentes na Região Metropolitana de Aracaju e indivíduos residentes nos demais municípios sergipanos. Para tanto, utiliza-se microdados do Censo Demográfico de 2010 para estimar regressões *mincerianas* de rendimento e ainda se aplica a decomposição de Oaxaca-Blinder para analisar o efeito Dotação e Retorno. Os principais resultados mostram que há ocorrência de diferencial de salário ao especificar que o fator locacional exerce influência na determinação do nível de salário do indivíduo.

Palavras Chave: Diferenciação de Salário. Economia Sergipana. Oaxaca-Blinder.

ABSTRACT

This paper aims to study the wage differentiation between individuals residing in the Aracaju Metropolitan Region and individuals living in other Sergipe municipalities. To do so, microdata from the Demographic Census of 2010 are used to estimate mincerian regressions and the Oaxaca-Blinder decomposition is still applied to analyze the Endowment and Return effect. The main results show that there is occurrence of wage differential when specifying that the locational factor exerts influence in the determination of the individual salary level.

Keywords: Wage Differentiation. Sergipe Economy. Oaxaca-Blinder.

JEL: J24, J31

1. INTRODUÇÃO

Hirschman (1958) não coaduna com a visão de que forças naturais levariam países ou regiões ao desenvolvimento. Ele parte do princípio de que o progresso econômico não ocorre ao mesmo tempo em toda a parte, e, quando tal progresso ocorre, forças poderosas provocam uma concentração espacial do crescimento entorno dos pontos onde o progresso se inicia. As desigualdades entre e intrarregionais são fenômenos especialmente fortes em nações em desenvolvimento.

Os efeitos do progresso econômico em determinadas partes do território podem, segundo Hirschman (1958), ser favoráveis (Efeitos de Fluência) ou desfavoráveis (Efeitos de Polarização). Um dos efeitos favoráveis são os aumentos das compras e dos investimentos nas regiões atrasadas quando se estabelece uma relação de complementaridade entre as regiões. Por outro lado, efeitos de polarização ocorrem quando as atividades industriais e exportadoras das regiões atrasadas são prejudicadas, por exemplo, quando expostas à concorrência. Vale dizer que as regiões mais desenvolvidas atraem trabalhadores mais habilidosos e dinâmicos vis-à-vis as regiões menos desenvolvidas.

As regiões caracterizadas pela concentração do setor industrial podem apresentar diferenças salariais em relação àquelas com menor dinamismo deste setor. A aglomeração deste tipo de atividade em determinadas cidades favorece a atração de trabalhadores mais escolarizados e produtivos. Assim, é de se esperar que os trabalhadores dos centros mais industrializados recebam rendas mais elevadas mesmo após o controle de características individuais.

Essas ideias fazem parte de toda uma literatura que envolve aglomeração urbana, capital humano e prêmio salarial. Um dos primeiros estudos sobre o tema foi o de Glaeser e Maré

(1994); os autores perceberam que os trabalhadores das regiões metropolitanas dos Estados Unidos ganham, em média, 33% a mais que os outros trabalhadores. Na mesma direção, Yankow (2006) percebeu que esta diferença é de aproximadamente 19% para trabalhadores em grandes áreas urbanas dos EUA. Conclusão semelhante foi obtida por Campos e Neto (2009) quando estudaram este processo no Brasil: observaram que os trabalhadores das regiões metropolitanas ganham até 16% a mais que aqueles nas regiões não metropolitanas. Vale ressaltar que, embora significativas, as diferenças salariais para compensar o custo de vida nas metrópoles não são suficientes para justificar tais discrepâncias salariais, conforme sugerem Filho *et al* (2007).

A acumulação de capital humano nas cidades amplia a produtividade média dos trabalhadores em virtude dos transbordamentos (*spillovers*) de conhecimento. Deve-se ressaltar, contudo, que as externalidades decorrentes da acumulação de capital humano não são as únicas explicações para o prêmio salarial urbano. A relação positiva entre densidade urbana e salários pode ser explicada, por exemplo, pelas economias de aglomeração mais tradicionais: amplitudes do mercado de trabalho e acesso a insumos mais baratos.

Ademais, estudos de Redding e Schott (2003), com foco na Nova Geografia Econômica, sugerem que as principais variáveis que explicam o diferencial de salários decorrem das externalidades pecuniárias, particularmente entre trabalhadores qualificados e não qualificados. Aqui, a decisão de acumular capital humano depende de questões como: custos de transporte, inter-relação dos rendimentos de escala e encadeamentos intersetoriais.

O artigo em tela objetiva estimar se existe diferença salarial entre os municípios da Região Metropolitana de Aracaju (maiores centros urbanos)⁴¹ e os demais municípios do estado de Sergipe. Mais especificamente, objetiva-se medir quanto das diferenças salariais são decorrentes da diferença de atributos entre os indivíduos (Efeito Dotação) e quanto é fruto da diferença nos retornos a estes atributos (Efeito Retorno).

Este estudo possui como novidade em relação à literatura o detalhamento dos determinantes de diferencial de salários no estado de Sergipe. Assim, o mesmo contribui com o entendimento das desigualdades regionais no estado de Sergipe.

O trabalho segmenta-se em cinco seções, além desta introdução. Na seção 2 é feita uma revisão da literatura sobre diferenciais de salários. Na seção 3, os métodos usados na estimação são especificados e a base de dados e a análise exploratória dos dados. A seção 4 apresenta os resultados e discussões. Por último, na seção 5, apresenta-se as principais conclusões do estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O estreitamento dos diferenciais de salários estabelece-se com limitações quando se particulariza o aumento do grau de discriminação. O grau de discriminação e sua tendência espacial incorrem em possíveis mudanças estruturais no mercado de trabalho (BLINDER, 1973, RIBEIRO e NEDER, 2011).

Lowell (1995), com base no Censo Demográfico de 1980, divide a diferenciação de salário em três partes: composição, que é devida a características demográficas; discriminação, que indica o pagamento desigual havendo qualificações equivalentes; interação, que representa o efeito composição e discriminação combinados.

Na literatura, há uma concordância quanto à atração de trabalhadores mais habilidosos em grandes centros urbanos, em especial, nas áreas metropolitanas (SILVA *et al.*, 2014). Na literatura nacional sobre diferenciais de salários, mostrou-se que cidades com uma maior

⁴¹A Região Metropolitana de Aracaju é formada pelos municípios sergipanos de Aracaju, Nossa Senhora do Socorro, Barra dos Coqueiros e São Cristóvão. A Região Metropolitana de Aracaju foi criada pela Lei Complementar nº 25, de 29 de dezembro de 1995. N.A.

concentração de capital humano elevam a produtividade dos trabalhadores, sobretudo daqueles mais escolarizados (SOARES, 2000; ROCHA et al, 2011).

Os diferenciais regionais de renda, com base nos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), apontam para ganhos de aglomeração urbana, mesmo quando controladas pelas características individuais dos trabalhadores, como idade, gênero, cor, educação, entre outros (ALMEIDA e BESARRIA, 2014; COELHO et al, 2010).

Araújo e Ribeiro (2002), com uso dos dados do PNAD de 1995, incorporaram a verificação do diferencial de renda por região. Os resultados confirmaram que o diferencial de renda verificado entre os indivíduos de diferentes regiões e com determinadas características era de natureza intra-ocupacional, sendo que as maiores taxas salariais estavam localizadas nas regiões Sul e Sudeste. Na mesma direção, o trabalho de Ometto et al. (1999), ao detalhar as estruturas ocupacionais presentes na PNAD, analisa os mercados de trabalho dos estados de Pernambuco e São Paulo, apontando os indícios de diferenciação salarial decorrentes da segregação intra-ocupacional.

Cirino e Dalberto (2015) expõem que a diferença de rendimentos na Região Metropolitana de Belo Horizonte, entre trabalhadores formais e informais, está relacionada ao não acesso a postos de trabalho mais seguros, o que provoca baixa adesão aos benefícios trabalhistas e previdenciários.

Igualmente em Cavalieri e Fernandes (1998) há descrição da discriminação, apenas com diferenciais de rendimento entre regiões metropolitanas. Para as regiões metropolitanas brasileiras, o salário médio dos homens é maior que o das mulheres e dos brancos maior que o dos negros, isto mesmo controlando por variáveis com idade, escolaridade e local de moradia. Além disso, as diferenças de gênero se mostram homogêneas que as de raça entre as regiões metropolitanas.

Os resultados apresentados por Cirino e Lima (2012) demonstraram, com uso dos dados do PNAD para o ano de 2006, que os rendimentos por hora de indivíduos localizados na Região Metropolitana de Belo Horizonte eram, em média, superiores aos indivíduos que residiam à Região Metropolitana de Salvador, enfatizando que o aumento na taxa salarial em Belo Horizonte decorria da maior aglomeração econômica e de atributos pessoais mais valorizados no mercado de trabalho (a exemplo da raça, escolaridade e idade do indivíduo).

Barros e Mendonça (1995) concluíram que apesar da existência de uma estrutura ocupacional bastante diversificada entre indivíduos de diferentes características, praticamente a totalidade da diferença salarial deva refletir apenas o perfil pessoal (gênero, idade, raça) e suas dotações (escolaridade e experiência).

Matos e Machado (2006), a partir de informações da PNAD para os anos de 1987 e 2001, colocam que os indícios centrais de diferenciação de rendimento mostram que há forte relação entre nível de salário e discriminação por sexo e cor e, no caso específico desta última característica, também menor dotação de escolaridade. Em síntese, a desigualdade de rendimento do trabalho no Brasil é ainda uma questão de sexo e, sobretudo, de raça.

Os resultados encontrados pelos principais pesquisadores da área têm demonstrado haver diferenciais salariais significativos segundo características pessoais, enfocando nos processos causados por discriminação, por localização e por diferentes componentes de produtividade.

3. DADOS E MÉTODO

Para medir o grau da diferenciação salarial no estado de Sergipe, utiliza-se a estimação pelo Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e posteriormente aplica-se método de decomposição de *Oaxaca-Blinder* para avaliar a diferença entre os rendimentos no mercado de trabalho entre os residentes na região metropolitana de Aracaju e os não residentes nesta área. (OAXACA, 1973; BLINDER, 1973).

O primeiro passo, contudo, é estimar a equação *minceriana* de rendimentos (Mincer, 1974). O modelo para estimar os rendimentos pode ser expresso como:

$$\ln(w) = \hat{\alpha} + X\beta + \hat{u} \quad (1)$$

Em que $\ln(w)$ é o logaritmo natural do salário do trabalhador; $\hat{\alpha}$ é o intercepto linear; β é o vetor de parâmetros a serem estimados; X é o vetor de atributos produtivos e não produtivos que supostamente determinam o rendimento do trabalhador; e \hat{u} é o termo do erro estocástico. Esta equação é estimada pelo Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que, posteriormente, será utilizado na decomposição Oaxaca-Blinder.

A partir desta técnica, pode-se decompor os diferenciais de rendimento em dois componentes: o primeiro é explicado pelas variáveis do modelo (Efeito Dotação), ao passo que o segundo não é explicado (Efeito Retorno). Este último representa os efeitos dados às mesmas características, para trabalhadores localizados em regiões diferentes. Estudo semelhante foi realizado Cirino e Lima (2012) quando mediram tais diferenças entre as regiões metropolitanas de Belo Horizonte e de Salvador.

De uma forma muito simples, a ideia é realizar as seguintes estimações:

$$\ln(\text{Renda}_{RMA}) = \hat{\alpha}_{RMA} + \sum \hat{\beta}_{RME} X_{iRMA} + \hat{u}_{RMA} \quad (2)$$

$$\ln(\text{Renda}_{MSE}) = \hat{\alpha}_{MSE} + \sum \hat{\beta}_{MSE} X_{iMSE} + \hat{u}_{MSE} \quad (3)$$

Em que $\ln(w)$ é o logaritmo natural do salário do trabalhador; X_i é a matriz de atributos produtivos e não produtivos; \hat{u} é o termo do erro que, por hipótese, tem média igual à zero e variância constante. Os subscritos RMA e MSE representam, respectivamente: Região Metropolitana de Aracaju e Municípios de Sergipe.

Subtraindo as duas equações:

$$[\ln(\text{Renda}_{RMA}) - \ln(\text{Renda}_{MSE})] = (\hat{\alpha}_{RMA} - \hat{\alpha}_{MSE}) + (\hat{\beta}_{RMA}X_{iRMA} - \hat{\beta}_{MSE}X_{iMSE}) \quad (4)$$

Somando e subtraindo $(\hat{\beta}_{RMA}X_{iMSE})$, e rearranjando a equação, obtemos:

$$[\ln(\text{Renda}_{RMA}) - \ln(\text{Renda}_{MSE})] = (\hat{\alpha}_{RMA} - \hat{\alpha}_{MSE}) + (\Delta\hat{\beta}X_{iRMA} - \hat{\beta}_{MSE}\Delta X_i) \quad (5)$$

Os três primeiro termos do lado direito da equação 5 representam o efeito retorno; isto é, são os efeitos explicados pelos retornos aos atributos produtivos. O último termo, por sua vez, vai indicar se os indivíduos têm características diferentes nas duas regiões analisadas.

Vale dizer que:

$$\Delta\hat{\beta} = \hat{\beta}_{RMA} - \hat{\beta}_{MSE} \text{ e } \Delta X_i = X_{iRMA} - X_{iMSE} \quad (6)$$

Os dados para a última fase deste projeto serão coletados pelo censo do IBGE para o ano de 2010.

Para isso, desenvolve-se o modelo central de análise da diferenciação salarial, a saber:

$$\ln \text{Renda} = \hat{\alpha} + \beta \text{RegMetro} + \theta \text{homem} + \zeta \text{branco} + \varphi \text{fundamental} + \gamma \text{medio} + \delta \text{superior} + \mu \text{Formal} + X_i\beta_i + \hat{u} \quad (7)$$

Em que: φ , γ , δ , θ e ζ são parâmetros estimados para as variáveis relativas à localização do indivíduo (neste caso, Região Metropolitana de Aracaju), à escolaridade (“fundamental”, “médio”, “superior”), à gênero (“homem”), à raça (“branco”), a situação do indivíduo no mercado de trabalho (formal – caso o indivíduo com carteira de trabalho assinada) e horas

semanais trabalhadas, sendo o X_i vetor de variáveis de controle e β_i como vetor dos coeficientes estimados por cada variável de controle (a exemplo da idade). Os dados foram obtidos a partir do Censo Demográfico 2010.

Este estudo apresenta como cada indivíduo é revelado como detentor de um salário compatível com seus dotes específicos e alguns outros fatores que afetam esta visualização, assumindo-se que os efeitos decorrentes destes pormenores traduzem os pontos centrais do atual estágio do mercado de trabalho sergipano. Os dados para a última fase deste projeto serão coletados pelo Censo de 2010 do IBGE. No Quadro 02, expõem-se as principais variáveis empregadas no estudo em tela.

Quadro 2 - Variáveis empregadas nas para estimação das equações *mincerianas*

| | |
|---------------------------------|---|
| <i>ln</i> Renda | Logaritmo da Renda |
| Região Metropolitana de Aracaju | Dummy = 1 mora em Região Metropolitana de Aracaju, = 0 mora nos demais municípios |
| Sexo | Dummy = 1 Homem, = 0 Mulher |
| Branco | Dummy = 1 Branco, = 0 Não-branco |
| Idade | Idade calculada em anos |
| Fundamental | Dummy = 1 tem ensino fundamental completo, = 0 caso não tenha |
| Médio | Dummy = 1 tem ensino médio completo, = 0 caso não tenha |
| Superior | Dummy = 1 tem ensino superior completo, = 0 caso não tenha |
| Formalizado | Dummy = 1 empregado com carteira assinada, = 0 outros |

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Censo Demográfico 2010.

A partir desta base de dados, pode-se obter algumas evidências iniciais. A Região Metropolitana de Aracaju contava com um percentual de indivíduos economicamente ativos, com idade entre 18 e 50 anos, de aproximadamente 52,2%. Nos demais municípios sergipanos, os indivíduos economicamente ativos corresponderam a 51,2%.

Segundo dados percentuais expostos, na Região Metropolitana de Aracaju, 52,61% dos indivíduos são mulheres e 47,83% dos indivíduos são homens. Para os demais municípios sergipanos, registrou-se um percentual de 50,17% de indivíduos mulheres e 49,83% de indivíduos homens. Em relação à variável gênero, é possível observar que o total de indivíduos homens e de indivíduos mulheres apresenta na região metropolitana e não metropolitanas do estado de Sergipe uma proximidade quanto a diferença percentual. Para isso, tanto na região metropolitana e não metropolitana há indícios de que uma parte significativa do contingente da população economicamente ativa ser composta por indivíduos do gênero feminino.

Em relação à cor ou raça, na Região Metropolitana de Aracaju, 27% da população ocupada declararam pertencer à raça branca, 60% considerou-se parda, 11% assumiram pertencer a raça negra e 2% apresentaram-se oriundos da raça amarela. Quando se observa os dados sobre raça nos demais municípios do estado de Sergipe, registraram-se que 65% dos indivíduos economicamente ativos se intitulavam pardos, 26% afirmavam-se como brancos, 8% negros e 1% amarelos.

No estado de Sergipe, segundo dados do Censo Demográfico de 2010, havia significativa parcela da população economicamente ativa que se declaravam como pertencente à raça parda. Para mais, percebeu-se que o número de indivíduos denominados brancos e negros era um fator de ocorrência na análise demográfica para Sergipe na composição populacional do estado.

A escolha pela análise da população economicamente ativa por raça decorre do fato de muitos estudos apontarem que, no Brasil, os trabalhadores não brancos ainda sofrem muita discriminação no mercado de trabalho, recebendo salários mais baixos, mesmo quando possuem características produtivas similares aos demais trabalhadores, conforme destacado nos estudos de Matos e Machado (2009) e Soares (2000).

Quando se observa o nível de escolaridade entre os trabalhadores na Região Metropolitana de Aracaju, nota-se que 55% não tinham instrução ou fundamental incompleto; 14% dos trabalhadores em idade adulta possuíam o ensino fundamental; 23% concluíram o ensino médio e 7% obtiveram o diploma de cursos superiores.

Ao referir à situação de escolaridade do trabalhador sergipano, particulariza-se que o percentual de indivíduos sem escolaridade é bastante significativo no estado. Enquanto isso, explicita-se na Região Metropolitana de Aracaju um percentual de indivíduos com curso superior e de indivíduos com ensino fundamental e médio na proporção das demandas por mão de obra qualificada no mercado de trabalho.

Nos demais municípios sergipanos, 76% dos indivíduos ainda não possuíam nível de escolaridade para incluir-se em setores do mercado de trabalho que demandavam alguma qualificação específica. Quanto à escolaridade básica, haveria mesmo percentual de indivíduos com ensino fundamental e médio (11%). Porém, o percentual de trabalhadores com ensino superior registrou apenas 2%.

A segregação de renda por escolaridade é uma característica histórica da sociedade brasileira. Os atributos produtivos dos indivíduos estão relacionados ao nível de instrução obrigatórios para a inserção no mercado de trabalho. Neste fato, a escolaridade conduz aos indícios de que os menores salários são destinados aos indivíduos com pouca qualificação técnica e cultural e os maiores salários para os indivíduos com considerável habilidade intelectual.

Além disso, a discriminação salarial no estado de Sergipe acompanha a tendência dos demais estados brasileiros de restringir os empregos com consideráveis rendimentos aos trabalhadores portadores de escolaridade superior ou alta qualificação educacional e técnica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção objetiva apresentar os resultados de Modelo de Regressão Linear Múltipla por Mínimo Quadrado Ordinário (MQO) com intuito de verificar a influência das variáveis qualitativas e quantitativas, selecionadas sobre a renda recebida no mercado de trabalho na Região Metropolitana de Aracaju e demais municípios sergipanos, segundo características dos indivíduos.

Com relação aos resultados econométricos, primeiramente são apresentadas os quatro modelos explicativos sobre o comportamento da variável dependente \ln Renda frente a influência de modificações nas variáveis explicativas, a saber: Região Metropolitana de Aracaju, Gênero, Idade, Raça, Escolaridade (ensino Fundamental, Médio e Superior), Formal (trabalhador com carteira assinada) e horas semanais trabalhadas.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos modelos estimados para verificar as disparidades salariais decorrentes de diferentes características de indivíduos localizados tanto na Região Metropolitana de Aracaju como nos demais Municípios do Estado de Sergipe. Procura-se detalhar os condicionantes locais de determinação da renda com base no comportamento especificado no modelo proposto na seção 3.

Tabela1: Resultados das estimações por MQO dos modelos de diferenciação de renda

| Variáveis Explicativas | Variável Dependente: <i>lnRenda</i> | |
|---------------------------------|--|---------------|
| | Coefficiente | Desvio-Padrão |
| Região Metropolitana de Aracaju | 0,3843*** | (0,00605) |
| Gênero | 0,4315*** | (0,00540) |
| Idade | 0,0749*** | (0,00102) |
| Idade ² | -0,0007*** | (0,00001) |
| Raça | 0,1047*** | (0,00578) |
| Fundamental | 0,3885*** | (0,00764) |
| Médio | 0,7215*** | (0,00670) |
| Superior | 1,5458*** | (0,01022) |
| Formal | 0,5147*** | (0,00570) |
| Constante | 3,4890*** | (0,02007) |
| Nº de Observações | 167.224 | |
| R-Quadrado | 0,3023 | |

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Demográfico de 2010.

Nota (1): (-) erros-padrão: ***significante a 1%; **significante a 5%; *significante a 10%.

Na Tabela 1, os resultados do modelo mostram a influência das variáveis explicativas sobre o rendimento médio dos indivíduos na Região Metropolitana de Aracaju e Região Não Metropolitana do estado de Sergipe. De forma geral, percebe-se que todas as variáveis são significativas e com os sinais esperados pela literatura.

Os resultados obtidos através da estimação da equação *minceriana* de rendimentos pelo método de MQO convencional demonstram, de acordo com o esperado, que a escolaridade, a atuação no segmento formal do mercado de trabalho (a exemplo dos indivíduos com carteira assinada) e residência em áreas metropolitanas contribuem positivamente na determinação dos rendimentos dos trabalhadores durante o período analisado.

A dummy de Região Metropolitana de Aracaju (categoria base – Região Não Metropolitana) indica que os indivíduos que nesta área até a data de referência do Censo Demográfico 2010 recebiam um rendimento de 38% superior aos não residentes.

A dummy gênero (categoria base - mulher) é significativa a 1% e indica um diferencial de rendimento positivo em 43% favorável aos homens. Já com relação à *dummy* de raça/cor (categoria base – negro), observa-se um diferencial de rendimentos de 10% favorável aos indivíduos brancos.

O sinal da variável *proxy* Idade (calculada em anos) é condizente com a teoria do capital humano, apresentando-se positivo e significativo, indicando sua influência positiva na determinação dos salários (7%), ou seja, indivíduos com maior faixa etária ou com maior experiência obtém um rendimento 7% maior que os indivíduos com menor faixa etária ou sem experiência. Da mesma forma, o sinal positivo da *proxy* Idade (que servirá para captação dos efeitos da experiência sobre o rendimento individual) e o sinal negativo do coeficiente do termo quadrático da *proxy* Idade² estimado via MQO são condizentes com que está preconizado pela teoria do capital humano (o salário individual aumenta com a idade até cento ponto).

Outro resultado importante é que o retorno ao atributo educacional, especificado nas variáveis Fundamental, Médio e Superior (categoria base – sem instrução) expõe a relação entre

o nível de escolaridade e o rendimento individual. Para isso, o resultado obtido revelou que quanto maior o nível de escolaridade, maior será o rendimento individual.

Segundo a estimação em MQO, os indivíduos com ensino Fundamental recebem 38% a mais em comparação aos indivíduos que não possuem escolaridade. Para tanto, os indivíduos que possuem o ensino Médio recebem 72% a mais do rendimento dos que não possuem escolaridade.. Em destaque, os indivíduos mais escolarizados recebem um maior percentual que os indivíduos não escolarizados. Este fato se aplica aos indivíduos com ensino superior, que dispõem de um rendimento médio de aproximadamente 154% a mais do que aqueles sem escolaridade.

Com relação à *dummy* de formal (categoria base - sem carteira assinada) apresenta um percentual de rendimento de aproximadamente 51%, denotando que o indivíduo com carteira assinada recebe um salário maior que aqueles expostos à informalidade. Desta característica, coloca-se que os indivíduos com carteira assinada possuem mais garantias legais, concedidos pela legislação trabalhista, replicando no nível de rendimento.

Após esta análise inicial pela estimação pelo método de MQO, através da equação *minceriana* de rendimentos, o passo seguinte é decompor a diferença salarial entre os residentes e não residentes na região metropolitana de Aracaju em dois componentes: i) dotação: diferença que corresponde às diferenças de características produtivas e ii) retorno: diferença nos retornos às variáveis entre as regiões. Estes fatores são gerados pelo método de *Oaxaca-Blinder*.

Na Tabela 2, estão apresentados os valores dos logaritmos de renda para os indivíduos da Região Metropolitana de Aracaju e demais municípios sergipanos, bem como a diferença entre os mesmos e a participação do Efeito Dotação e do Efeito Retorno para exposição da desigualdade de rendimentos. Na tabela, está disposta a decomposição detalhada para as variáveis explicativas (Região Metropolitana, Região Não Metropolitana, gênero, idade, entre outras), destacando os principais indicadores de diferenciação no rendimento individual.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Tabela 2: Decomposição do Diferencial de Rendimentos pelo método de Oaxaca-Blinder

| Variável Dependente: <i>ln</i> Renda | | |
|--------------------------------------|---------------|---------------|
| | Coefficiente | Desvio Padrão |
| Região Não Metropolitana | 585,41*** | 2,6198 |
| Região Metropolitana de Aracaju | 1.339,70*** | 14,7286 |
| Diferença | -754,29*** | 14,9598 |
| Efeito Dotação | -355,31*** | 12,5375 |
| Efeito Retorno | -513,26*** | 14,4990 |
| Efeito Dotação | | |
| | Coefficiente | Desvio Padrão |
| Gênero | 54,46*** | 2,9037 |
| Idade | -36,02*** | 5,5704 |
| Idade ² | 6,37** | 2,3454 |
| Raça | -5,80*** | 0,9680 |
| Fundamental | -3,87*** | 0,8353 |
| Médio | -143,22*** | 6,3411 |
| Superior | -310,35*** | 7,1599 |
| Formal | -83,12*** | 6,9611 |
| Efeito Retorno | | |
| | Coefficiente | Desvio Padrão |
| Gênero | -253,77** | 15,8463 |
| Idade | -1.1190,92*** | 235,4349 |
| Idade ² | -188,69** | 118,0486 |
| Raça | -65,03*** | 9,0793 |
| Fundamental | -18,54** | 6,9013 |
| Médio | -136,73*** | 13,3326 |
| Superior | -276,94*** | 7,9714 |
| Formal | -243,09*** | 14,8205 |
| | Coefficiente | Desvio Padrão |
| Constante | 996,91*** | 126,2869 |
| Número de observações | | 167.224 |

Fonte: Elaboração Própria com base nos dados do Censo 2010.

Nota (1): Coeficiente em nível monetário em reais (R\$).

Nota (2): (-) erros-padrão: ***significante a 1%; **significante a 5%; *significante a 10%.

Nota (2): Os valores entre parênteses na parte inferior do Painel e da Decomposição referem-se ao desvio padrão das estimativas.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, a decomposição de Oaxaca-Blinder estabelece os indicadores de diferenciação de rendimento salarial entre indivíduos localizados na Região Metropolitana de Aracaju e demais municípios sergipanos. Este fato ferece o seguinte raciocínio: quem mora na Região Metropolitana de Aracaju ganha em média R\$ 1.339,00, mas quem reside nos demais municípios do estado recebem um rendimento médio no valor de R\$ 585,00, sendo que a diferença de rendimento é igual R\$ 754,00. O resultado da decomposição demonstra que os indivíduos residentes na Região Metropolitana de Aracaju recebem um rendimento maior que os não residentes nesta área.

De início, segundo a Tabela 2, torna-se evidente que o diferencial de rendimento particulariza a percepção das distinções de atributos individuais (relativo ao Efeito Dotação) ou

das distinções no retorno aos atributos individuais (referente ao Efeito Retorno). De igual modo, o Efeito Dotação explica, através das características produtivas dos indivíduos, os diferenciais de rendimentos entre a Região Metropolitana de Aracaju e demais municípios do estado de Sergipe.

O Efeito Retorno expõe a diferença de rendimentos entre a Região Metropolitana de Aracaju e os demais municípios sergipanos pelos retornos aos atributos produtivos. Pelo entendimento acerca dos Efeitos Dotação e Retorno, entende-se que a decomposição do diferencial de rendimento, ou melhor, da desigualdade de rendimento entre indivíduos residentes tanto na Região Metropolitana de Aracaju como na Região Não Metropolitana é especificada por dois indicadores: o indicador que registra o efeito das diferenças nas variáveis e o fator que registra a diferença nos retornos às variáveis entre as duas regiões.

Caso o diferencial de rendimento de indivíduos residentes tanto na Região Metropolitana de Aracaju quanto nos demais municípios sergipanos for negativo, o Efeito Dotação também apresenta sinal negativo, demonstrando que os as diferentes características dos indivíduos residentes nestas duas regiões não exercem impacto significativo na determinação do rendimento. Da mesma forma, quando o Efeito Retorno a apresentar um sinal negativo, visualiza-se que o retorno às variáveis como escolaridade, idade e raça não reflete a essência do diferencial de rendimento (estas variáveis não influenciariam diretamente na determinação da renda individual).

Em síntese, as diferentes características individuais não permitem explicitar a origem da desigualdade de rendimento dos residentes na Região Metropolitana de Aracaju e demais municípios de Sergipe. Os resultados apontam para um maior impacto do fator localização sobre o rendimento. Por isso, há indícios de que residir na Região Metropolitana de Aracaju torna-se, aparentemente, condição para auferir maior nível de rendimento individual.

Os resultados vão ao encontro dos estudos de Cirino e Dalberto (2015) ao destacar que a magnitude gerada pela questão locacional frente aos atributos pessoais sobre a diferenciação de salários constitui fundamento para estudos acerca da desigualdade espacial de renda, visto que, a análise da relação entre o lugar de residência (Região Metropolitana de Aracaju e demais municípios de Sergipe) e as características dos indivíduos (gênero, raça, escolaridade, idade e situação no mercado de trabalho) forneça indicadores que permitam a mensuração da magnitude salarial.

Como evidência principal, vale destacar que a decomposição revelou que o lugar é o principal atributo que implica maior efeito sobre os rendimentos individuais. Neste aspecto, Cirino e Lima (2012) enfocam a importância de uma região com dinamismo econômico marcado pelo desenvolvimento das atividades industriais, do setor de serviços com maior concentração de empregos formais de considerável nível salarial, seguidos por melhores oportunidades de trabalho em comparação a regiões com pouco dinamismo produtivo e econômico. Em foco, na Região Metropolitana de Aracaju encontram-se as maiores concentrações de empreendimentos ligados ao setor de serviços e industrial, significando os efeitos de atração de mão-de-obra qualificada (como abordado pela teoria do capital humano).

Nos termos propostos por Azzoni e Servo (2001), ao observar que os indivíduos da Região Metropolitana de Aracaju ganhavam mais que os indivíduos residentes na área não metropolitana, enfatiza-se a possibilidade dos efeitos das amenidades locais (alto custo de vida, prêmio salarial, etc.) explicarem os diferenciais regionais de renda, não indicando, assim, necessariamente diferenciais de bem-estar para indivíduos com mesma dotação de recursos produtivos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão dos determinantes do diferencial salarial entre a Região Metropolitana de Aracaju e demais municípios do estado de Sergipe é relevante para auxiliar o desenho de políticas públicas voltadas para a diminuição das desigualdades espaciais de capital humano, bem como de disparidades na renda. Nesse contexto, deve-se entender a dinâmica econômica dos lugares e os aspectos modificadores do trabalho, a exemplo da qualificação profissional, para prever os efeitos motivadores da diferenciação salarial, considerando, nessa análise, a junção de atributos individuais e regionais para revelar os indícios centrais da desigualdade de rendimento presente no estudo em tela.

O artigo em tela pretendeu verificar a existência de diferenciais salariais entre a região metropolitana e não metropolitana do estado de Sergipe por meio de modelos hierárquicos e modelos de decomposição pelo método de Oaxaca-Blinder. Para tal foram utilizados microdados do Censo Demográfico de 2010.

O tratamento abordado pelo modelo hierárquico obtido por MQO confirmou a hipótese de diferencial de rendimento positivo em função das características pessoais, sendo esse resultado coerente com uma possível desigualdade na composição do salário médio dos indivíduos, tornando evidente o impacto da escala urbana e regional. Deste fato, advêm os efeitos positivos das amenidades locais sobre o salário dos indivíduos deixando clara a presença de economias de aglomeração.

A pesquisa apresenta, segundo o consenso na literatura, o retorno positivo sobre a renda dos indivíduos residentes na Região Metropolitana de Aracaju, contribuindo para o pressuposto da elevação do retorno de capital dos indivíduos que residem nesta área, enfatizando os efeitos das amenidades sobre o salário do trabalhador urbano no estado de Sergipe.

As evidências apontam para a necessidade de políticas públicas que priorize a equalização de oportunidades por meio da diminuição das desigualdades regionais de renda. Em seguida, as ações governamentais devem agir no sentido de intensificar o ambiente de capacitação da mão-de-obra nas regiões não metropolitanas e conceber políticas estaduais de diminuição dos efeitos do custo de vida sobre a composição salarial dos trabalhos nas áreas metropolitanas.

O estudo em tela apresentou três limitações que pode apoiar a elaboração de novos trabalhos. Em primeiro lugar, a inexistência de trabalhos desta natureza sobre o estado de Sergipe não possibilitou uma abordagem maior sobre o problema da diferencial regional de renda. A segunda limitação configurou na base de dados do Censo que não contribuiu para a construção de algumas variáveis relevantes para elucidação da problemática envolta no estudo. Para a terceira limitação, verificou-se que os indícios de efeitos das amenidades locais, à primeira vista, não ofertaram uma compreensão lógica a relação deste determinante com as características dos indivíduos residentes tanto na Região Metropolitana de Aracaju como nos demais municípios de Sergipe.

Por fim, sugere-se a realização de pesquisas específicas para verificar a natureza das amenidades locais, particularmente no que se refere aos efeitos sobre a diferenciação salarial não somente dos indivíduos residentes na Região Metropolitana de Aracaju, mas incluir um diagnóstico sobre o comportamento da renda frente aos determinantes locais no mercado de trabalho da Região não metropolitana do estado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, Wallace da Silva de; BESARRIA, Cássia Nóbrega. Diferenciais de Rendimento por Gênero e Raça no Mercado de Trabalho nordestino: Uma Análise via Regressões Quantílicas e Decomposição de OAXACA-BLINDER (1973). In: *X Encontro de Economia Baiana*, Setembro, 2014.
- ARAÚJO, V.F.; RIBEIRO, E.P. Diferenciais de salários por gênero no Brasil: uma análise regional. In: *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, nº02, 2002.
- AZZONI, C.; SERVO, L. Education, cost of living and regional wage inequality in Brazil. In: *Papers in Regional Science*, 2001.
- BARROS, Ricardo Paes de; MENDONÇA, Rosane. *Os Determinantes da Desigualdade no Brasil*. Brasília: IPEA, 1995. (Texto para Discussão, nº478).
- BLINDER, A.S. Wage Discrimination: Reduced Form and Structural Estimates. In: *Journal of Human Resources*, 1973.
- CAMPOS, F. M.; NETO, R. M. A importância da dimensão do mercado de trabalho para os diferenciais de participação e salários entre gêneros: uma análise empírica para os centros urbanos brasileiros. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA - ANPEC*, 37 . Foz do Iguaçu, Paraná, 2009.
- CAVALIERI, C.; FERNANDES, R. Diferenciais de Salários por Gênero e por Cor: Uma comparação entre Regiões Metropolitanas Brasileiras. In: *Revista de Economia Política*, São Paulo, nº1, 1998.
- CIRINO, J.F.; DALBERTO, C.R. Trabalhadores formais versus informais: diferenças de rendimento para a região metropolitana de Belo Horizonte. In: *Perspectiva Econômica*, nº02, 2015.
- CIRINO, J.F.; LIMA, J.E. Diferenças de Rendimento entre as Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte e Salvador: uma discussão a partir da decomposição de Oaxaca-Blinder. In: *Documentos Técnico-Científicos*, nº02, 2012.
- COELHO, D. et al. *Regressão Quantílica com correção para a seletividade amostral: estimativas dos retornos educacionais e diferenciais raciais na distribuição de salários das mulheres no Brasil*. Brasília: IPEA, 2010. (Texto para Discussão, nº1483).
- FILHO, N. A. et al.. Educação e queda recente da desigualdade no Brasil. In: R. P. Barros, M. N. Foguel, G. Ulyssea, & IPEA (Ed.), *Desigualdade de renda no Brasil: uma análise da queda recente* (pp. 285-304). Brasília, 2007.
- GLAESER, E. L.; MARÉ, D. C. Cities and Skills. In: *National Bureau of Economic Research*, 1994.
- HIRSCHMAN, A. O. *The strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press, 1958.
- LOWELL, Peggy A. Race, Gender and Development in Brazil. In: *Latin American Research Review*, nº03, 1995.
- MACHADO, A.F.; MATOS, R.S. Diferencial de Rendimento por Cor e Sexo no Brasil. In: *Econômica*, Rio de Janeiro, nº1, 2006.
- MINCER, J. *Schooling, Experience and Earnings*. New York, 1974

OMETTO, A.M. et al. Participação da mulher no Mercado de trabalho: discriminação em Pernambuco e São Paulo. In: *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 1999.

OAXACA, R. Male-Female wage differentials in urban labor markets. In: *International Economic Review*, 1973.

SILVA, D. L. G. et al. Distribuição espacial dos efeitos de aglomeração sobre os retornos à educação no Brasil. In: *X Encontro de Economia Baiana*, 2014, Salvador. Anais do Encontro de Economia Baiana, 2014.

SOARES, S.S. *O Perfil da Discriminação no Mercado de Trabalho: Homens Negros, Mulheres Brancas e Mulheres Negras*. Brasília: IPEA, 2000. (Textos para Discussão, 769).

REDDING, S.; SCHOTT, P. Distance, skill, deepening and development: will peripheral countries ever get rich? In: *Journal of development economics*, 72 (2), 515-541, 2003.

RIBEIRO, R; NEDER, H. Desigualdade dos rendimentos do trabalho: estudo comparativo para as Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. In: *Revista Análise Econômica*, Porto Alegre, 2006.

ROCHA, R.M. et al. Maiores Cidades, Maiores Habilidades Produtivas: Ganhos de Aglomeração ou Atração de Habilidade? Uma análise para as cidades brasileiras. In: *Fórum BNB de Desenvolvimento/ANPEC Nordeste*, Fortaleza, 2011.

YANKOW, J. J. Why do cities pay more? An empirical examination of some competing theories of the urban wage premium. In: *Journal of Urban Economics*, 60, 139-161, 2006.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

EFICIÊNCIA NA EDUCAÇÃO SUPERIOR: UMA ANÁLISE PARA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Daiana D. Vecchia (UFBA), Verônica F. S. dos Santos (UFBA) e Cláudia Sá M. Andrade (UFBA)

RESUMO

A educação desempenha um papel crucial sobre o desenvolvimento social e econômico de uma nação, por conseguinte, é fundamental elevar a qualidade educacional e o desempenho dos alunos. Sendo assim, faz-se relevante avaliar as Instituições de Educação Superior (IES) baseando-se no critério de eficiência, tendo em vista que a eficiência é considerada um importante indicador de qualidade. Dessa forma, este artigo analisa a eficiência das Instituições de Educação Superior (IES) públicas da região Nordeste do Brasil por meio da metodologia conhecida como Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*), a qual possibilita a realização de uma análise comparativa entre as IES. A amostra contém 31 IES públicas da região Nordeste do Brasil em uma análise para o período de 2008 a 2012. Ao longo do período analisado foi possível verificar oscilações na eficiência das IES, provocando, conseqüentemente, deslocamentos na fronteira de eficiência. Na média geral o número de IES ineficientes foi superior ao número de IES eficientes, fato que demonstra a deterioração do produto educacional, indicando a importância de políticas e investimentos no setor, a fim de aprimorar o desempenho das IES do Nordeste brasileiro.

Palavras-chave: Instituições de Educação Superior (IES). Fronteira de eficiência. Análise Envoltória de Dados (DEA).

ABSTRACT

The education plays a crucial role in the social and economic development of a nation, therefore it is fundamental to raise the quality of education and the performance of students. Therefore, it is relevant to evaluate the Institutions of Higher Education (HEI) based on the criterion of efficiency, considering that efficiency is considered an important indicator of quality. In this way, this article analyzes the efficiency of Public Institutions Higher Education (HEI) in the Northeast region of Brazil through the methodology known as Data Envelopment Analysis (DEA), which allows the accomplishment of a comparative analysis between The HEIs. The sample contains 31 public HEIs from the Northeast region of Brazil in an analysis for the period from 2008 to 2012. Throughout the analyzed period, it was possible to verify oscillations in the efficiency of HEI, causing, consequently, displacements at the efficiency frontier. In average general, the number of inefficient HEIs was higher than the number of efficient HEIs, which shows the deterioration of the educational product, indicating the importance of policies and investments in the sector, in order to improve the performance of HEIs in the Northeast of Brazil.

Keyword: Institutions Higher Education (HEI). Frontier of eficiente. Data Envelopment Analysis (DEA)

JEL: A29Economic Education and Teaching of Economics: Other

1. Introdução

As Instituições de Educação Superior (IES) são organizações complexas, capazes de gerar diversos bens e serviços através da combinação de distintos fatores de produção. De acordo com Petrelli e Colossi (2006), as IES tem ampla responsabilidade de gerar e propagar o conhecimento aos indivíduos demandantes, de produzir, apoiar e divulgar pesquisas, transmitir

a inteligência nacional, promover a cidadania, estimular valores éticos, proteger e difundir a cultura do país e proporcionar outros diversos serviços à população.

No Brasil, a educação superior tem enfrentado distintos problemas devido à pressão pelo aumento do número de vagas, às expressivas diferenças regionais, à necessidade de expandir e atualizar a pesquisa nacional, à escassez de recursos aliada a elevados custos, entre outros. Com o acelerado processo de expansão da educação superior observado, principalmente nas últimas décadas, intensificaram-se também as preocupações com relação à qualidade da educação oferecida à sociedade.

À medida que o sistema de educação superior se expande e eleva seus padrões de ciência e tecnologia, as IES se tornam mais abrangentes e passam demandar bons mecanismos de gestão para que a eficiência possa ser atingida. O uso de técnicas direcionadas à mensuração da eficiência das IES faz-se de grande conveniência. Essas técnicas atuam como ferramentas auxiliares no processo de desenvolvimento de políticas direcionadas ao setor e como apoio à tomada de decisões por parte do Governo e dos gestores das instituições.

Conforme destaca Souza (2009, p.21) uma instituição eficiente é aquela que consegue: “desempenhar tarefas de maneira racional, otimizando a relação recursos dispendidos x resultados alcançados e obedecendo às normas e aos regulamentos aplicáveis”. Dessa forma, uma instituição será eficiente se ela desenvolver suas atividades da melhor maneira possível, buscando sempre obter qualidade, que pode ser evidenciada pela capacidade das IES dedicarem seus esforços para elevar o desempenho e formar cidadãos.

Visto que a busca por melhores resultados, ou seja, pelo aumento da qualidade educacional e do desempenho dos alunos, tem se tornado prioridade no desenvolvimento de políticas públicas direcionadas à educação superior, a ideia central é encontrar mecanismos capazes de extrair do sistema de educação superior as práticas mais convenientes, adaptando-as às distintas realidades existentes. Nesse sentido, mensurar a eficiência com que as IES estão atuando mostra-se uma questão relevante, pois a eficiência é um importante indicador da qualidade educacional.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos a fim de mensurar a eficiência do setor educacional, tanto na literatura internacional como nacional, principalmente por meio de técnicas não paramétricas como a Análise Envoltória de Dados (DEA)⁴², por exemplo. A DEA se mostra adequada para aplicação em sistemas complexos, diversificados, que permanecem em constante

⁴² Avkiran (2001), Abbott e Doucouliagos (2003), Flegg et al (2003), Afonso e Santos (2004), Afonso e Aubyn (2005), Sibiano e Agasisti (2011), Belloni (2000), Façanha e Marinho (2001), Panepucci (2003), Oliveira e Turrioni (2005), Gramani e Duarte (2011), Costa et al (2012), entre outros.

mudança e expansão, como é o caso do sistema educacional. É apropriada para avaliar a eficiência de organizações onde não é possível mensurar os preços de mercado ou para unidades que não visam lucros.

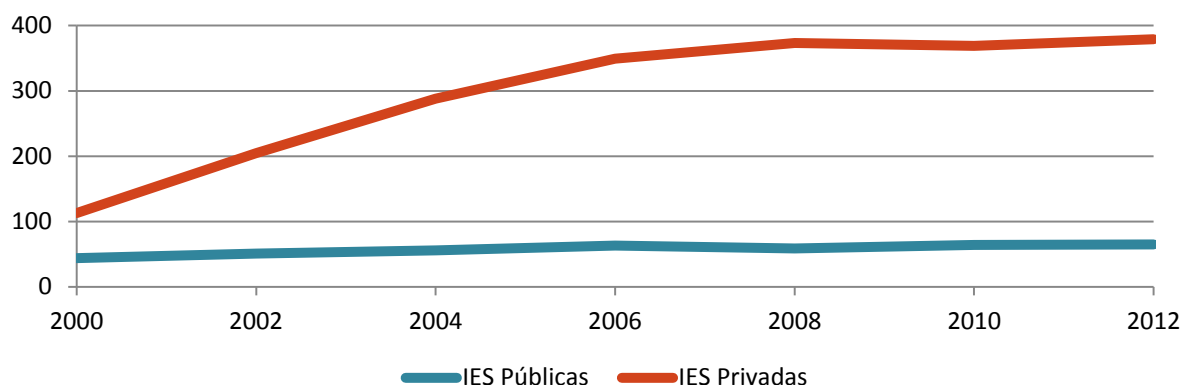
Considerando a importância desempenhada pelo sistema de educação superior e a necessidade de elevar os níveis de qualidade do ensino ofertado, a fim de proporcionar crescimento e desenvolvimento social e econômico, este artigo se propõe a avaliar o desempenho das IES públicas da região Nordeste do Brasil através da técnica DEA, baseando-se no critério de eficiência. Assim, avaliará se essas instituições utilizam de forma ótima os insumos disponíveis, a fim de gerar o máximo de produtos possíveis. Dessa forma será possível fazer uma comparação entre as IES e uma projeção de metas para que as mesmas consigam obter um melhor desempenho.

Além desta introdução, o trabalho será dividido em outras cinco seções. A segunda seção apresenta as características da educação superior da região nordeste, bem como, analisa de forma quantitativa o processo de expansão ocorrido. A terceira seção tem como objetivo expor a fundamentação teórica que dará suporte à análise da eficiência das IES da região Nordeste do Brasil. A quarta seção exhibe os materiais e métodos utilizados na análise. A quinta seção, por sua vez, mostra os resultados obtidos. E finalmente, a sexta seção traz as considerações finais.

2. Educação Superior na região Nordeste em números

Durante muitos anos a educação superior da região Nordeste, onde foram criadas as primeiras IES brasileiras, permaneceu sem mudanças significativas. O desenvolvimento da educação superior no Nordeste, assim como no Brasil em geral, ocorreu de forma lenta e descontínua. De acordo com Rosa *apud* INEP (2013) o número de IES públicas na região Nordeste, no decorrer da década de 1990, apresentou sucessivas reduções enquanto o número de IES privadas aumentou substancialmente. A partir do ano 2000 o número de IES públicas aumentou e se manteve constante ao longo da década. O número de IES privadas continuou com um processo de expansão acelerado até meados da década de 2000 e posteriormente manteve-se constante, conforme pode ser visto no Gráfico 1:

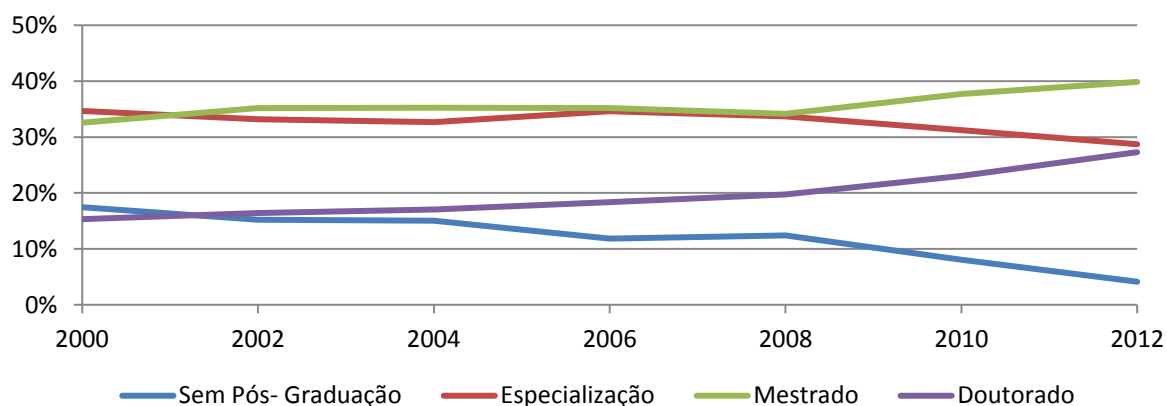
Gráfico 1 - Número de IES - Nordeste, 2000 a 2012



Fonte: Rosa *apud* INEP (2013). Elaboração própria.

Com relação ao número de cursos de graduação presenciais, entre 2000 e 2012, as IES públicas contavam com uma quantidade maior do que as IES privadas, com destaque para as IES públicas estaduais, seguidas das IES federais e posteriormente as municipais. Ao longo desses doze anos o número total de cursos cresceu mais de 230%. A modalidade Educação a Distância (EAD) representava, em 2012, cerca de 4% do número total de cursos existentes na região. O total de funções docentes cresceu, entre 2000 e 2012, cerca de 138% no período, sendo distribuídas por grau de formação conforme gráfico 2. As funções docentes com formação doutorado e mestrado se destacaram com crescimentos exponenciais. Cerca de 80% das funções docentes com doutorado pertenciam às IES públicas em 2012.

Gráfico 2 - Distribuição das funções docentes por grau de formação - Nordeste, 2000 a 2012.



Fonte: Rosa *apud* INEP (2013). Elaboração própria.

Esse aumento expressivo no número de funções docentes, principalmente aqueles com maior grau de qualificação, pode ser considerado um fator importante para o desempenho dos alunos, tendo visto que um maior número de funções docentes com grau elevado de qualificação favorece no atendimento à demanda dos alunos. Além disso, o fato da rede pública possuir

maior percentual de funções docentes com doutorado demonstra o potencial da rede gerar ensino de qualidade.

Em 2000, de acordo com Rosa *apud* INEP (2013), a Região Nordeste teve 413.709 registros em cursos de graduação presenciais, representando aproximadamente 15% do total de matrículas brasileiras. Neste ano a região Nordeste teve o terceiro maior número de matrículas do país e apenas as regiões Norte e Nordeste tiveram as matrículas em IES públicas superiores às matrículas em IES privadas. O número de matrículas registradas nas capitais foi quase o dobro do número de matrículas registradas no interior.

Em doze anos o número de matrículas presenciais teve um aumento de mais de 190%, atingindo em 2012 o total de 1.213.519 matrículas em cursos de graduação presenciais sendo que, pouco mais de 58% encontrava-se na rede privada. As matrículas registradas na capital ainda eram superiores às matrículas do interior em 2012 e a região Nordeste apresentou o segundo maior número de matrículas do país, ficando atrás apenas da região Sudeste. Com relação às matrículas na EAD, verifica-se que ao longo dos anos a modalidade apresentou relevantes incrementos, principalmente depois da criação da Universidade Aberta do Brasil (UAB)⁴³ em 2005. Entre 2008 e 2012 o número de matrículas na EAD mais que quadruplicou. Em 2012 as matrículas EAD representavam cerca de 15% do total de matrículas na região Nordeste.

Cerca de 67% dos concluintes em cursos presenciais na região Nordeste, em 2000, pertencia à rede pública de ensino. Assim como o número de matrículas, é somente a partir de meados dos anos 2000 que o número de concluintes da rede privada supera a rede pública. Em 2012, conforme pode ser visto na Tabela 1, a rede pública reduziu sua participação em relação ao início da década, caindo para aproximadamente 36 % do total. Nesse ano, o total de concluintes do Nordeste representava cerca de 17% do total de concluintes brasileiros.

Tabela 1 - Concluintes do ensino superior no Nordeste -2000 a 2012.

| IES | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | 2012 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Públicas | 31.632 | 47.167 | 54.209 | 50.504 | 48.140 | 48.172 | 53.259 |
| Privadas | 15.228 | 21.657 | 35.461 | 56.849 | 68.480 | 85.662 | 95.541 |

Fonte: Rosa *apud* INEP (2013). Elaboração própria.

⁴³ Sistema integrado por universidades públicas que oferece cursos de nível superior para camadas da população que têm dificuldade de acesso à formação universitária, por meio do uso da metodologia da educação a distância (CAPES,2014).

Assim como no Brasil em geral, a expansão da educação superior na região Nordeste, ao longo dos anos, ocorreu principalmente a cargo do setor privado, favorecido, sobretudo pela incapacidade do setor público em absorver a demanda por educação superior. Entretanto, apesar da rede pública apresentar falhas em sua estrutura, possuindo volume de recursos inferior ao volume de recursos das IES privadas e não conseguindo atender toda a demanda, sua participação no sistema de ensino é fundamental para o desenvolvimento científico, cultural e tecnológico da região. Nesse sentido, percebe-se a necessidade de ampliação do sistema de educação superior da região. Contudo, essa ampliação deve ocorrer sob parâmetros de qualidade, para isso é necessário que os órgãos competentes analisem as estatísticas e trabalhem no objetivo de criar novas políticas de expansão, manutenção e reestruturação do sistema de educação superior.

3. Educação e seu Processo de Produção

Os estudos que analisam a qualidade e eficiência da educação pela ótica do desempenho partem de uma função de produção educacional simples, em que os insumos comuns considerados são recursos escolares, background familiar e ambiente socioeconômico dos alunos, e que tem como resultado o desempenho do aluno. Nesta abordagem, o produto do processo educacional está diretamente relacionado aos insumos, aqueles diretamente controlados pelos formuladores de políticas (as características das escolas, professores, currículos e assim por diante) e os que não são controlados, como as famílias e amigos e os dons inatos ou capacidades de aprendizagem dos alunos.

Os recursos escolares em geral são medidos por um conjunto de informações sobre infraestrutura da escola (computadores, biblioteca, qualificação dos professores e diretores) e condições de trabalho e aprendizado (números de alunos por turma, por professor, carga horária, valor hora-aula, dentre outros). Em geral, a qualificação dos professores é mensurada pelo nível educacional e anos de experiência. O background familiar, variável exógena, é geralmente analisado por meio características socioeconômicas como educação dos pais, renda e tamanho da família. Além deste conjunto de fatores, vê-se também a consideração de elementos sócio demográficos, como efeitos dos pares e fatores comunitários sobre o desempenho dos alunos (HANUSHEK, 2007).

3.1 Função de Produção Educacional

O conceito microeconômico de função de produção é originário da teoria da firma. Nessa teoria as firmas transformam os insumos em produtos através de uma determinada tecnologia. As

ações que estão relacionadas de maneira dinâmica a fim de transformar os fatores de produção em resultados são chamadas de processo de produção. De acordo com Varian (2006), durante o processo de produção, a unidade produtiva é capaz de transformar uma diversidade de insumos em um ou mais produtos. A função de produção demonstra as várias possibilidades técnicas de produção que uma firma enfrenta.

A função de produção educacional (FPE) é derivada da função de produção das firmas. Na FPE os produtos educacionais, como por exemplo, o sucesso no mercado de trabalho, a presença de alunos na educação superior, a taxa de formandos e, mais frequentemente, o desempenho dos alunos em testes padronizados estão em função de insumos educacionais, como por exemplo, características dos alunos, background familiar, o ambiente socioeconômico no qual os alunos estão inseridos, o volume de gastos por alunos, o salário dos professores, entre outros. A FPE pode ser representada pela seguinte equação:

$$Y_i^t = f(A_i^t, B_i^t, C_i^t, D_i^t, \varepsilon) \quad (1)$$

Onde, Y_i^t representa o vetor do produto educacional, o qual está em função dos insumos educacionais que são representados pelos vetores $A_i^t, B_i^t, C_i^t, D_i^t$ e ε . O vetor A_i^t contém as características individuais dos alunos, como por exemplo, etnia e gênero. O vetor B_i^t contém o background familiar do aluno, as características do ambiente socioeconômico em que vive, e a influência de pares, ou seja, variáveis socioeconômicas e *background* familiar de outros estudantes para o período. O vetor C_i^t inclui as características dos docentes, como salário e experiência. O vetor D_i^t representa as características escolares, como a infraestrutura básica, o volume de livros didáticos disponíveis, número de bibliotecas, entre outros. Por fim, o vetor ε possui os fatores não mensuráveis que contribuem para geração do produto educacional no tempo, ou seja, é o termo de erro aleatório.

De acordo com Hernández (2004), os insumos educacionais podem ser endógenos ou exógenos. Os endógenos incluem os recursos humanos e a estrutura física das instituições de ensino e os exógenos incluem o background familiar e as habilidades inatas dos indivíduos. Com relação aos produtos educacionais, o autor destaca a existência de distintos fatores que se enquadram nas dimensões individual e social, temporal, econômica e cognitiva e não cognitiva.

Para o autor, os insumos e produtos utilizados na avaliação da eficiência educacional são divididos em nove categorias, quais sejam: indicadores sociais, econômicos e institucionais, indicadores de recursos, os quais são divididos em indicadores de recursos físicos e de recursos

humanos, indicadores de atividade e qualidade docente, indicadores da atividade e qualidade da pesquisa, indicadores de gestão universitária, indicadores do processo de ensino e aprendizagem, indicadores dos resultados de aprendizagem, indicadores de empregabilidade e concorrência e indicadores de impacto social.

A literatura apresenta diversas discussões sobre quais os insumos e produtos mais convenientes na estimação da FPE, na tentativa de evitar qualquer problema teórico ou metodológico. Entretanto, não há um consenso sobre quais devem ser utilizados. O setor educacional possui uma série de características que o distinguem dos demais setores de produção. É possível destacar que são inúmeros os insumos e produtos educacionais existentes a serem trabalhados em distintas pesquisas, entretanto, principalmente no Brasil, o que se percebe é que há escassez de dados de qualidade para o setor, dificultando dessa forma, a escolha dos insumos e produtos do processo produtivo.

O processo produtivo educacional pode ser considerado complexo diante dos distintos fatores que podem afetar o desempenho dos alunos, cursos e das instituições em geral. Nesse sentido torna-se importante a realização de estudos direcionados a esse aspecto, com o intuito de analisar se as instituições estão sendo eficientes no tratamento dos insumos educacionais a fim de maximizar os produtos educacionais. Para tanto, a próxima seção faz uma breve abordagem sobre o conceito de eficiência e suas características e também sobre produtividade, visto que maximizar produção, remete à ideia de produtividade.

3.2 Eficiência

As questões relacionadas à eficiência têm sido bastante debatidas entre pesquisadores e agentes tomadores de decisões. Para viabilizar o desenvolvimento de políticas econômicas apropriadas, visando atender as reais necessidades dos setores, é preciso identificar os gargalos existentes no processo produtivo. Conforme destaca Lovell (1996), as medidas de eficiência devem ser classificadas como indicadores de resultados, ou medidas de desempenho, através das quais as unidades produtivas devem ser avaliadas.

A eficiência pode ser compreendida como uma comparação entre os valores de insumos utilizados e de produtos gerados e os valores que poderiam ser obtidos caso a unidade produtiva estivesse operando em níveis ótimos. De acordo com Belloni (2000), a eficiência na produção pode ser analisada sob duas concepções. A primeira concepção ligada à eficiência produtiva ou técnica, e a segunda ligada à eficiência alocativa ou econômica.

A mensuração da qualidade da educação está intimamente ligada com o enfoque de eficiência, principalmente quando se utiliza indicadores para avaliar a qualidade do ensino ofertado. Na

visão de Ferrer (1999), eficiência está relacionada com o grau de combinação entre insumos utilizados e os produtos obtidos. Para o autor, indicadores como a relação professor/aluno, taxas de abandono escolar quando relacionados com o investimento por aluno, por exemplo, refletem essa concepção de qualidade com enfoque na eficiência. De maneira geral, conforme destacam Pereira et al (2010), verifica-se que a eficiência no setor educacional está mais relacionada com os meios do que com os fins, ou seja, está ligada ao processo de produção, à análise das políticas públicas ligadas à gestão e ao planejamento dos insumos educacionais a fim de gerar a quantidade máxima de produtos. Os métodos mais frequentemente usados para mensurar a eficiência de unidades produtivas, sejam elas firmas ou instituições de ensino, são: a abordagem econométrica ou estatística e a abordagem determinística ou matemática. Na abordagem econométrica utiliza-se uma função de produção média, que é estimada por meio de técnicas econométricas tradicionais, geralmente paramétricas. Contudo, esse procedimento pode direcionar a resultados viesados devido ao fato de não considerar as diferenças na eficiência produtiva. Outra desvantagem é que essa abordagem não é indicada quando são utilizados vários insumos e produtos (FÄRE et al., 1994). De acordo com Sengupta (1999), a abordagem determinística é geralmente não paramétrica. Esse método tem capacidade de trabalhar com múltiplos insumos e múltiplos produtos e evitar erros de especificação. Na tentativa de obter maior precisão e relevância nas avaliações de eficiência de diversas organizações, as técnicas não paramétricas começaram a ser utilizadas a partir dos anos 1950, sendo que o trabalho de Farrel (1957) ficou consagrado como marco dos estudos sobre eficiência em economia. Nesse trabalho ele estabelece uma fronteira linear, a qual é calculada através da utilização de sistemas lineares e tem capacidade de determinar as unidades eficientes e ineficientes, e assim separar eficiência em eficiência técnica e eficiência alocativa.

Cerca de 20 anos mais tarde, Charnes et al., (1978), tentaram generalizar o trabalho de Farrel (1957) e atender o conceito de eficiência destacado por Koopmans. Dessa forma, foi desenvolvida a técnica de construção de fronteiras de produção e indicadores de eficiência produtiva, com múltiplos insumos e múltiplos produtos. Essa técnica foi denominada Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*). O modelo de Charnes, Cooper e Rhodes também foi chamado de modelo com Retornos Constantes de escala (*Constant Returns to Scale- CRS*), pois opera sob a hipótese de que os retornos são constantes, ou seja, uma variação nos insumos leva a uma variação, na mesma proporção nos produtos.

Em 1984, Banker, Charnes e Cooper, utilizaram a metodologia DEA, porém com Retornos Variáveis de Escala (*Variables Returns to Scale -VRS*). A diferença para o

modelo CRS, é que no modelo VRS as Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Unit- DMUs*), apresentam retornos variáveis de escala, ou seja, uma unidade a mais de insumo vai gerar um aumento desproporcional na quantidade de produtos. Esse modelo derivou da divisão do modelo CRS em eficiência técnica e eficiência de escala. A metodologia DEA permite separar a eficiência produtiva em eficiência técnica e eficiência de escala. A eficiência técnica permite a comparação de desempenho entre distintas instituições, chamada DMUs, analisa se estas usam os insumos sem desperdício. Já a eficiência de escala está associada às variações de produtividade que ocorrem devido às mudanças na escala de produção.

4. Materiais e métodos

Esta seção tem por objetivo expor a amostra de IES definidas para a análise, apresentar os insumos e produtos educacionais escolhidos e, além disso, contará com uma apresentação teórica da metodologia DEA e suas extensões.

4.1 Definição da Amostra

Para realização dessa pesquisa foram consideradas apenas IES federais e estaduais de ensino presencial da região Nordeste do país. A amostra foi determinada de acordo com a disponibilidade de dados e foram escolhidas instituições criadas antes de 2008, a fim de avaliar sempre as mesmas IES em cada um dos anos. Assim, a pesquisa obteve a amostra de 31 IES, avaliadas para o período de 2008 a 2012. Os dados foram obtidos através do Censo da Educação Superior disponibilizados pela Coordenação Geral de Sistema Integrado de Informações Educacionais do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

A escolha da região Nordeste deve-se ao fato da mesma ter recebido as primeiras IES do país e também por ser uma região que têm se destacado com relação ao crescimento no número de IES, cursos, funções docentes, matrículas e concluintes nos últimos anos, apesar de ser considerada uma das regiões menos desenvolvidas do país. O período analisado foi determinado, principalmente, por ser posterior a criação da maioria das políticas de expansão e qualificação da educação superior e também pela ausência de informações referentes aos anos anteriores a 2008.

4.2. Descrição das variáveis

Os insumos e produtos escolhidos são os fatores escolares, ou seja, aqueles considerados quantitativos. Estes são os que apresentam valores numéricos que fazem sentido, quais sejam: número de matrículas, número de bibliotecas, número de concluintes, despesas por aluno, qualificação do docente, entre outros. Eles derivaram da literatura nacional e internacional e estão baseados nos critérios destacados por Hernández (2004) e Marinho (1996), sempre levando em consideração a realidade das IES brasileiras e a disponibilidade de dados para a pesquisa. Foram utilizados 3 insumos educacionais e 2 produtos conforme descrito no quadro 1.

Quadro 1 - Insumos e Produtos educacionais.

| Insumos | Descrição | Fonte |
|--|---|---|
| Razão alunos matriculados na graduação/ docentes totais em exercício | Número de alunos matriculados na graduação, dividido pelo número total de docentes em exercício. | INEP |
| Índice de Qualificação do Corpo Docente (IQCD) | Refere-se à média ponderada da capacitação docente obtida através dos seguintes pesos: Graduação (G) peso 1, Especialização (E) peso 2, Mestrado (M) peso 3 e Doutorado (D) peso 5. | O IQCD foi desenvolvido pelo TCU, porém os dados são obtidos através do INEP. |
| Razão Despesas Gerais ⁴⁴ / alunos matriculados na graduação ⁴⁵ | A soma das despesas gerais dividida, pelo número total de alunos matriculados na IES. | INEP |
| Produtos | Descrição | Fonte |
| Número total de concluintes na graduação | Soma dos alunos que concluem algum curso de graduação no ano em exercício. | INEP |
| Índice Geral de Cursos (IGG) | Média ponderada dos conceitos dos cursos de graduação e pós-graduação da instituição | INEP |

Fonte: INEP (2013). Elaboração própria.

4.4 Análise Envoltória de Dados – DEA

O equacionamento da metodologia DEA pode ser dado da seguinte maneira: partindo da existência de n Unidades Tomadoras de Decisões (DMUs), k insumos e m produtos, duas matrizes devem ser construídas. Uma matriz X com dimensões $(k \times n)$ de insumos e uma matriz Y com dimensões $(m \times n)$ de produtos. As linhas da matriz X representarão os insumos e as

⁴⁴ Os valores foram atualizados para 2012 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

⁴⁵ Apesar de ser utilizado o número total de matrículas das IES, percebe-se que não existem muitas distinções nos valores, pois a maior parte das matrículas das IES analisadas e para o período analisado ocorre em cursos de graduação. Ademais algumas IES nem possuem cursos de pós-graduação, sequenciais ou EAD.

colunas representarão as DMUs. Na matriz Y as linhas representarão os produtos e as colunas, as DMUs. Os coeficientes das matrizes X e Y não podem ser negativos. Nesse sentido, para a i -ésima DMU, o vetor x_i representa os insumos e o vetor y_i representa os produtos. Cada DMU obterá uma medida de eficiência, que será a razão entre todos os produtos e insumos. Dessa forma, para a i -ésima DMU tem-se:

$$\text{Eficiência da DMU } i: \frac{\mu y_i}{v x_i} = \frac{\mu_1 y_{1i}}{v_1 x_{1i}} + \frac{\mu_2 y_{2i}}{v_2 x_{2i}} + \dots + \frac{\mu_m y_{mi}}{v_k x_{ki}} \quad (2)$$

Onde μ é um vetor de pesos⁴⁶ calculado pelo modelo, de dimensões $(m \times 1)$ para os produtos e v um vetor de pesos com dimensões $(k \times 1)$ para os insumos.

O modelo dos multiplicadores, originado do modelo primal linearizado, com orientação a produto e retornos constantes à escala, considerando $\mu y_i = 1$ é dado por:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\mu, v} \quad & v x_i, & (3) \\ \text{Sujeito a:} \quad & \mu y_j - v x_j \leq 0 \\ & \mu y_i = 1, \mu, v \geq 0 \end{aligned}$$

Adicionando uma restrição de convexidade à equação (3), tal como $\sum_{i=1}^n \lambda_i = N_1 \lambda = 1$, o modelo passa a ter retornos variáveis à escala. Onde N_1 é um vetor com dimensões $(n \times 1)$ de algarismos unitários $(1, \dots, 1)$. O λ é o vetor de pesos e possui dimensões $(n \times 1)$. Seus valores são calculados com o interesse de obter a solução ótima. Para uma DMU eficiente todos os valores de λ serão zero e para uma DMU ineficiente os valores de λ serão os pesos utilizados na combinação linear de outras DMUs eficientes, que influenciam a projeção da DMU ineficiente sobre a fronteira calculada.

Forma-se uma superfície convexa de planos de intersecção na qual os dados são envolvidos de maneira mais compacta do que a superfície gerada pelo modelo com retornos constantes. Contudo, diversas restrições podem ser encontradas quando o modelo é estabelecido dessa forma, o que pode ser um empecilho para formulação do problema de programa linear. Nesse sentido, buscando evitar tais impasses, obtém-se o modelo DUAL, o qual gera uma forma envoltória do problema anterior.

Na forma dual com retornos variáveis e orientação a produto, a medida de eficiência \emptyset , indica a quantidade máxima possível de expandir a produção mantendo as quantidades de insumos fixas. A expressão é dada por:

⁴⁶Os pesos são obtidos através da estimação da fronteira de eficiência, eles são considerados coeficientes capazes de delimitar a participação de cada uma das variáveis na estimação do resultado. Esses pesos podem ser restritos de acordo com o modelo utilizado.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{\theta, \lambda} \theta, & (4) \\
 & \text{Sujeito a: } -\theta y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & N_1\lambda = 1, \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

Nos problemas com orientação a produto, o valor encontrado na solução dos problemas (θ pode ser maior ou igual a 1, indicando a máxima expansão possível da produção, mantendo fixas as quantidades de insumos. Para obter a medida de eficiência nos modelos com orientação a produto considera-se que $\theta = \frac{1}{\phi}$.

Realizadas as estimações do modelo DEA, as DMUs são classificadas em duas categorias. Na primeira categoria, a DMU é classificada de acordo com a pura eficiência técnica. Nesse caso as DMUs que operam sobre a fronteira de eficiência são consideradas tecnicamente eficientes, pois, estão produzindo uma quantidade compatível com o uso dos insumos e as que operam abaixo da fronteira de eficiência, são ineficientes, pois, estão utilizando em excesso os insumos.

Na segunda categoria, as DMUs são classificadas com relação à eficiência de escala. As DMUs podem estar operando em escala ótima, sendo assim vão apresentar retornos constantes, ou então podem operar com incorreções na escala de produção, apresentando retornos crescentes ou retornos decrescentes. Gomes e Ervilha (2014) descrevem seis distintas situações em que as DMUs podem estar atuando, sendo que a **SITUAÇÃO 1** é a situação ótima, conforme quadro 2 subsequente:

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Quadro 2 - Classificação das DMUs quanto aos retornos de escala.

| Tipos de retornos | DMUs com Eficiência Técnica | DMUs com Ineficiência Técnica |
|------------------------------|---|--|
| Retornos Crescentes | SITUAÇÃO 1- Nesse caso as DMUs utilizam níveis de insumos adequados, ou seja, são tecnicamente eficientes, contudo operam com nível de produção inferior à escala ótima. A produção, desse modo, pode ser elevada a custos médios decrescentes, assim o acréscimo da produção deve acontecer através do incremento de insumos, todavia, mantendo as relações entre quantidade de insumo e produto. | SITUAÇÃO 2- Nesse caso a DMU além de ser tecnicamente ineficiente devido a utilização de insumos em excesso, ainda possui incorreções na escala de produção, pois opera abaixo da escala ótima. Para adquirir a eficiência técnica o excesso de insumos utilizados deve ser eliminado e para corrigir a escala de produção, é necessário elevar a produção, entretanto, esse aumento deve ser efetuado reduzindo a relação entre quantidade de insumo utilizada e o nível de produção. |
| Retornos Constantes | SITUAÇÃO 3- Nesse caso a DMU está utilizando de forma ideal os insumos e opera em escala de produção ótima. Para elevar os níveis de produção deve-se manter a proporção de uso dos fatores. | SITUAÇÃO 4- Nesse caso existe ineficiência técnica, porém, a DMU opera em escala ótima. Sendo assim para corrigir essa ineficiência, é preciso reduzir o nível de insumos utilizados e manter a quantidade produzida inalterada, ou então, a produção pode ser elevada mantendo o nível de insumos inalterado. |
| Retornos Decrescentes | SITUAÇÃO 5- Nesse caso a DMU é considerada tecnicamente eficiente, entretanto, tem níveis de produção superior à escala ótima. Existem duas opções para solucionar tal problema. A primeira é, reduzir o nível de produção e a segunda é, aplicar tecnologias mais adequadas. Assim, elevando a produtividade dos fatores, é possível elevar a produção mantendo os níveis de insumos inalterados. | SITUAÇÃO 6- Nesse caso além de existir ineficiência técnica a DMU opera com níveis de produção acima da escala ótima. Dessa forma, o aumento da produção ocorrerá a custos médios crescentes. Para atingir a eficiência técnica é preciso excluir os insumos utilizados de forma excessiva e com relação às incorreções de escala, a produção pode ser reduzida ou ainda podem ser melhoradas as tecnologias elevando a produtividade dos fatores de produção. |

Fonte: Gomes e Ervilha (2014).

5. Estimações das Fronteiras de Eficiência Técnica – DEA – VRS⁴⁷

A análise dos resultados da fronteira de eficiência considera três indicadores: o escore de eficiência técnica (EET), escore de eficiência de escala (EEE) e benchmark (B). O escore de eficiência técnica assume valor entre 0 e 1, onde 1 significa que a DMU é eficiente e, portanto, opera sem desperdício de recursos; valores menores do que 1 indicam que a DMU é tecnicamente ineficiente e opera com desperdício de recursos. O escore de eficiência de escala (EEE) também assume valor entre 0 e 1 e pode ser classificado como constante (crs), crescente (irs) e decrescente (drs). Quando EEE igual a 1 significa que a DMU apresenta eficiência de escala e, necessariamente, produz com retornos constantes de escala, ou seja, opera em escala

⁴⁷ As estimacões foram realizadas através do software DEAP versão 2.1

ótima, de tal forma que o aumento da produção ocorre na mesma proporção que o aumento no uso dos insumos.

Quando EEE menor que 1, significa que a DMU não opera na escala ótima, ou seja, opera com incorreções de escala. Neste caso a DMU pode apresentar retornos crescentes ou decrescentes de escala. Se o retorno de escala for crescente (irs) significa que a DMU está operando abaixo da escala ótima, ou seja, aumentos no uso dos insumos acarretam em aumentos mais que proporcionais na produção. Se o retorno de escala for decrescente (drs), significa que a DMU opera acima da escala ótima de produção, ou seja, o aumento na quantidade produzida ocorre em proporção menor que o aumento na quantidade dos insumos.

Dado esses indicadores, a situação ideal para as IES seria operar com eficiência técnica (EET igual a 1) e eficiência de escala (EEE igual a 1), na qual utilizam os insumos nas proporções ideais sem desperdício. No entanto, três situações diferentes da ideal podem ocorrer, quais sejam: a IES apresenta eficiência técnica, mas não opera em escala ótima, a IES não apresenta eficiência técnica mas, opera em escala ótima e a IES não apresenta eficiência técnica e não opera em escala ótima. As três situações distintas da ideal ainda podem ser subdivididas em mais outras duas situações, de acordo com o tipo de retorno de escala que a IES apresenta.

O indicador *benchmark* mostra o número de vezes que a DMU que opera com eficiência técnica (EET igual a 1), tem suas práticas tomadas como referência para as demais instituições que foram ineficientes (EET menor que 1) em determinado ano. O indicador *benchmark* assume valor entre 0 e $(n - 1)$. Vale notar que é possível ter DMUs que mesmo estando sobre a fronteira de eficiência técnica podem não ser *benchmark* para outras DMUs.

Cada DMU ineficiente adota um conjunto de DMUs eficientes como referência, baseando-se em suas práticas para se tornar eficiente. Os pesos encontrados no modelo representam o peso relativo associado a cada DMU eficiente para calcular a eficiência das DMUs que ficaram abaixo da fronteira de eficiência em determinado ano. Mostram quanto os insumos das DMUs ineficientes precisam se referenciar aos insumos das DMUs eficientes, usadas como *benchmark*, para atuarem sobre a fronteira de eficiência.

Para as DMUs eficientes o λ , que representa os pesos, será igual a 0, já para as DMUs ineficientes os valores de λ serão utilizados na combinação linear de outras DMUs eficientes que influenciam na projeção das DMUs ineficientes sobre a fronteira calculada. Dessa forma, vale dizer que para cada uma das DMUs considerada ineficiente, existe pelo menos uma outra DMU eficiente, tal que os pesos calculados fornecerão a DMU chamada virtual da DMU ineficiente, por meio da combinação linear. Nesse sentido, quanto maior o peso encontrado, mais elevada é a importância da DMU *benchmark* para a DMU ineficiente.

A Tabela 2 apresenta os resultados das estimativas ano a ano para o período analisado. Os resultados mostram que para os anos de 2008, 2009 e 2011 a maioria das IES avaliadas foram tecnicamente ineficientes, com 61%, 55% e 52%, respectivamente. Para estes anos, pode-se notar também que dentre as IES eficientes prevalecem as Universidades Federais 50% em 2008 e 2009 e 60% em 2011, e dentre as IES ineficientes, a maioria, são Instituições Estaduais, 58%, 53% e 60%, respectivamente. Os resultados para os anos de 2010 e 2012 mostram que a maior parte das IES é eficiente, 52% e 58%, respectivamente. Destas, mais de 60% nestes anos eram Universidades Federais.

Com relação às ineficientes, de forma semelhante ao período considerado anteriormente, a maioria para 2010 e 2012 são Universidades Estaduais, acima de 50%. Com relação ao indicador *benchmark*, é possível perceber que as Universidades Federais são referência para um número maior de IES em todos os anos analisados. Considerando o escore de eficiência de escala, percebe-se que a maioria das IES apresentaram incorreções de escala em todos os anos considerados, sendo o maior número com retornos decrescentes de escala.

Em 2008, conforme pode ser visto na tabela 2, das IES eficientes, 8 foram *benchmark* para outras IES, ou seja, foram referência quanto às práticas adotadas para as demais instituições. Sendo que a UFC foi *benchmark* para o maior número de instituições. A UFPE, UFRSA, IFPI e a UEFS, apesar de terem sido consideradas eficientes, não foram *benchmark* para outras IES. Vale notar que das IES tecnicamente eficiente, 8 encontraram-se na situação ideal, ou seja, com escala ótima e eficiência técnica.

Das IES que apresentaram incorreções de escala, 86% apresentaram retornos decrescentes indicando produção acima da escala ótima, a despeito de serem ou não tecnicamente eficientes. Isto informa que estavam operando com número de concluintes e IGC acima dos níveis ótimos, dado que os insumos permanecem inalterados. A solução para este tipo de incorreção depende do EET obtido pela IES. No caso da UFPE e UFRN, que apresentaram EET igual a 1, ou seja, tecnicamente eficientes, a solução é dada pela **Situação 5**. Para as demais instituições com EET decrescente e EET menor do que 1 a solução é dada pela **Situação 6**.

Das IES que apresentaram retornos crescentes de escala, apenas 2 foram tecnicamente eficientes (EET igual a 1), quais sejam, IFPI, a mais próxima da escala ótima, e UEFS. A solução para esta incorreção é dada pela **Situação 3**. Considerando as IES com ineficiência técnica (EET menor que 1), somente UNEB apresentou retornos crescentes. A solução para este caso é dada pela **Situação 4**.

Em 2009. De acordo com a tabela 2, a quantidade de IES tecnicamente eficientes (EET igual a 1), foi de aproximadamente 45%. Das IES tecnicamente eficientes em 2008, três

passaram a ser ineficientes em 2009, a UPE, UFERSA e IFPI, sendo que a UPE em 2008 além de ser eficiente era *benchmark* para outras 2 IES. Já das IES que eram tecnicamente ineficientes em 2008, a UNEB, UESPI, UFPI, UFRB e UNCISAL passaram a ser eficientes em 2009. O IFPE que em 2008 foi *benchmark* para 6 IES passou a ser para 11 em 2009 e a UFPE que apesar de ter sido tecnicamente eficiente não tinha sido *benchmark* para nenhuma IES em 2008, passou a ser para 6 IES. Já a UFC que tinha sido *benchmark* para 11 IES passou a ser referência para 4 IES em 2009.

Do total de IES consideradas tecnicamente eficientes, aproximadamente 57% apresentaram retornos constantes, demonstrando operar em escala ótima de produção. Para elevar a produção, essas IES devem manter a proporção do uso dos fatores. As demais IES tecnicamente eficientes apresentaram escala de produção incorreta, a UFPB e a UFRN apresentaram retornos decrescentes de escala, ou seja, estavam operando em 2009 com produção acima da escala ótima. Para solucionar este problema a **Situação 5** é a mais indicada. E a UFRB, UNCISAL, UEFS e UEMA, apresentaram retornos de escala crescentes, neste caso a solução é dada pela **Situação 3**. Com relação às IES posicionadas abaixo da fronteira de eficiência técnica (EET menor que 1), todas operavam com retornos decrescentes de escala em 2009. Para essas IES atingirem a fronteira de eficiência técnica e a escala ótima, a solução é apresentada pela **Situação 6**.

Em 2010, o número de IES posicionadas sobre a fronteira de eficiência técnica foi superior aos dois anos antecedentes, aproximadamente 52%. A UNEB, UEMA, IFPE e a UFPI que eram eficientes em 2009, passaram a ser ineficientes em 2010. Vale destacar que o IFPE e a UNEB eram *benchmark* para outras 11 e 5 IES, respectivamente, em 2009. Em contrapartida as IES, UFCG, UFERSA, UFRPE, URCA, UFMA e a UERN que eram tecnicamente ineficientes passaram a ser tecnicamente eficientes em 2010. Com destaque para a UFCG, UFERSA e a UFRPE, que passaram a ser *benchmark* para outras 5, 2 e 1 IES, respectivamente.

Com relação à escala de produção é possível dizer que apenas cerca de 35% das IES operaram em escala ótima de produção em 2010. Das IES que atuavam sobre a fronteira de eficiência técnica em 2010, a UFPB, UFRN e a UFRPE apresentaram retornos decrescentes de escala, neste caso para corrigir esse problema a medida apresentada na **Situação 5** é a mais indicada. Já a UFMA e a UERN apresentaram retornos crescente de escala devendo, portanto ser aplicada a **Situação 3**. Com relação às IES que estavam abaixo da fronteira de eficiência técnica em 2010, a maioria operou com retornos decrescentes de escala. Neste caso a solução

é dada pela **Situação 6**. Para as IES que além de ser tecnicamente ineficientes, ainda operavam com retornos de escala crescentes, a **Situação 4** é a solução.

Em 2011 a quantidade de IES tecnicamente eficientes e ineficientes foi oposta a 2010, ou seja, 48% das IES se encontravam sobre a fronteira e 52% abaixo da fronteira de eficiência técnica. A UFMA, UEFS e URCA que estavam sobre a fronteira de eficiência técnica em 2010, ficaram abaixo da fronteira em 2011. Já a UESC e UEPB que eram ineficientes passaram a ser eficientes. Quanto à eficiência de escala entre as IES posicionadas sobre a fronteira, 60% delas estavam operando em escala ótima de produção, fato que mostra que o aumento da produção ocorre em proporção equivalente ao aumento do uso dos insumos. Essa pode ser considerada a melhor situação possível, as IES estão operando sem desperdício de insumos e em escala ótima de produção. Já os 40% restante das IES tecnicamente eficientes, operavam com retornos decrescentes de escala, ou seja, estavam operando acima da escala ótima de produção. A solução para esta situação é dada pela **Situação 5**.

Dentre as instituições posicionadas abaixo da fronteira de eficiência técnica, apenas o IFPE apresentou retornos constantes de escala, ou seja, apesar de estar abaixo da fronteira de eficiência técnica estava operando em escala ótima. Sendo assim, para resolver esse problema a **Situação 2** é a mais indicada. As demais IES ineficientes apresentaram retornos decrescentes de escala, sendo necessário corrigir tanto o problema de eficiência técnica como de eficiência de escala por meio das medidas apresentadas na **Situação 6**.

Por fim, no ano de 2012 o número de IES eficiente foi maior do que nos demais anos analisados, cerca de 58% contra cerca de 42% de IES ineficientes. Das IES eficientes em 2011, a UESPI, UEPB e a UESC reduziram o nível de eficiência ficando posicionadas abaixo da fronteira de eficiência técnica em 2012. Em contrapartida a UFS que era tecnicamente ineficiente em 2011 passou a ser eficiente em 2012 e foi benchmark para outras 2 IES. O número de IES eficientes que operavam em escala ótima em 2012, assim como no ano anterior, foi superior ao número de IES com incorreções de escala. De um lado a UFPB, UFC, UFRN, UFRPE e a UFERSA operaram com retornos decrescentes de escala, ou seja, acima da escala ótima. Nesse sentido as medidas para solucionar esse problema são dadas na **Situação 5**. Por outro lado, a UNCISAL e a UEMA estavam operando com retornos crescentes de escala, ou seja, abaixo da escala ótima. A solução é dada pela **Situação 3**.

Com relação às IES ineficientes, a maioria estava operando com retornos decrescentes de escala em 2012, precisando adotar as práticas da **Situação 6**. No caso do IFPE, UEFS e da UESPI, que além de estarem abaixo da fronteira de eficiência técnica ainda operavam com retornos crescentes de escala em 2012, a solução é dada pela **Situação 4**.

Tabela 2- Fronteira de eficiência técnica das IES públicas da região Nordeste -2008 a 2012

| IES | 2008 | | | 2009 | | | 2010 | | | 2011 | | | 2012 | | |
|---------|--------------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------|----------------------|
| | Eficiência Técnica | Benchmark k | Eficiência de Escala | Eficiência Técnica | Benchmark k | Eficiência de Escala | Eficiência Técnica | Benchmark k | Eficiência de Escala | Eficiência Técnica | Benchmark k | Eficiência de Escala | Eficiência Técnica | Benchmark k | Eficiência de Escala |
| UFC | 1 | 11 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0,67 dts | 1 | 6 | 0,75 dts |
| UFERN | 1 | 10 | 0,79 dts | 1 | 10 | 0,79 dts | 1 | 1 | 0,87 dts | 1 | 5 | 0,89 dts | 1 | 3 | 0,96 dts |
| UFBA | 1 | 8 | 1 | 1 | 7 | 1 | 1 | 7 | 1 | 1 | 7 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| UFPE | 1 | 6 | 1 | 1 | 11 | 1 | 0,99 | - | 0,99 dts | 0,67 | - | 1 | 0,78 | 0 | 0,86 irs |
| UFPB | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0,93 dts | 1 | 3 | 0,83 dts | 1 | 3 | 0,97 dts | 1 | 6 | 0,90 dts |
| UPE | 1 | 2 | 1 | 0,68 | - | 0,73 dts | 0,69 | - | 0,65 dts | 0,69 | - | 0,92 dts | 0,67 | 0 | 0,77 dts |
| UEMA | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,92 irs | 0,72 | - | 0,86 dts | 0,82 | - | 0,66 dts | 1 | 0 | 0,93 irs |
| IFRN | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 | 10 | 1 |
| UFPE | 1 | 0 | 0,66 dts | 1 | 6 | 1 | 1 | 11 | 1 | 1 | 9 | 1 | 1 | 6 | 1 |
| UFERSA | 1 | 0 | 1 | 0,67 | - | 0,76 dts | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0,55 dts | 1 | 2 | 0,67 dts |
| IFPI | 1 | 0 | 0,94 irs | 0,67 | - | 0,56 dts | 0,71 | - | 0,83 dts | 0,8 | - | 0,70 dts | 0,67 | 0 | 0,65 dts |
| UEFS | 1 | 0 | 0,70 irs | 1 | 0 | 0,74 irs | 1 | 1 | 1 | 0,67 | - | 0,97 dts | 0,74 | 0 | 0,59 irs |
| UNEB | 0,92 | - | 0,94 irs | 1 | 5 | 1 | 0,96 | - | 0,72 dts | 0,81 | - | 0,82 dts | 1 | 0 | 1 |
| UFMG | 0,71 | - | 0,89 dts | 0,67 | - | 0,85 dts | 1 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0,67 dts | 1 | 1 | 1 |
| UESB | 0,7 | - | 0,92 dts | 0,67 | - | 0,85 dts | 0,74 | - | 0,99 dts | 0,67 | - | 0,79 dts | 0,67 | 0 | 0,88 dts |
| UESPI | 0,7 | - | 0,63 dts | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0,72 | 0 | 0,96 irs |
| UESC | 0,69 | - | 0,82 dts | 0,68 | - | 0,97 dts | 0,67 | - | 0,94 dts | 1 | 4 | 1 | 0,67 | 0 | 0,76 dts |
| UFERN | 0,68 | - | 0,66 dts | 0,67 | - | 0,62 dts | 1 | 0 | 0,91 irs | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| URCA | 0,67 | - | 0,89 dts | 0,67 | - | 0,59 dts | 1 | 0 | 1 | 0,67 | - | 0,33 dts | 0,67 | 0 | 0,49 dts |
| UFAL | 0,67 | - | 0,58 dts | 0,8 | - | 0,83 dts | 0,67 | - | 0,68 dts | 0,67 | - | 0,58 dts | 0,67 | 0 | 0,55 dts |
| UFS | 0,67 | - | 0,55 dts | 0,67 | - | 0,66 dts | 0,67 | - | 0,62 dts | 0,67 | - | 0,56 dts | 1 | 2 | 1 |
| UFMA | 0,67 | - | 0,56 dts | 0,77 | - | 0,79 dts | 1 | 0 | 0,98 irs | 0,67 | - | 0,66 dts | 0,67 | 0 | 0,58 dts |
| UFPI | 0,67 | - | 0,55 dts | 1 | 0 | 1 | 0,67 | - | 0,79 dts | 0,69 | - | 0,79 dts | 1 | 0 | 1 |
| UFRPE | 0,67 | - | 0,59 dts | 0,67 | - | 0,68 dts | 1 | 1 | 0,91 dts | 1 | 0 | 0,80 dts | 1 | 2 | 0,98 dts |
| IFBA | 0,67 | - | 0,58 dts | 0,67 | - | 0,64 dts | 0,91 | - | 0,92 irs | 0,67 | - | 0,64 dts | 0,67 | 0 | 0,72 dts |
| UEPB | 0,67 | - | 0,79 dts | 0,67 | - | 0,74 dts | 0,92 | - | 0,88 irs | 1 | 0 | 1 | 0,67 | 0 | 0,55 dts |
| UECE | 0,67 | - | 0,81 dts | 0,71 | - | 0,65 dts | 0,7 | - | 0,77 dts | 0,67 | - | 0,70 dts | 1 | 0 | 1 |
| UVA | 0,67 | - | 0,80 dts | 0,67 | - | 0,49 dts | 0,67 | - | 0,63 dts | 0,81 | - | 0,69 dts | 1 | 0 | 1 |
| UNCISAL | 0,39 | - | 0,99 dts | 1 | 0 | 0,43 irs | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,79 irs |
| UFRB | 0,39 | - | 0,85 dts | 1 | 0 | 0,96 irs | 1 | 5 | 1 | 1 | 8 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| UNEA | 0,33 | - | 0,34 dts | 0,35 | - | 0,33 dts | 0,33 | - | 0,43 dts | 0,6 | - | 0,59 dts | 0,33 | 0 | 0,37 dts |

Fonte: Elaboração Própria.

6. Considerações Finais.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência das IES públicas da região Nordeste do Brasil ao longo do período 2008 a 2012, sob a hipótese de que as Universidades Federais são eficientes. O sistema de educação superior brasileiro passou por uma série de reformas estruturais e um processo de expansão contínuo, principalmente a partir da década de 80. Para alcançar o objetivo proposto, a partir de dados do INEP aplicou-se a técnica DEA de modo que foi possível identificar as IES eficientes no período analisado.

Os resultados apresentados mostram que os anos de 2008, 2009 e 2011 a maioria das IES avaliadas foram tecnicamente ineficientes. Verificou-se também, que dentre as eficientes, em 2008, 50% eram federais e em 2009, esse percentual era de 60%. Os resultados para os anos de 2010 e 2012 mostraram que a maior parte das IES eram eficiente. Destas, mais de 60% eram Universidades Federais. Quanto as ineficientes, a maioria é de Universidades Estaduais, acima de 50%.

Assim, o número de IES ineficientes foi superior ao número de IES eficientes. Das 31 IES avaliadas, a UFBA, UFPB, UFPE, UFC, UFRN e o IFRN foram eficientes em todos os anos analisados. Em contrapartida, a UFAL, IFBA, UNEAL e a UESB, ficaram abaixo da fronteira de eficiência técnica em todos os anos. A média aritmética simples, para os cinco anos abordados mostra que aproximadamente 48% das IES foram consideradas tecnicamente eficientes enquanto aproximadamente 52% foram consideradas ineficientes.

Apenas a UFBA e o IFRN obtiveram eficiência técnica e eficiência de escala em todos os anos analisados, ou seja, além de utilizarem os insumos de maneira ideal, ainda operaram em escala de produção ótima. Com relação a eficiência de escala também foram apenas a UFBA e o IFRN que operaram em escala de produção ótima nos cinco anos, ou seja, as demais tiveram escalas de produção incorreta em pelo menos algum dos anos, considerando que na maioria dos casos o problema foi com retornos decrescentes de escala. Além disso, o indicador *benchmark* possibilitou perceber quais as Universidades Federais são referência para um número maior de IES em todos os anos analisados.

Para o ano de 2012, o número de IES eficientes foi maior do que nos demais anos analisados, cerca de 58%, contra, aproximadamente, 42% das IES ineficientes. De maneira geral é possível perceber que o estado da Bahia foi o que obteve o maior número de IES eficientes bem como de IES ineficientes no período analisado. Isso se explica principalmente porque o Estado possui o maior número de IES, da amostra observada. Contudo de acordo com IBGE (2010), o Estado possui a maior população da região Nordeste (mais de 14 milhões de habitantes), representando quase 26% da população total da região, bem como é o segundo estado com maior PIB per

capita da região Nordeste (quase R\$ 5.000,00). Nesse sentido verifica-se a necessidade de dar maior atenção as IES desse Estado, buscando identificar e eliminar as ineficiências existentes que podem estar atreladas a diversos fatores.

De um lado, podem estar relacionadas à escassez de recursos financeiros ou mesmo, ao emprego incorreto destes, ao insuficiente número de professores ou a baixa qualificação dos mesmos, à infraestrutura da instituição, ao excesso de despesas, entre outros. Por outro lado, fatores relacionados diretamente aos alunos podem estar atuando como possíveis causadores das ineficiências, como por exemplo, questões relacionadas ao *background* familiar, ao ambiente socioeconômico em que os alunos vivem e as qualidades inatas desses alunos.

Nesse sentido, os levantamentos de dados devem ser aprimorados buscando a inserção mais detalhada dessas características nas estatísticas para que os pesquisadores possam ter acesso e possam desenvolver estudos incluindo-as, a fim de diagnosticar e corrigir a ineficiência das IES. Espera-se que esse estudo sirva para as instituições examinarem os resultados e utiliza-los como auxílio para identificar as falhas existentes e como referência para criação de políticas e mecanismos que busquem elevar a qualidade da educação superior da região.

Uma série de novas pesquisas podem ser realizadas utilizando um conjunto de dados mais amplo. A técnica DEA pode ser utilizada para avaliar os diversos setores dessas mesmas IES que obtiveram ineficiência a fim de verificar os gargalos existentes. Outra sugestão é avaliar as IES privadas da região Nordeste, a fim de compará-las com as IES públicas. As pesquisas não necessariamente devem ser restritas a uma região, podem ser realizadas a nível nacional, tanto para IES públicas como privadas.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Referências

ABBOTT, M.; DOUCOULIAGOS, C. The efficiency of Australian Universities a Data Envelopment Analysis. **Economics of Education Review**, Australia, V. 22, p. 89-97, Feb. 2003.

AFONSO, A.; SANTOS, M. Students and teachers: A DEA approach to the relative efficiency of Portuguese Public Universities. **Technical University of Lisbon, series Working Papers**, n. 2005/2007, 2004.

AFONSO, A.; AUBYN, M.S.T. Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries. **Journal of Applied Economics**, v. 8, n. 2, p. 227-246, Nov. 2005.

AVKIRAN, N. Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities Through data envelopment analysis. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 35, p. 57-80, mar. 2001.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras**. 2000. 245 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

CAPES. **O que é a UAB? Disponível em:** <http://www.capes.gov.br/acessoinformacao/perguntas-frequentes/educacao-a-distancia-uab/4144-o-que-e>>. Acesso em 10 maio de 2014.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of DMUs. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-44, 1978.

COSTA et al. **Eficiência e desempenho no ensino superior: uma análise da fronteira de produção educacional das IFES brasileiras**. 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-98482012000300003>. Acesso em 28 jun. 2013.

FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. **Instituições de Ensino Superior governamentais e particulares: avaliação comparativa de eficiência**. IPEA, Texto para discussão, n. 813, 2001. Disponível em:< <http://www.ipea.gov.br>>>. Acesso em: 26 jul. 2013.

FARREL, M. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, 120, Part 3, p. 253-290, 1957.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S., LOVELL, C.A.K. **Production frontiers**. New York: **Cambridge University Press**, 1994. 296 p.

FERRER, A. T. **La Evaluación y la calidad: dos cuestiones sometidas a discusión. Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**. Rio de Janeiro: Fundação Cesgranrio, v. 7, n. 22, p. 25-46, jan./mar. 1999.

FLEGG, A. T. et al. Measuring the efficiency and productivity of British Universities: an application of DEA and the Malmquist approach. **University of the West of England, Department of Economics, series Discussion Papers** n. 304, 2003.

GRAMANI, M. C. N; DUARTE, A. L.C. M. **O Impacto do desempenho das instituições de educação básica na qualidade do ensino superior. Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 72, p. 679-702, jul./set, 2011.

GOMES. A,P; ERVILHA. G,T. Eficiência produtiva e capacitação da mão de obra em empresas moveleiras. **XXIV Jornadas Luso Espanholas de Gestão Científica 6,7,8 fev. 2014 - Leiria.**

HANUSHEK, E. A. Schools and the Equal Opportunity Problem. In: L. Woessmann, & P. E. Peterson (Eds.). Cambridge: **MIT Press**, 2007.

HERNANDÉZ, M. M. **Criterios de eficiencia en las facultades de economía y empresa, y empleabilidad de sus titulados: un análisis aplicado a Espana (1995-2002).** Universidade Clomputense de Madrid, Proyecto (EA 2003-038), 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 15 de jul.2014.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). MARIA DAS DORES PEREIRA ROSA. **Dados Estatísticos da Educação Superior - Censo de 1980 a 2012.** . 2013. Mensagem recebida por e-mail do destinatário Maria.Rosa@inep.gov.br em: 03 dez. 2013.

KOOPMANS, T. C. **An analysis of production as an efficient combination of activities.** In: KOOPMANS, T. C. Ed. Activity analysis of production and allocation, cowles commission for research in economics. Monograph n.. 13. New York: Johon Wiley and Sons, Inc. 1951.

LOVELL, C. A. K. **Linear programming approaches to the measurement and analysis of productive efficiency.** Georgia: College of business, administration, Department of Economics, 1996 (Working Paper, 1996)

MARINHO, A. **Avaliação organizacional de uma universidade pública: uma abordagem não-paramétrica da Universidade Federal do Rio de Janeiro — UFRJ.** Rio de Janeiro: FGV/EPGE, 1996. 244p.

OLIVEIRA, C. E. M.; TURRIONI, J. B. **Avaliação de desempenho de Instituições Federais de Ensino Superior através da Análise por Envoltória de Dados (DEA),** 2005. Disponível em: <[http://www.iem.unifei.edu.br/turrioni/congressos/ENEGEP/2006/Avaliacao_de_desempenho_de_instituicoes_federais_de_ensino_superior_atraves_da_analise_por_envoltoria_de_dados_\(DEA\).pdf](http://www.iem.unifei.edu.br/turrioni/congressos/ENEGEP/2006/Avaliacao_de_desempenho_de_instituicoes_federais_de_ensino_superior_atraves_da_analise_por_envoltoria_de_dados_(DEA).pdf)>. Acesso em: 26 jul. 2013.

PANEPUCCI, G.T.M. **Avaliação de desempenho dos departamentos Acadêmicos da UFSCar Utilizando Análise de Envoltória de Dados – AED.** Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de São Carlos, 2003.

PEREIRA, B. T., PEIXE, B. C. S., STARON, L. **Avaliar a Eficiência e Eficácia da Gestão Escolar Integral no Processo de Ensino-Aprendizagem: Estudo de Casos nas Escolas Estaduais da Região de Campo Largo.** Curitiba: editora da UFPR, 2010.

PETRELLI, C. M; COLOSSI, N. **A Quarta Via das Instituições de Ensino Superior: A Responsabilidade Social**. 2006. Disponível em:

<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/74620>>. Acesso em 12 dez. 2013.

SENGUPTA, J.K. A dynamic efficiency model using data envelopment analysis.

International Journal of Production Economics, vol.62, p. 209-218, 1999.

SIBIANO, P. P.M; AGASISTI, T.P.M. **Efficiency of public spending in education: A challenge among italian regions**. 2011. Disponível em<

<http://repec.economicsofeducation.com/2011malaga/06-31.pdf>>. Acesso em 13 ago. 2013.

VARIAN, H. **Microeconomia: Princípios Básicos, Tradução da 7ª Edição Americana** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2006.



INSTITUTO DE
ECONOMIA APLICADA
DE SERGIPE

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

IMPACTO DO PROGRAMA MAIS MÉDICOS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DA PARAÍBA

Ana Annegues (UFGRS), Aléssio Almeida (UFPB), Patrícia Carvalho (UFPB) e Otoniel Junior (UFPB)

Resumo: O presente estudo tem por objetivo analisar os efeitos do Programa Mais Médicos, lançado pelo Governo Federal em 2013, sobre o estado de saúde das populações localizadas em municípios com dificuldades de atração de médicos. A hipótese a ser testada é que os incentivos gerados pelo programa para melhor suprir as unidades básicas de saúde com médicos podem ter um papel relevante na redução da incidência de doenças diretamente tratáveis por esta modalidade de atendimento. Para tanto, são utilizados dados longitudinais do DATASUS acerca da cobertura do programa e de informações sobre internações hospitalares em nível de municípios paraibanos, em conjunto com a adoção da abordagem de diferenças em diferenças (*diff-in-diff*) com efeito heterogêneo por tempo de exposição ao programa. Os resultados mostraram que o programa teve um impacto significativo estatisticamente na redução da incidência de diarreia em crianças menores que 2 anos de idade, assim como houve uma diminuição no quantitativo de recém-nascidos com baixo peso.

Palavras-chave: Oferta de Médicos. Programa Mais Médicos. *Diff-in-Diff*.

Abstract: The present study aims to analyze the effects of ‘Mais Médicos’ Program, launched by the Federal Government in 2013, on the health status of populations located in municipalities with difficulties in attracting physicians. The hypothesis to be tested is that the incentives generated by the program to better supply basic health units with physicians may play a relevant role in reducing the incidence of diseases directly treatable by this mode of care. For this, we use DATASUS longitudinal data on the coverage of the program and informations on hospital admissions at municipal level in Paraíba, together with the adoption of the *diff-in-diff* approach with heterogeneous effect by time of exposure to the program. The results showed that the program had a statistically significant impact on reducing the incidence of diarrhea in children younger than 2 years of age, as well as a decrease in the numbers of low weight newborn.

Keywords: Physician supply. *Mais Medicos* Program. *Diff-in-Diff*

I. INTRODUÇÃO

No final dos anos 1980, as políticas para saúde no Brasil tiveram suas diretrizes alteradas com a promulgação da Constituição Federal da República Federativa do Brasil em 1988, através da criação do Sistema Único de Saúde (SUS). Esse sistema foi regulamentado pelas Leis n.º 8080 (Lei Orgânica da Saúde) e n.º 8142, ambas editadas em 1990.

De acordo com Ramos (2007), a construção do SUS está ancorada nos princípios ético-doutrinários da universalidade, equidade e integralidade e tem por finalidade assistir à população baseando-se no modelo da promoção, proteção e recuperação da saúde e seguindo os mesmos princípios em todo o território nacional. No entanto, conforme assinalado por Campos (2007), a implantação do SUS vem ocorrendo de maneira heterogênea, uma vez que, entre outros motivos, existem problemas de financiamento, de gestão do sistema e do trabalho em saúde, além de desigualdade no atendimento às necessidades e na utilização de serviços de saúde.

Uma das desigualdades no atendimento pode estar relacionada com a distribuição dos médicos nas regiões brasileiras. Utilizando dados dos conselhos regionais de medicina e do Censo Demográfico de 2010, Scheffer *et al.* (2015) fazem um retrato da distribuição de médicos no país e verificam que embora a taxa de médicos por 1.000 habitantes tenha passado de 1,15 médicos em 1980 para uma razão de 2,11 em 2015, a distribuição dos médicos não ocorre de maneira homogênea, seja entre as unidades da federação, seja entre as capitais e os interiores, ou comparando agrupamentos de municípios por estratos populacionais. As regiões Norte e Nordeste estão abaixo da razão nacional entre médicos por 1.000 habitantes. O levantamento constatou ainda que 21 estados estão abaixo da média nacional. No estado da Paraíba, por exemplo, a razão de médicos por 1.000 habitantes é de 1,51. Com relação à distribuição da quantidade de médicos dentro do estado, quando se compara a capital com cidades do interior, verifica-se uma concentração do número de profissionais na capital, onde a cidade de João Pessoa possui um número de 5,58 médicos por habitantes.

Uma das razões que explicam essa alta concentração espacial de médicos nas regiões Sul e Sudeste e/ou nas capitais, é que as localidades mais afastadas dos grandes centros possuem um baixo grau de atratividade para esses profissionais. Segundo Macedo *et al.* (2016), os médicos e os egressos dos cursos de medicina procuram os grandes centros porque neles se encontram as melhores oportunidades de emprego, novas possibilidades de especialização e melhor qualidade de vida. Além disso, boa parte das localidades mais distantes apresenta problemas de infraestrutura em seus hospitais, como falta de equipamentos e medicamentos, o que torna a carreira médica nesses lugares ainda mais difícil.

Oliveira (2016) identificou diferentes estratégias implementadas com o intuito de dar uma solução ao problema da escassez e má distribuição de médicos no Brasil, entre elas a Medida Provisória nº 621, de 8 de julho de 2013, que posteriormente foi convertida na Lei nº 12.871/2013, que institui o Programa Mais Médicos (PMM). O objetivo do PMM é, entre outros, suprir a falta de médicos em regiões prioritárias para o SUS (BRASIL, 2013). Para isso, o programa consiste em fornecer maiores incentivos para atrair profissionais às regiões afastadas. Além de aumentar a quantidade de médicos em regiões com escassez de profissionais, o programa prevê investimentos na infraestrutura dos locais de atendimento e na formação de novos médicos. Em outras palavras, além de atuar no curto prazo com o envio de um maior quantitativo de médicos, o programa atua para que o crescimento dessa oferta nas localidades menos atrativas não ocorra apenas em caráter emergencial, mas que seja algo que perdure durante os anos.

Embora o programa busque oferecer maiores incentivos para a ida de médicos a estas regiões, ele também contempla a contratação de médicos estrangeiros para fazer frente a baixa adesão dos médicos brasileiros. Para isso, flexibilizou o processo de entrada dos profissionais estrangeiros, acabando com a exigência da revalidação do diploma, o qual era feito através do Exame Nacional de Revalidação de Diplomas Médicos expedidos por Instituição de Educação Superior Estrangeira, o REVALIDA. Assim, ao mesmo tempo em que o programa almeja aumentar a quantidade de médicos, pode estar sacrificando a qualidade do atendimento, um outro aspecto fundamental para que o crescimento da oferta de médicos se converta em benefícios reais em termos de saúde para as populações atendidas.

Neste contexto, é possível que o PMM melhore ou não a qualidade da atenção básica, especialmente na prevenção e redução da incidência de doenças diretamente tratáveis por esta modalidade de atendimento, como é o caso daquelas acometidas por crianças (por exemplo, crianças nascidas com baixo peso, desnutrição e diarreia infantil), doenças estas que podem ser evitadas ou combatidas com o acompanhamento e orientação de equipes de saúde. Entre os anos de 2011 e 2015⁴⁸, o estado da Paraíba melhorou os indicadores de crianças nascidas com

⁴⁸ Até Setembro de 2015.

baixo peso e de desnutrição e diarreia infantil. De acordo com dados coletados no DATASUS, apenas entre os anos de 2011 e 2014, verificou-se uma relevante redução na quantidade de indivíduos nascidos com baixo peso (42%), uma diminuição na incidência de desnutrição infantil tanto na faixa de crianças de até um ano (93%) quanto daquelas com idade entre um e dois anos (182%), bem como uma redução na frequência de diarreia (86%) em crianças de até dois anos de idade.

Diante do exposto, pode-se questionar: será que o Programa Mais Médicos implementado pelo Ministério da Saúde em 2013, contribuiu para melhorar a qualidade nos serviços locais da atenção básica ao longo dos últimos anos nos municípios da Paraíba? A partir desta indagação, o presente estudo, utilizando o método de avaliação de impacto *diff-in-diff* (diferenças em diferenças), busca verificar empiricamente o efeito do PMM no estado da Paraíba, sobre a incidência de três indicadores de saúde, a saber: i) número de crianças desnutridas abaixo de 1 e 2 anos de idade respectivamente; ii) incidência de diarreia em crianças menores que 2 anos de idade e iii) número de recém-nascidos com baixo peso. Usando estratégia empírica similar a adotada por Rocha e Soares (2010), buscou-se estimar o efeito do programa em conformidade com o tempo de exposição dos municípios ao programa.

No Brasil vários estudos têm sido realizados sobre políticas públicas na saúde e sobre as variáveis consideradas. Linhares, et al. (2000) avaliaram o impacto do nascimento de bebês extremamente prematuros; Kilsztajn, et al. (2003), estudaram a importância do número de consultas pré-natais sobre o baixo peso e prematuridade no Estado de São Paulo; Teixeira e Guilhermino (2006) avaliaram a associação entre condições de saneamento e os indicadores epidemiológicos; Rocha e Soares (2010) avaliaram o impacto do programa Saúde da Família em indicadores de mortalidade nos municípios brasileiros.

Os estudos a respeito do PMM presentes da literatura focam nas questões políticas do programa (DUNCAN e TANGA, 2014; RIBEIRO, 2015) ou se restringem aos seus impactos quantitativos, como o crescimento no número de médicos e a equalização da distribuição dos profissionais entre as regiões (RIBAS, 2016). Nesse sentido, o presente estudo se diferencia ao abordar os efeitos qualitativos do PMM, através da construção de uma estratégia empírica que visa gerar indícios sobre a relação do Mais Médicos com indicadores de saúde dos municípios do estado da Paraíba.

Além desta introdução, este trabalho apresenta mais quatro seções. A segunda apresenta os aspectos gerais sobre o sistema de saúde brasileiro. A terceira discorre sobre a estratégia empírica adotada para alcançar os objetivos propostos. A quarta seção discute os resultados e, por fim, na quinta seção são apresentadas as considerações finais.

II. ASPECTOS GERAIS DA OFERTA DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL E CONTRIBUIÇÕES EMPÍRICAS

2.1 Aspectos gerais da oferta de serviços de saúde no Brasil

No Brasil existe uma série de fatores que acabam dificultando de alguma forma a oferta eficiente de bens públicos. São problemas que vão desde as dimensões territoriais do país até o pacto federativo vigente. Os entes federados dotados de autonomia (União, Estados e Municípios)⁴⁹ na oferta dos bens socialmente desejáveis acabam interagindo para poderem satisfazer a expressiva demanda nacional por tais bens. Entre os bens ofertados pelo setor

⁴⁹ Distrito Federal também faz parte desde grupo de entes autônomos;

público brasileiro, nota-se que a saúde, a educação e a segurança são os grandes campeões de insatisfações populares.

Embora seja o bem mais importante para os brasileiros seguido pela educação e a segurança, a saúde tem avaliação bastante insatisfatória com 92% das pessoas entrevistadas atribuindo notas que variam entre zero e sete. Entre esses, tem-se que 60% conferiram notas de no máximo quatro para os serviços de saúde do Brasil (FOLHA, 2014).

Apesar do sistema de saúde brasileiro não representar um bem puramente público⁵⁰, mostra-se, expressivamente, dependente da oferta de saúde do governo, sobretudo para atender às camadas menos abastadas do país. A seguir é possível verificar algumas estatísticas referentes à oferta de serviços de saúde tanto pública quanto privada no Brasil. Esses dados correspondem ao total de serviços oferecidos pelos setor público e privado em termos de atendimento ao público e considerando o ente ofertante.

Tabela 01: Sistema de Saúde Público Versus Privadoⁱ no Brasil em 2015 - um resumo

| Serviços de Saúde no Brasil Cadastrados no Ministério da Saúde | | | |
|--|------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | Quantidade | (%) Em Relação ao Total Brasil | (%) Em Relação ao Setor Público |
| Municipais | 73.653 | 25,97 | 94,41 |
| Estaduais | 3.576 | 1,26 | 4,58 |
| Federais | 787 | 0,28 | 1,01 |
| Total Público | 78.016 | 27,51 | 100 |
| Total Privado | 205.597 | 72,49 | - |
| Total Geral | 283.613 | - | - |

| Quantidade de Hospitais no Brasil | | | |
|-----------------------------------|------------|--------------------------------|------------------------------------|
| | Quantidade | (%) Em Relação ao Total Brasil | (%) Em Relação aos Públicos Brasil |
| Municipais | 1.404 | 21 | 69,99 |
| Estaduais | 535 | 8 | 26,67 |
| Federais | 67 | 1 | 3,34 |
| Total Público | 2006 | 30 | 100 |
| Total Privado | 4.681 | 70 | - |
| Total | 6.687 | 100 | - |

Fonte: Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES).

ⁱ Disponível em: <http://www.cns.org.br/links/DADOS_DO_SETOR.htm>.

De acordo com os dados da Tabela 01, percebe-se que o setor público oferta 27,51% dos serviços de saúde do país contra 72,49% fornecidos pelo setor privado da economia. No setor público o ente de maior relevância na prestação de serviços à sociedade são os municípios (25,97%), seguido pelos Estados (1,26%) e, por fim, a União (0,28%). Considerando-se apenas os serviços públicos, verifica-se que mais de 94% dos serviços recaem sobre os municípios enquanto aqueles ofertados pela união (1%) e Estados (4,58%) em conjunto não somam 6% dos serviços de saúde do país.

Em relação à quantidade de hospitais brasileiros, percebe-se que enquanto 30% são públicos, 70% são privados. Nota-se, ainda, que 21% dos hospitais públicos são municipais, 8% estaduais e apenas 1% são federais. Avaliando-se apenas os hospitais públicos, percebe-se que cerca de 70% são municipais, aproximadamente 27% são estaduais e menos de 4% são federais. Sendo assim, tanto a quantidade de serviços de saúde quanto à quantidade de hospitais brasileiros estão relativamente concentrados no setor privado da economia. Entre os entes federados, nota-se que a maior parte da responsabilidade dos serviços de saúde recai sobre os municípios brasileiros.

⁵⁰ Enquadra-se mais entre os bens meritórios (ofertado pelo Setor Público e o Privado).

Outro problema que afeta o sistema de saúde brasileiro é a alta concentração de médicos em determinadas regiões do país em detrimento de outras. Para tanto, pode-se analisar a Tabela 02, exposta a seguir:

Tabela 02: Médicos ativos no Brasil por região em 2015

| Região | Médicos* (2015) | | População** (2010) | |
|--------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| | Quantidade | (%) Em Relação ao Total Brasil | Quantidade | (%) Em Relação ao Total Brasil |
| Norte | 16.707 | 4,7% | 15.864.454 | 8,3% |
| Nordeste | 65.070 | 18,5% | 53.081.950 | 27,8% |
| Centro-Oeste | 26.894 | 7,6% | 80.364.410 | 7,4% |
| Sudeste | 187.828 | 53,3% | 27.386.891 | 42,1% |
| Sul | 55.611 | 15,8% | 14.058.094 | 14,4% |
| Total | 352.110 | 100 | 190.755.799 | 100 |

Fonte: *Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES). ** Censo Demográfico.

Os dados da Tabela 02 mostram que mais da metade (53,3%) dos médicos brasileiros estão situados na Região Sudeste. Os dados apontam que esses profissionais são responsáveis por atender aproximadamente 42% da população do país. Contrariamente, tem-se regiões menos desenvolvidas como o Norte e o Nordeste apresentando expressivos déficits na quantidade total de médicos em comparação a população total residente. Sendo assim, a região Nordeste, por exemplo, detém 27,8% da população, mas com uma taxa de 18,5% médicos na distribuição brasileira. Já o Norte, apesar de sua grande extensão territorial, apresenta 4,7% dos médicos brasileiros e concentra 8,3% da população do país.

Por fim, tem-se as regiões Centro-Oeste e Sul com distribuição bastante igualitária nas proporções tanto de médicos quanto populacional em relação ao total brasileiro. Essas regiões concentram, respectivamente, 7,4% e 14,4% da população do país e apresentam 7,6% e 15,8% dos médicos brasileiros nessa ordem.

Segundo o Ministério da Saúde (2015), a dificuldade dos gestores municipais em atrair e fixar médicos nas equipes de Saúde da Família foi um dos fatores que dificultaram a expansão da Estratégia de Saúde da Família nos últimos sete anos. Destaca-se que além do problema de concentração em nível macrorregional desse importante recurso humano para os cuidados com saúde, intrarregionalmente essa questão também é um desafio para a estratégia do SUS com a atenção básica. As cidades mais distantes das capitais e os bairros mais carentes dos grandes centros urbanos possuem dificuldades na atração desses profissionais.

Neste contexto, surge o Programa Mais Médicos (PMM) no Brasil. Este programa, implementado pelo governo federal em parceria com os municípios brasileiros integra um conjunto de políticas públicas voltadas sobretudo à ordenação de recursos humanos à saúde e, principalmente, para enfrentar e solucionar alguns dos problemas presentes no sistema de saúde público brasileiro. Este pacote de medidas visa, essencialmente, transpor desafios e aumentar a eficiência no atendimento da Atenção Básica e, sucessivamente, aumentar a Rede de Atenção à Saúde no país.

O principal objetivo do PMM é melhorar a qualidade na atenção e atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS). Tais políticas públicas de saúde podem ser efetuadas por meio de ações que contemplam, essencialmente, três pilares distintos: I – a contratação emergencial de médicos; II – a expansão do número de vagas para os cursos de Medicina e residência médica em várias regiões do país; e III – a implantação de um novo currículo com uma formação voltada para o atendimento mais humanizado e com foco na valorização da Atenção Básica.

Tais medidas devem ser acompanhadas de ações voltadas à infraestrutura das Unidades Básicas de Saúde.

Sendo assim, a expectativa é que com a implantação do PMM ocorra um reflexo positivo no sistema de saúde pública do Brasil. Muito embora, seja preciso levar em conta que existe um *trade-off* entre a dimensão quantitativa e qualitativa, que pode afetar os benefícios efetivos em termos de saúde para as populações atendidas. Por um lado, a principal ação de curto prazo do programa é a contratação de médicos para atender pacientes em regiões com dificuldades de atração desses profissionais, melhorando assim a distribuição quantitativa de médicos ao longo do território nacional. Em tempo, destaca-se que o programa pode estar sacrificando a qualidade de atendimento pela flexibilização das condições dos profissionais estrangeiros ou de residentes brasileiros formados em outros países exercer a profissão no país, dado que com o PMM houve alterações na exigência da revalidação do diploma estrangeiro em medicina no Brasil.

2.2 Contribuições empíricas

No Brasil, as pesquisas acerca do sistema de saúde têm ganhado relativa importância, sobretudo nas últimas décadas. Neste contexto, tem-se o aumento na interação entre pesquisadores, instituições e sociedade, todos trabalhando para entender e promover eficácia e eficiência no sistema de saúde público brasileiro. Nota-se que esse conjunto de profissionais é abrangente e contempla distintas origens acadêmicas promovendo expressivo grau de interdisciplinaridade no setor.

A abordagem econômica da saúde ganha robustez por fornecer resultados alicerçados por instrumentais advindos da matemática e da estatística permitindo análises de custos e benefícios no fornecimento dos cuidados com saúde. No entanto, os conceitos iniciais de tal linha de pesquisa surgem com mais ênfase a partir dos estudos de Arrow (1963), onde se introduz conceitos fundamentais da área como os relativos aos aspectos de financiamento.

Entender os mecanismos de financiamentos do sistema de saúde e aumentar o retorno do gasto público é de extrema importância na atualidade brasileira. No entanto, avaliar os custos futuros associados a doenças ou problemas de saúde previamente tratáveis deve ser tarefa preliminar a determinada política de saúde pública⁵¹. Embora as políticas públicas não sejam fáceis de implantar, combater as incidências e focos de problemas comuns como os de crianças nascidas com baixo peso (prematuras), desnutrição infantil e diarreia pode antecipar resultados e salvar vidas. Assim, Klaus e Kennell (1982) apontam que fatores relacionados aos indivíduos nascidos prematuros e de baixo peso incentivaram pesquisas em busca de entender os reflexos de tais problemas no curso do desenvolvimento e na adaptação psicossocial das crianças acometidas.

Bettioli (1995) aponta que o crescimento físico pode ser afetado por fatores associados à situação nutricional. Por sua vez, Novello, Degraw e Kleinmam, (1992) julgam que o desempenho escolar dos agentes depende também de aspectos nutricionais. Assim, a desnutrição pode ter efeitos que duram por todo ciclo de vida dos indivíduos por meio do baixo aprendizado e possíveis perdas relacionadas à baixa produtividade, como uma baixa capacidade de auferir maiores ganhos econômicos.

Na visão de Lubchenco (1984), o peso do indivíduo ao nascer e a idade gestacional são inter-relacionados e podem influenciar o aumento da mortalidade em recém-nascidos. Na

⁵¹ Morley (1973) aponta o simples acompanhamento do peso de determinada criança como medida de prevenção de problemas nutricionais clínicos.

mesma perspectiva, Usher (1984) aponta crianças nascidas prematuras como possíveis vítimas de várias doenças ao longo do período neonatal. Portanto, causas evitáveis com tratamentos relativamente simples e de carácter preventivo podem poupar vidas e, sobretudo aumentar o bem estar e qualidade de vida das pessoas por longos períodos.

Segundo Santos et al (2001), a ocorrência de casos infantis de diarreia está relacionada com a incidência de infecções virais, bacterianas e parasitárias, frequência de desnutrição e condições de saneamento básico da comunidade, principalmente o abastecimento de água. Neste contexto, diversas pesquisas [Benicio e Monteiro (2000); Paes e Silva (1999); Teixeira (2003)] apontam a diarreia como sendo uma das maiores causas de mortalidade infantil do país e atribuem tais resultados às condições de habitação e higiene dos agentes. Tais condições permitem o surgimento de doenças infecciosas e parasitárias e estão mais associadas com as periferias das grandes e médias cidades (SILVA e ALVES, 1999).

Destaca-se que todo esse conjunto de doenças descritas acima pode ser combatido através de adoção de medidas relativamente simples como visitas constantes ao médico ou mesmo ao posto de saúde. Outros procedimentos podem ser incorporados como a adoção de hábitos de lavar as mãos e higiene pessoal, com tais medidas podendo ser orientadas por profissionais da saúde.

III. ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O Programa Mais Médicos tem como ação suprir a falta de profissionais no atendimento de atenção básica, atuando na redução da incidência de doenças diretamente tratáveis por esta modalidade de atendimento. Sendo assim, o presente artigo busca identificar o efeito do programa sobre alguns indicadores de saúde dos municípios paraibanos, a saber: i) o número de crianças desnutridas abaixo de 1 e 2 anos de idade respectivamente; ii) a incidência de diarreia em crianças menores que 2 anos de idade e iii) o número de recém-nascidos com baixo peso.

A simples comparação das localidades antes e depois da intervenção não consegue capturar o seu real impacto, pois além da política de saúde do PMM, uma série de fatores pode ter afetado o estado de saúde da população tratada. A maneira ideal de fazer a avaliação do programa seria comparar as trajetórias dos municípios atendidos com seus contrafactuais, isto é, com esses mesmos municípios caso não fossem incluídos no programa. Dado que tal situação não é factível, precisa-se construir um grupo de controle formado por municípios não atendidos, mas que apresentam características similares aos municípios tratados, de forma a se ter um contrafactual observável. Como a participação do município no PMM depende da adesão voluntária das prefeituras, tem-se que o tratamento é definido de forma não aleatória, o que inviabiliza a utilização de métodos de avaliação experimentais.

O *timing* de adoção do programa dependerá de uma série de fatores. Os municípios com maior carência de profissionais e mais afastados dos grandes centros tendem a ter prioridade no atendimento do programa, sendo, portanto, escolhidos para adoção mais eminente. Assim, a construção dos grupos de tratamento e controle foi feita com base no tempo de exposição dos municípios ao PMM. Foram construídas três variáveis *dummy* denotando os graus de exposição dos municípios ao programa: d_3 , se o município está no programa há 24 meses, isto é, desde o seu início; d_2 , se o município está no programa há menos de 20 meses; d_1 , se o município está no programa a menos de 15 meses, por fim, aqueles municípios não participantes terão valor zero em todas as variáveis.

A partir da estimação dos coeficientes dos tempos de permanência será possível não só mensurar o impacto do programa nos tratados com relação ao grupo de controle, mas também verificar como o tempo de exposição explica as diferenças de impacto entre os tratados. Além

disso, sabe-se que o programa apresenta também uma natureza preventiva, o que faz com que ele demore algum tempo para surtir efeito, fato que tentamos controlar introduzindo diferentes horizontes de atuação.

Outro fator de preocupação é em relação a variáveis omitidas, pois é possível que as estimativas, bem como a velocidade de adesão dos municípios, reflitam outros fatores como a infraestrutura hospitalar e a oferta de saúde já existente na localidade, ao invés do efeito real do programa. Com o intuito de minimizar os problemas de estimação, a estratégia de identificação do efeito do PMM foi realizada a partir da organização dos dados de forma longitudinal, que permite controlar características observáveis e as não-observáveis fixas no tempo. Além disso, foram adicionadas ao modelo algumas variáveis relacionadas às condições de oferta dos serviços de saúde, a saber: quantidade de médicos por mil habitantes, oferta de estabelecimentos de saúde, quantidade de equipamentos físicos por mil habitantes e número de equipes de saúde básica por mil habitantes.

Para minimizar o problema do viés de seleção, a escolha do município que receberia o PMM deveria acontecer de forma aleatória, pelo método experimental. Como a inscrição no programa acontece de forma voluntária pelo município, só é possível avaliar o efeito médio do PMM com a utilização de métodos não-experimentais. Dentre os métodos disponíveis na literatura, aquele que mais se ajusta ao problema e a disponibilidade de dados é o método de diferenças em diferenças ou *diff-in-diff* (DID).

Uma das hipóteses por trás do DID é a de que, controlando por um conjunto de variáveis observáveis, caso o Programa não tivesse efeito algum, a trajetória dos resultados entre tratados e não tratados deveria evoluir paralelamente. Nesta pesquisa, a estimativa do efeito do programa é medida através de um modelo de regressão com informações em dois períodos no tempo para os dois grupos (antes e depois do tratamento para tratados e não tratados). A estimação do efeito por DID, baseada na estratégia de Rocha e Soares (2010), é feita com base na Equação 1:

$$y_{it,k} = \beta_{0,k} + \beta_{1,k}T + \beta_{2,k}d_{1it} + \beta_{3,k}d_{2it} + \beta_{4,k}d_{3it} + \delta_{1,k}d_{1it}T + \delta_{2,k}d_{2it}T + \delta_{3,k}d_{3it}T + X'_{it}\alpha_k + a_i + \epsilon_{it,k} \quad (1)$$

em que $y_{it,k}$ representa o k -ésimo indicador de saúde; X representa infraestrutura física e assistência médica; d é uma variável *dummy* que indica tratamento, sendo decomposta por tempo de exposição, com $d_3 = 1$ se o município está no programa há 24 meses, $d_3 = 0$, caso contrário, $d_2 = 1$ se o município está no programa há menos de 20 meses, $d_2 = 0$, caso contrário, e $d_1 = 1$, se o município está no programa a menos de 15 meses, $d_1 = 0$, caso contrário. T é a *dummy* para o tempo, com $T=0$ se antes do programa e $T=1$ para o período depois do programa; a_i refere-se ao efeito fixo dos municípios.

Destaca-se que, δ_1 , δ_2 e δ_3 representam o efeito médio do tratamento sobre os tratados (parâmetro de interesse da regressão, pois fornece o impacto médio do tratamento) para os diferentes tempos de exposição do município ao PMM, ou seja, estes coeficientes são os estimadores DID. O somatório de δ_1 , δ_2 e δ_3 será o efeito geral do PMM nos municípios paraibanos.

Além de compreender o tempo de participação no programa está no programa é importante que outros fatores relevantes na regressão sejam considerados. É possível que a adesão ao PMM esteja correlacionada com outros fatores presentes naqueles municípios. Sendo essa possibilidade verdadeira, ao invés da regressão está captando o efeito do programa, na verdade estaria capturando o efeito de outras ações tais como infraestrutura física ou assistência médica disponível. No intuito de controlar para estes fatores, e assim evitar que o efeito de

outras variáveis produzam vieses na estimação, além do efeito fixo, utilizou-se variáveis de controle que captam alterações nas condições de oferta dos cuidados de saúde nos municípios. Para infraestrutura física, foi usado a quantidade de equipamentos físicos disponíveis no SUS e o número de unidades de saúde disponíveis; para assistência médica foi considerado o número de médicos, o número de atendimento e a quantidade de equipes de saúde disponíveis.

3.1 Fonte dos dados

Os dados utilizados são, em sua grande totalidade, oriundos do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), que contém informações sobre o funcionamento de todo sistema de saúde nacional. Tais informações podem servir para subsidiar análises objetivas das condições de saúde da população e tomadas de decisão baseadas em evidências. Nota-se que as informações são subdivididas em diversos eixos temáticos: Indicadores de Saúde e Pactuações, Informações de Assistência à Saúde, Epidemiológicas e Mortalidade, Rede Assistencial, Estatísticas Vitais, Demográficos e Socioeconômicos, Inquéritos e Pesquisas, Saúde Suplementar e Informações Financeiras.

Apenas os dados referentes aos médicos participantes do PMM foram obtidos no Sistema de Gerenciamento do Programa (SGP) Mais Médicos do Ministério da Saúde. Portanto, após detalhada consulta, identificou-se a situação cadastral dos médicos contratados e em seguida o município onde estavam lotados. Tais informações são de fundamental importância para identificar as localidades participantes do programa, assim como calcular o tempo de participação de cada município ao PMM⁵². Enfatiza-se, ainda, que foram utilizados dados referentes às estimativas populacionais dos anos de 2011 e 2015. Tais dados são construídos anualmente pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE).

Para calcular o impacto da implantação do PMM nos indicadores de saúde dos municípios paraibanos serão utilizadas as variáveis expostas no Quadro 01.

Quadro 01: Variáveis da Pesquisa

| Variáveis Dependentes | Fonte dos Dados |
|--|------------------------|
| Desnutrição Infantil de Crianças (até 1 ano) | DATASUS |
| Desnutrição Infantil de Crianças (de 12 a 23 meses) | DATASUS |
| Número de Nascidos com Baixo Peso | DATASUS |
| Frequência de Crianças Acometidas por Diarreia | DATASUS |
| Variáveis Explicativas | DATASUS |
| Tempo de Exposição ao PMM | SGP |
| Quantidade de Médicos por Mil Habitantes | DATASUS |
| Quantidade de Unidades de Saúde por Mil Habitantes | DATASUS |
| Quantidade de Equipamentos Físicos Disponíveis no SUS por Mil Habitantes | DATASUS |
| Quantidade de Equipes de Saúde por Mil Habitantes | DATASUS |
| Assistência Médica por Mil Habitantes | DATASUS |

Fonte: Elaboração Própria

Como ressalva a literatura, a desnutrição infantil de crianças afeta mais frequentemente

⁵² As informações sobre os municípios que integram o PMM estão disponíveis no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde do Ministério da Saúde.

crianças de baixa renda. A presente pesquisa avalia, inicialmente, a desnutrição infantil entre crianças de até um ano de idade e, posteriormente, entre crianças de até dois anos. Entre as características da desnutrição, destaca-se a presença de: edemas, descamação da pele, despigmentação do cabelo, apatia entre outros. Salienta-se que tais sintomas dependem, em grande medida, da fase de desnutrição que se encontra o indivíduo acometido.

As variáveis que indicam desnutrição infantil foram construídas considerando uma média das observações da quantidade de "*Indivíduos desnutridos*" dos primeiros três meses do ano de 2011 (antes da implantação do PMM). Efetuou-se procedimento similar para elaborar o indicador referente ao terceiro trimestre de 2015 (dado mais recente) após a implantação do PMM.

Em relação a variável nascidos com baixo peso, o sistema de saúde considera de baixo peso os bebês nascidos com peso menor que 2.500g. Destaca-se que tal resultado pode estar ligado aos hábitos da mãe (Tabagismo, Alcoolismo, Uso de drogas, Baixa frequência alimentar, entre outros) ou outras condições impostas (Desnutrição materna, Infecções congênitas, Insuficiência placentária entre outros). Estas e outras posturas podem impulsionar expressivamente ao nascimento de crianças abaixo do peso ideal.

Sobre a frequência de crianças acometidas por diarreia, sua incidência pode apresentar expressivamente ligação com os hábitos de higiene da comunidade em análise. Sendo assim, procedimentos rotineiros como, por exemplo, lavar frequentemente as mãos e os alimentos têm o poder de reduzir consideravelmente tal problema. Nota-se que ambientes sem infraestrutura básica (esgoto e água tratada) podem potencializar a proliferação desta doença, pois possuem estreita ligação com a proliferação de microorganismos danosos a saúde humana.

O tempo de exposição ao PMM expressa o tempo que o município está participando do programa. Portanto, quanto maior o tempo que o município está inserido no PMM maiores deveriam ser os ganhos de saúde dos munícipes. Sob a hipótese de que as questões relacionadas às mudanças nos critérios de validação dos diplomas de medicina obtidos no exterior não geram redução de qualidade no atendimento dos profissionais.

Para construir os indicadores de resultado, considerou-se a média das observações da frequência dos indicadores dos primeiros três meses do ano de 2011 (antes da implantação do PMM). Efetuou-se procedimento similar para elaborar o indicador referente ao terceiro trimestre de 2015 (dado mais recente) após a implantação do PMM.

Com exceção do tempo de exposição ao PMM, as demais variáveis explicativas foram construídas considerando a média das observações dos primeiros três meses do ano de 2011 (antes da implantação do PMM). Divide-se este valor pela estimativa populacional (2011) e multiplica-se o resultado por mil. Este mesmo procedimento é feito para elaborar o indicador obtido no terceiro trimestre de 2015 (dado mais recente) após a implantação do PMM. Sendo que no caso de 2015, usa-se a estimativa populacional referente ao ano de 2015.

Neste contexto, a quantidade de médicos por mil habitantes representa o número de médicos a disposição de cada grupo de mil habitantes de determinado município. A quantidade de unidades de saúde por mil habitantes representa, através do número de unidades de saúde, a disponibilidade de atendimento e atenção de cada município. A quantidade de equipamentos físicos disponíveis no SUS por mil habitantes pode ser entendida como a capacidade de apoio e diagnóstico ofertada por cada município em análise. A quantidade de equipes de saúde por mil habitantes indica a disponibilidade de atendimento que cada município possui. Por fim, a assistência médica por mil habitantes expressa o número de beneficiários atendidos em cada período de tempo no município.

IV. RESULTADOS ESTIMADOS

A Tabela 04 reporta estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no presente estudo, antes e depois do programa para o conjunto dos municípios paraibanos, independentemente do tempo de exposição ao programa e da participação no PPM.

Tabela 04: Estatísticas descritivas das variáveis

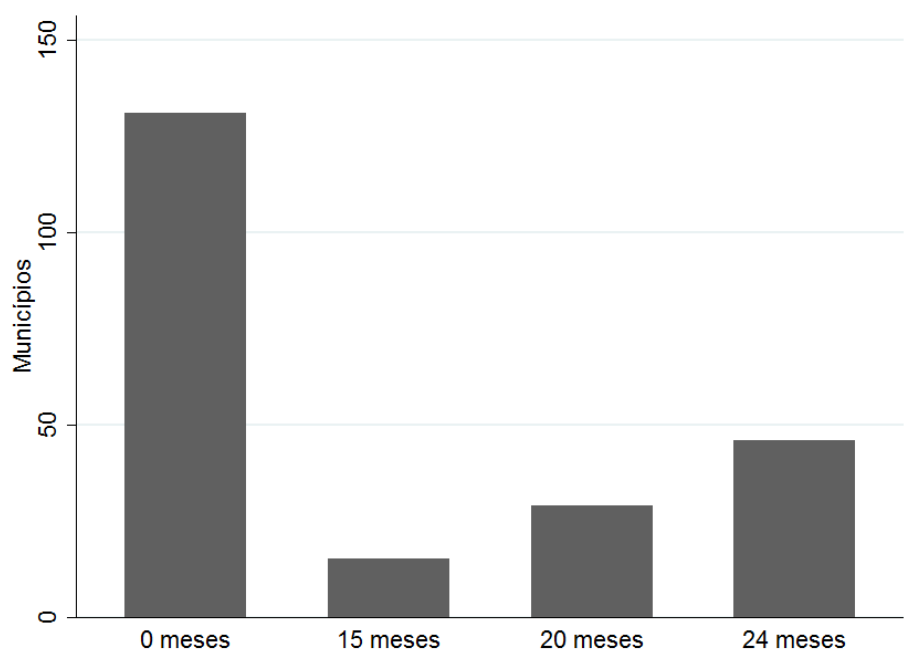
| Variáveis | 2011 | | 2015 | | Geral | |
|-----------------|-----------------------------------|--------|------------------------------------|--------|-------------|--------|
| | Período anterior ao início do PPM | | Período posterior ao início do PPM | | (2011-2015) | |
| | Média | DP | Média | DP | Média | DP |
| N25001T | 1,399 | 3,806 | 0,374 | 1,372 | 0,886 | 2,903 |
| CD1T | 2,247 | 6,256 | 0,382 | 1,500 | 1,314 | 4,639 |
| CD21T | 3,889 | 6,465 | 0,378 | 1,455 | 2,134 | 4,999 |
| Cr2DirrT | 17,007 | 29,424 | 1,760 | 4,054 | 9,383 | 22,324 |
| MedicosMil | 7,152 | 2,093 | 9,779 | 2,875 | 8,465 | 2,835 |
| OfertaSaudeMil | 0,997 | 0,415 | 1,444 | 0,572 | 1,221 | 0,547 |
| EquipFisicoMil | 1,534 | 1,247 | 2,090 | 1,351 | 1,813 | 1,328 |
| QdedeEquipesMil | 0,418 | 0,077 | 0,574 | 0,149 | 0,496 | 0,142 |
| AssistMédicaMil | 20,390 | 60,800 | 20,471 | 43,923 | 20,431 | 52,977 |

Fonte: elaboração própria com base nos dados. O número de observações é de 220 municípios, com um painel balanceado para os dois períodos sob avaliação.

Legenda: N25001T – número de nascidos vivos com menos de 2,5kg; CD1T – crianças até 1 ano com desnutrição; CD21T – crianças entre 1 e 2 anos com desnutrição; Cr2DirrT – crianças até 2 anos com diarreia; MedicosMil – médicos por mil habitantes; OfertaSaudeMil – unidades de saúde por mil habitantes; EquipFisicoMil – equipamentos físicos por mil habitantes; QdedeEquipesMil – equipes de saúde por mil habitantes; AssistMédicaMil – assistência particular por mil habitantes

Com relação aos indicadores de saúde, nota-se uma expressiva melhora, com a redução da média de incidência das doenças após ao período de implantação do Mais Médicos, cujo o objetivo deste trabalho é identificar o quanto da mudança observada pode ser atribuída ao PPM. O aumento no número de médicos por mil habitantes pode ser reflexo direto do programa, cujas ações visam promover o aumento na oferta de médicos, mas também podem ser fruto da ampliação de vagas no ensino superior - motivadas por outros programas anteriores ao PPM, como os programas de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) que teve início com o Decreto nº 6.096/2007 e com alterações do Fundo de Financiamento Estudantil (FIES) ocorridas em 2010 - que resultaram na elevação de diplomações em medicina no Brasil.

Neste mesmo período, verifica-se também um crescimento na média de unidades de saúde, no número de equipamentos físicos disponíveis, no número de equipes de saúde, e no atendimento via rede particular. Tais variáveis descrevem a oferta de saúde do município e podem ser responsáveis por parte da redução na média de doentes nos municípios paraibanos. Em razão disso, as quatro especificações para cada doença incluem estas variáveis como controles adicionais, a fim de fornecer uma maior precisão aos coeficientes.

Gráfico 1: Distribuição dos municípios por tempo de exposição

Fonte: elaboração própria com base nos dados.

O gráfico 1 mostra como os municípios contidos na amostra encontram-se distribuídos entre os diferentes tempos de exposição ao PMM. Dentre os 221 municípios analisados, a maior parte ainda não havia aderido ao programa em 2015. Com relação às localidades tratadas, a maioria é atendida pelo Mais Médicos desde o início da sua implementação.

Os coeficientes das variáveis de interação entre a *dummy* de tempo e as *dummies* baseadas no tempo de exposição encontram-se reportados na Tabela 05.

Tabela 05: Impacto do PMM por tempo de exposição

| Tempo de exposição | Coefficientes <i>diff-in-diff</i> | Erro-padrão | Intervalo de confiança (95%) | |
|--|-----------------------------------|-------------|------------------------------|--------|
| Variável dependente 1: N25001T | | | | |
| Há menos de 15 meses | -1,798* | 1,061 | -3,884 | 0,288 |
| Há menos de 20 meses | 2,204* | 1,241 | -0,235 | 4,643 |
| Há 24 meses | -1,959** | 0,924 | -3,776 | -0,141 |
| Variável dependente 2: CD1T | | | | |
| Há menos de 15 meses | 1,221 | 1,696 | -4,555 | 2,112 |
| Há menos de 20 meses | 1,608 | 1,982 | -2,289 | 5,504 |
| Há 24 meses | -2,776* | 1,477 | -5,679 | 0,127 |
| Variável dependente 3: CD21T | | | | |
| Há menos de 15 meses | -1,697 | 1,775 | -5,186 | 1,792 |
| Há menos de 20 meses | 1,740 | 2,075 | -2,339 | 5,818 |
| Há 24 meses | -2,269 | 1,546 | -5,308 | 0,770 |
| Variável dependente 4: Cr2DirrT | | | | |
| Há menos de 15 meses | -12,907* | 7,782 | -28,204 | 2,390 |
| Há menos de 20 meses | 10,405 | 9,097 | -7,476 | 28,287 |
| Há 24 meses | -8,175 | 6,778 | -21,499 | 5,148 |
| R ² ajustado | 0,129 | 0,129 | 0,178 | 0,208 |

Fonte: elaboração própria com base nas estimações. Os símbolos ***,** e * denotam significância estatística a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Legenda: N25001T – número de nascidos vivos com menos de 2,5kg; CD1T – crianças até 1 ano com desnutrição; CD21T – crianças entre 1 e 2 anos com desnutrição; Cr2DirrT – crianças até 2 anos com diarreia.

Nota: Em todos os modelos estimados foram incluídas como variáveis de controle médicos por mil habitantes; unidades de saúde por mil habitantes; equipamentos físicos por mil habitantes; equipes de saúde por mil habitantes; assistência particular por mil habitantes.

As estimativas referente ao primeiro indicador avaliado indicam que aqueles municípios que estão há menos de 15 meses no programa tiveram uma redução estatisticamente significante de 1,798 no número de recém-nascidos com baixo peso. Nos municípios com um tempo de exposição de até 20 meses, tem-se um crescimento de 2,204 no número de recém-nascidos abaixo do peso. O efeito total do programa é dado pelo somatório dos coeficientes das *dummies* de interação. Assim, para os municípios que estão inseridos no programa desde o início, tem-se uma redução total de 1,553 no número de nascidos com baixo peso, em comparação com os municípios não participantes. Isso leva a crer que em um primeiro momento a intervenção gerou uma diminuição do problema, porém os municípios só conseguem reduzi-lo de forma consistente a partir de um maior horizonte de tempo.

Com relação à incidência de desnutrição entre crianças com menos de um ano de idade, o programa possivelmente só começa a gerar impacto para os municípios que estão inseridos há mais tempo. Ou seja, os municípios atendidos há 24 meses conseguiram uma redução estatisticamente significativa de 2,776 no número de crianças desnutridas maior do que a redução ocorrida nos municípios que não aderiram ao programa. Os resultados sobre os dois

indicadores de desnutrição mostraram que o PMM não teve impacto significativo sobre a incidência desta doença.

Outra variável analisada é a incidência de diarreia. Neste caso, nota-se que a adesão ao PMM gera uma redução estatisticamente significativa no número de crianças com a doença para municípios com menor tempo de exposição ao programa. Em suma, a melhora no quadro de incidência de diarreia mostra-se expressivo apenas nos primeiros meses de permanência no Mais Médicos. Para os municípios com menos de 20 meses de exposição e para aqueles que aderiram ao programa desde o início da sua implementação, os resultados não apresentaram significância estatística.

Alguns fatores podem ajudar a explicar os resultados encontrados. O primeiro deles, e que constitui uma das limitações do presente estudo, pode ser o pouco tempo de atuação do programa. É possível que o programa apresente resultados mais satisfatórios somente em um maior horizonte de tempo, não sendo possível mensurar indicadores com maior maturação. Por isso, que a estratégia utilizada nesta pesquisa foi considerar como resultados de saúde, indicadores relativos à saúde infantil que possuem maior probabilidade de influência no curto prazo.

Outro fator importante é o *trade-off* entre a quantidade de médicos e a qualidade do atendimento, discutido anteriormente. De fato o PMM consegue aumentar o número de médicos e equalizar a distribuição destes profissionais entre as regiões, porém tal resultado ocorre às custas da flexibilização dos critérios para atuação de médicos estrangeiros no país, como a não exigência do REVALIDA. Com isso, é possível a qualidade do atendimento às populações seja afetada de forma adversa, não gerando impacto sobre os indicadores de saúde, ou até mesmo ocasionando uma piora.

Tendo em conta tal resultado, uma análise custo-benefício do programa pode se mostrar pouco vantajosa. Segundo o Ministério da Saúde, em 2015 o programa apresentou um orçamento de 2,7 bilhões de reais. Sendo assim, é possível que os resultados alcançados pelo PMM não façam frente aos altos custos incorridos no funcionamento do programa, o que gera dúvidas quanto à sua viabilidade econômica.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente artigo consistiu em mensurar o impacto do Programa Mais Médicos do governo federal sobre o estado de saúde dos municípios paraibanos. Para tanto, empregou-se o método de diferenças em diferenças com variáveis de tratamento baseadas no tempo de exposição dos municípios ao programa. Em linhas gerais, o método consiste em comparar a trajetória dos indicadores de saúde dos municípios atendidos e não atendidos pelo programa. Supondo que estas tenham a mesma tendência antes do tratamento, desvios na trajetória dos municípios atendidos após a implementação do PMM podem ser atribuídos ao programa.

Em suma, os resultados mostraram que o PMM gera melhora nos indicadores de crianças nascidas com baixo peso, de desnutrição em crianças com menos de 1 ano e de diarreia em crianças até 2 anos. Nestes dois últimos, respectivamente, o programa foi eficaz apenas nos municípios atendidos há 24 meses e naquela cuja adesão ocorreu recentemente. Para o indicador de desnutrição em crianças entre 1 e 2 anos, o programa não mostrou impacto.

É importante ressaltar que tais resultados podem ser reflexos tanto de características do programa, como a não exigência do REVALIDA, como também o pouco tempo de vigência do programa. Como sugestão para futuras pesquisas, um maior horizonte de tempo e a ampliação do escopo da pesquisa para os municípios no resto do Brasil podem contribuir para conferir maior robustez à mensuração do real impacto do PMM.

REFERÊNCIAS

- ARROW, K. J. Uncertainty and the welfare economics of medical care. *American Economic Review*, n. 53, 1963.
- BRASIL. Lei nº12.871, de 22 de outubro de 2013. Institui o Programa Mais Médicos, altera as Leis no 8.745, de 9 de dezembro de 1993, e no 6.932, de 7 de julho de 1981, e dá outras providências. Diário Oficial da União de 23.set.2013.
- BENICIO, M.H. D'A.; MONTEIRO, C.A. *Tendência secular da doença diarréica na infância na cidade de São Paulo* (1984-1996). *Revista de Saúde Pública*, v.34, n.6 supl., p.83-90, 2000.
- BETTIOL, H. (1995). Saúde da criança: Do hospital à escola - crescimento de uma coorte de escolares nascidos de parto hospitalar em Ribeirão Preto no período de um ano. Tese de Doutorado não publicada, Curso de Pós-Graduação em Pediatria da FMRP, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- CAMPOS, G. W. S. O SUS entre a tradição dos Sistemas Nacionais e o modo liberal-privado para organizar o cuidado à saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, v. supl., p. 1865-1874, nov. 2007.
- DUNCAN, M.; TARGA, L. V. Médicos para atenção primária em regiões rurais e remotas no Brasil: situação atual e perspectivas. *Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade*, v. 9, n. 32, p. 233-234, 2014.
- FOLHA, DATA. Opinião dos brasileiros sobre o atendimento na área de saúde. **Pesquisa Data Folha**, 2014. Disponível em: <http://portal.cfm.org.br/images/PDF/apresentao-integra-datafolha203.pdf>> Acesso: 15/04/2017.
- KILSZTAJN, et al. Assistência pré-natal, baixo peso e prematuridade no Estado de São Paulo, 2000. *Rev Saúde Pública* 2003;37(3):303-10
- KLAUS, Marshall; KENNEL, John. Interventions in the premature nursery: impact on development. ***Pediatric Clinics of North America***, v. 29, n. 5, p. 1263-1273, 1982.
- LINHARES, et al. PREMATURIDADE E MUITO BAIXO PESO COMO FATORES DE RISCO AO DESENVOLVIMENTO DA CRIANÇA. *Paidéia*, FFCLRP-USP, Rib. Preto, jan/julho/2000.
- LUBCHENCO, L. O. (1984). Determinação do peso e idade gestacional. Em G. Avery (Org.), *Neonatologia* (pp.207-227). (S. Schavartsman, Trad.). Rio de Janeiro: Médica e Científica (Original publicado em 1981).
- MACEDO, A. S.; et al. O papel dos atores na formulação e implementação de políticas públicas: dinâmicas, conflitos e interesses no Programa Mais Médicos. *Cad. EBAP.BR* [online]. 2016, vol.14, n.spe, pp.593-618.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Programa mais médicos – dois anos: mais saúde para os*

brasileiros. Brasília: Ministério, 2015. 128 p.

MORLEY, D. Paediatric priorities in the developing world. London: Butterworths & Co; 1973.

NOVELLO, A.; DEGRAU, C; KLEINMAN, D. (1992). Healthy children ready to learn: An essential collaboration between health and education. *Public Health Reports*, 107, 3-10.

OLIVEIRA, J. P. A. Análise do provimento de médicos em municípios participantes do Programa Mais Médicos entre 2013 e 2014. 2016, 82f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

PAES, N.A.; SILVA, L.A.A. *Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil: uma década de transição*. *Revista Pan-Americana de Salud Publica*, v.6, n.2, p.99-109, 1999.

RAMOS, R. S. análise do arcabouço teórico jurídico do Sistema Único de Saúde: representações sociais na construção dos princípios éticos-organizativos. 2007, 125f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

RIBAS, A. N. Programa Mais Medicos: uma avaliação dos resultados iniciais referentes ao eixo do provimento emergencial a partir da Teoria da Avaliação de Programas. 2016.

RIBEIRO, R. C. "Programa Mais Médicos-um equívoco conceitual." *Revista Ciência & Saúde Coletiva* 20.2 ,2015.

ROCHA, R. e SOARES, R. R. Evaluating the impact of community-based health interventions: evidence from Brazil's Family Health Program. *Health Economics*, v. 19, p. 126-158, 2010.

SANTOS, J. R. S.; VIANNA, S.; BARATA, R.; NUNES, A. Medindo as Desigualdades em Saúde no Brasil, Uma proposta de Monitoramento / Solon Magalhães Viana [et al.]. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2001. 224p.

SCHEFFER, M. et al, Demografia Médica no Brasil 2015. Departamento de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina da USP. Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo. Conselho Federal de Medicina. São Paulo: 2015, 284 p.

SILVA, H.K. de S.; ALVES, R.F.F. *O saneamento das águas no Brasil*. In: O ESTADO DAS ÁGUAS NO BRASIL. BRASÍLIA: ANEEL, p. 83-102, 1999.

TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados indicadores e dados básicos para a saúde 2003-IDB 2003. *Eng Sanit Ambient*, v. 11, n. 3, p. 277-82, 2006.

TEIXEIRA, J.C. *Associação entre cenários de saneamento e indicadores de saúde em crianças. Estudo em áreas de assentamento subnormal em Juiz de Fora – MG*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2003. 287p. (Tese, Doutorado em Saneamento,

Meio Ambiente e Recursos Hídricos).

USHER, R. H. (1984). Os problemas especiais do prematuro. Em G. Avery (Org.), Neonatologia (pp. 236-266) (S. Schvartsman, Trad.). Rio de Janeiro: Ed. Médica e Científica. (Original publicado em 1981).



10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

SANEAMENTO BÁSICO E MORTALIDADE INFANTIL NOS MUNICÍPIOS DE SERGIPE

Valéria Andrade Silva (UFS), Fernanda Esperidião (UFS) e Fábio Moura (UFS)

Resumo: O saneamento básico se constitui em um direito social, sendo relevante na diminuição das desigualdades sociais e na promoção da saúde pública, assim como do desenvolvimento econômico regional. Seu impacto é percebido na mortalidade infantil, já que sua implementação interrompe o ciclo de transmissão das doenças infectocontagiosas. Este artigo tem por objetivo analisar a relação do serviço de abastecimento de água com a taxa de mortalidade infantil e o desenvolvimento regional dos municípios do estado de Sergipe, no período de 2007 a 2014. Para tanto, foram usadas variáveis que de acordo com a literatura que refletem as questões socioeconômicas da população. Os dados foram coletados no DATASUS, SNIS, IBGE e IFDM, os resultados foram obtidos por meio da análise descritiva, estatística, de correlação e da estimação de regressão com dados em painel, segundo o método *panel corrected standard errors* (PCSE), realizadas no software STATA 14. Conclui-se que maiores investimentos em saneamento básico podem impactar na diminuição da mortalidade infantil e no aumento do desenvolvimento da região.

Palavras-chave: saneamento básico, mortalidade infantil, desenvolvimento econômico.

Abstract: Basic sanitation constitutes a social right, and is relevant in reducing social inequalities and in promoting public health, as well as regional economic development. Its impact is perceived in infant mortality, since its implementation interrupts the cycle of transmission of infectious diseases. The objective of this article is to analyze the relationship between the water supply service and the infant mortality rate and the regional development of the municipalities of the state of Sergipe, from 2007 to 2014. For this purpose, variables were used that according to the literature Reflect the socioeconomic issues of the population. The data were collected in DATASUS, SNIS, IBGE and IFDM, the results were obtained through the descriptive, statistical, correlation and regression estimation with panel data, according to the panel corrected standard errors method (PCSE) STATA software 14. It is concluded that greater investments in basic sanitation can impact on reducing infant mortality and increasing the region's development.

Keywords: Basic sanitation, infant mortality, economic development.

Classificação JEL: I00, C33.

1 INTRODUÇÃO

A economia da saúde é um ramo recente da economia, já que sua criação aconteceu por volta de 1960. A relação da economia com a saúde começa a partir da definição do que é a saúde, a qualidade de vida e como os recursos devem ser alocados para que a população tenha condições de vida e acesso a saúde de boa qualidade, assim como um bem-estar socioeconômico. O conhecimento da economia no setor da saúde é fundamental para o seu planejamento e implementação de políticas públicas (BARROS, 2013). Para Neri (2007) a economia da saúde surgiu pela preocupação com a situação socioeconômica da população,

sobretudo com as questões sanitárias, já que afetam em sua maioria a população menos favorecida aumentando os gastos do governo com tratamento de doenças.

Principalmente no tocante a taxa de mortalidade infantil, que mede o quanto de crianças com até um ano de idade não deverão sobreviver a cada 1000 crianças nascidas vivas. A maioria das causas dessa mortalidade são as doenças diarreicas, que desnutrem as crianças na idade em que mais necessitam de nutrientes para a sua sobrevivência e desenvolvimento (FILHO et al, 2007). De acordo com o Trata Brasil (2017), são mais de 2.195 mortes infantis por dia no mundo causadas por essa doença.

A economia da saúde traz como meio de prevenção das doenças de veiculação hídrica que atinge grande parte da população brasileira o saneamento básico. O qual é definido como medidas e ações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, que visam a promoção da saúde e do bem-estar socioeconômico da população (BRASIL, 2007).

Tendo isso em vista, e dada a escassez desse tipo de análise para o estado de Sergipe, o presente artigo tem por objetivo analisar a relação e os impactos entre o serviço de abastecimento de água, a taxa de mortalidade infantil e o desenvolvimento para os municípios do estado de Sergipe no período de 2007 a 2014. A metodologia adotada para realizar a análise foi a estimação de regressão com dados em painel e modelo PCSE gerada pelo software STATA 14. Com essa estimação pode-se visualizar as possíveis relações entre a taxa de mortalidade infantil e algumas variáveis socioeconômicas.

Além dessa introdução, o artigo está dividido em mais cinco seções. Na segunda e na terceira seção é explanada a literatura empírica sobre o tema, na quarta seção são apresentados os dados e metodologia. Na quinta seção, são apresentados os resultados e discussões com base na análise descritiva, estatística, de correlação e regressão dos dados. Na sexta e última seção são expostas as considerações finais.

2 A ECONOMIA DA SAÚDE

Para Barros (2013) a relação entre a economia e a saúde começa com a análise sobre o que é saúde, sobre o valor da vida e de como esses conceitos podem ser calculados e expressos na forma de decisão e de alocação dos recursos. O que expõe a relação direta entre a economia e a saúde. Pois, no setor da saúde a economia representa as melhores escolhas que os agentes farão no setor de uma forma aplicada. Sendo necessário saber qual a demanda e oferta do setor para os cuidados com a saúde, onde há sempre uma procura pelo equilíbrio.

A análise econômica no ramo da saúde de acordo com Barros (2013) é recente, datada a partir de 1960, mas já se tem o conhecimento de que é fundamental para o entendimento e a compreensão do funcionamento do setor da saúde. Para formulação de novas políticas públicas e para sua melhoria e manutenção. O conhecimento da economia acaba sendo fundamental para o profissional da área da saúde que trabalha no planejamento e administração do setor, de forma a estabelecer as medidas econômicas que visem a melhoria e o bom funcionamento de todo o sistema, tanto na prevenção quanto nos cuidados com a saúde. Para Nero (2002), a economia da saúde surgiu a partir da preocupação com a situação sanitária e com os aspectos sociais da população. Sendo assim, percorre por entre os fatores socioeconômicos e os índices de saúde. Onde relaciona a renda com a saúde, com a mortalidade infantil, com as doenças e outros fatores causadores de despesas por meio da saúde.

Segundo Nero (2002), através da economia é possível saber como a saúde influencia no desenvolvimento econômico regional como, por exemplo, nos negócios por meio da instalação de fábricas, no turismo etc. Visando a eficiência e ótima alocação dos recursos e dando suporte para as políticas públicas.

Para o Ministério da Saúde (2012), a economia da saúde apresenta temas como, a prevenção de doenças como fator determinante da diminuição dos gastos com tratamento de doenças e gastos hospitalares. O que afeta de forma positiva o desenvolvimento econômico, já que uma população saudável é uma população mais produtiva. Outros temas são: saúde e desenvolvimento e, eficiência e financiamento das ações da saúde e da alocação dos recursos e regulação econômica.

Para a economia da saúde é importante focar na prevenção de doenças, melhoria da qualidade de vida, do bem-estar social e do desenvolvimento econômico. Para isso, a economia da saúde destaca o saneamento básico como as medidas necessárias para promover a saúde e o desenvolvimento socioeconômico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

Destarte, se faz necessário estudar a relação dos serviços de saneamento básico com a saúde pública e o desenvolvimento econômico. Já que é um fator propulsor do bem-estar socioeconômico.

3 SANEAMENTO BÁSICO, SAÚDE PÚBLICA E DESENVOLVIMENTO

O saneamento básico como dito anteriormente consiste em medidas, as quais são: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Estas promovem a saúde pública, o desenvolvimento econômico regional e a melhoria dos aspectos sociais. Por este motivo, suas medidas se constituem em um direito social da população, onde sua prestação tem de levar em consideração a modicidade tarifária para que o princípio da universalidade que consta na Lei nº 11.445 de 2007 seja cumprido. Ou seja, as tarifas dos serviços prestados devem ser cobradas de forma proporcional a renda da população para que todos tenham acesso aos serviços (TRATA BRASIL, 2012; BRASIL, 2007).

Os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são tratados pela literatura como os serviços de infraestrutura básica, sendo o abastecimento de água essencial para a vida e a saúde. Pois, o consumo humano deve ser feito da água própria para o consumo, a qual recebe um tratamento para eliminar os riscos de transmissão de doenças. Já que esta possui substâncias que podem fazer mal à saúde, como bactérias, radioatividade, substâncias tóxicas etc. Já o esgotamento sanitário provém da utilização da água e de matéria orgânica, sendo necessário para que não haja transmissão de doenças por meio do solo e de alimentos contaminados, o qual visa também a preservação da natureza e dos aspectos estéticos (RIBEIRO, ROOKE, 2010; Leal, 2012). Estes serviços são fundamentais para a qualidade de vida da população.

De acordo com o Trata Brasil e a Organização Mundial de Saúde (2017), a saúde não é definida apenas como a ausência de doença, mas também como o bem-estar físico, mental e social. Ainda afirmam que o saneamento básico tem papel relevante na promoção destes.

Os seus serviços afetam diretamente a saúde pública por eliminarem os meios de transmissão de doenças infectocontagiosas relacionadas com a água e com o esgoto. Essas doenças podem ser visualizadas no Quadro 1, o qual, também podem ser visualizados os seus meios de prevenção. Algumas delas são: a diarreia, cólera, esquistossomose, dengue, febre amarela, infecções de pele e olhos e poliomielite.

Quadro 1 - Doenças relacionadas com a Água e com o Esgoto

| Doenças relacionada com a Água | | | |
|--|--|--|--|
| Grupo de doenças | Principais doenças | Formas de transmissão | Formas de prevenção |
| Transmitidas pela via feco-oral. | Diarreias e disenterias; cólera; giardíase; amebíase e ascaridíase (lombriga); | O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido. | Abastecimento de água adequado e a não utilização de fontes contaminadas. |
| Associadas ao abastecimento insuficiente de água. | Infecções na pele e olhos, como tracoma e o tifo (relacionado com piolhos), e a escabiose. | A falta de água e higiene pessoal insuficiente. | Acesso a água em quantidade adequada e cuidados com a higiene pessoal e doméstica. |
| Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático). | Esquistossomose. | O patogênico penetra pela pele ou é ingerido. | Não ter contato com água contaminada. |
| Transmitidas por vetores que se relacionam com a água. | Malária; febre amarela; dengue e filariose (elefantíase). | As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela. | Combater os insetos transmissores, através do tratamento da água e eliminação de possíveis criadouros. |
| Doenças relacionadas com o Esgoto | | | |
| Grupo de doenças | Principais doenças | Formas de transmissão | Formas de prevenção |
| Feco-orais (não bacterianas). | Poliomielite; hepatite tipo A; giardíase; disenteria amebiana e diarreia por vírus. | Contato de pessoa para pessoa, quando não se tem higiene pessoal e doméstica adequada. | Abastecimento de água e esgotamento sanitário adequados. |
| Feco-orais (bacterianas). | Febre tifoide; febre paratifoide; diarreias e disenterias bacterianas, como a cólera. | Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos contaminados e contato com fontes de águas contaminadas pelas fezes. | Abastecimento de água, esgotamento sanitário e moradias adequadas e promoção da educação sanitária. |
| Helminhos transmitidos pelo solo. | Ascaridíase (lombriga); tricuriíase e ancilostomíase (amarelão). | Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo. | Esgotamento sanitário adequado |
| Tênias (solitárias) na carne de boi e de porco. | Teníase e cisticercose. | Ingestão de carne malcozida de animais infectados. | Esgotamento sanitário adequado |
| Helminhos associados à água. | Esquistossomose. | Contato da pele com água contaminada. | Esgotamento sanitário adequado e controle dos caramujos. |
| Insetos vetores | Filariose (elefantíase). | Procriação de insetos em locais contaminados por fezes. | Combater os insetos transmissores e eliminar condições que possam favorecer criadouros. |

Fonte: elaboração própria.

Os impactos dos serviços de saneamento na saúde podem ser percebidos também pelo número de mortalidade infantil. Pois, a maioria das causas dessa mortalidade são as doenças diarreicas, que desnutrem as crianças no período de vida em que mais necessitam de nutrientes para sobreviver (FILHO et al, 2007). De acordo com o Trata Brasil (2016), são mais de 2.195 mortes por ano no mundo de crianças com até um ano de idade ocorridas por causa da diarreia. Mortes essas que poderiam ser evitadas com a implementação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário adequados.

Ainda de acordo com Filho et al (2007), as regiões que possuem maiores números de mortalidade infantil são as regiões Norte e Nordeste, por apresentarem maiores níveis de desigualdade social e concentração de renda. Pois, a falta de saneamento básico atinge diretamente as regiões onde a população é menos favorecida.

Segundo Turolla et al (2014), a falta dos serviços de saneamento básico aumenta tanto a mortalidade infantil quanto o número de pessoas doentes. O que implica em maiores gastos

do governo com tratamento de doenças e leitos. Torna o trabalhador menos produtivo, pois tem que faltar ao trabalho por estar doente, e a região menos competitiva. Já que o saneamento é um fator importante na tomada de decisão para novas localizações industriais, de escritórios e para o turismo.

Ferreira (1992), afirma que o nível de escolaridade somado ao saneamento básico é de maior relevância para a diminuição da mortalidade infantil. Pois, supõe-se que uma população alfabetizada tem consciência dos seus direitos e da importância dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, assim como da higiene para a sobrevivência das crianças e qualidade de vida. O saneamento básico então, teria um papel relevante na melhoria do desenvolvimento socioeconômico e dos aspectos da saúde.

Vale ressaltar o que foi dito por Filho et al (2007), que as regiões mais desfavorecidas possuem menor nível de prestação de serviços de abastecimento de água. Tendo isso em vista, na próxima seção são apresentados os dados e metodologia para a análise da possível relação entre a taxa de mortalidade infantil e variáveis socioeconômicas no estado de Sergipe, no período de 2007 a 2014.

4 Dados e Metodologia

4.1 Dados

Os dados utilizados foram selecionados com base na literatura de relevância sobre o assunto, como o estudo de Bernardino (2016), Menezes (2011) e Sousa et al (2004), que abordam as questões sobre os determinantes da redução da mortalidade infantil.

No Quadro 2 é possível visualizar as variáveis coletadas que possuem maior representatividade na literatura sobre a influência do saneamento básico na saúde pública, assim como o seu impacto no desenvolvimento econômico.

Quadro 2 – Especificação das Variáveis

| Variável | Sigla | Definição | Sinal esperado | Fonte/ Estatística |
|--|-----------|---|---------------------|-----------------------|
| Taxa de Mortalidade Infantil | TMI | Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1000 crianças nascidas vivas, dividido pela população total do município e multiplicado por 10.000 | Variável dependente | DATASUS (2007 a 2014) |
| População total atendida com abastecimento de água | Popatenag | Valor da soma das populações urbana e rural-sedes municipais e localidades-atendidas com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Correspondente a população que é efetivamente atendida. | - | SNIS (2007 a 2014) |
| Renda média mensal | Rmm | Remuneração média mensal | - | IBGE (2007 a 2014) |
| IFDM educação | IFDMedu | É composto por seis indicadores (atendimento educação infantil, taxa de distorção idade série, percentual de docentes com curso superior, número médio diário de horas-aula, taxa abandono escolar, média do índice de desenvolvimento da educação básica | - | IFDM (2007 a 2014) |

Fonte: elaborado pela autora.

Os dados foram coletados para os municípios do estado de Sergipe no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e no Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), para os anos de 2007 a 2014.

A opção pelo estudo ser direcionado aos municípios de Sergipe se deu pela constatação de que o estado é um dos que possuem os menores números de mortalidade infantil na região Nordeste. Apesar disso, o número de mortes ainda é considerado alto. A escassez desse tipo de estudo para os municípios de Sergipe também foi relevante na tomada de decisão. Tendo isso em vista, na próxima seção é apresentada a metodologia utilizada no estudo para obtenção dos resultados.

4.2 Metodologia

Nesta seção é apresentada a metodologia utilizada para avaliar a relação entre a Taxa de mortalidade infantil e as seguintes variáveis no estado de Sergipe: população total atendida com abastecimento de água, renda média mensal e IFDM educação. Para a estimação foram utilizados 68 municípios, de um total de 75 que compõem o estado. Os municípios que não participaram da amostra foram: Amparo de São Francisco, Cumbe, Feira Nova, Malhada dos Bois, Pedra Mole, São Francisco e Telha. Tais municípios apresentavam um número reduzido de informações quanto à mortalidade infantil ocorrida neles ao longo dos anos.

4.2.1 Dados em Painel

O modelo de regressão utilizado PCSE, em dados do tipo cross-section com séries temporais (TSCS).

A estrutura TSCS foi escolhida por permitir um maior número de observações, com maior grau de liberdade. Além disso, a estrutura permite um maior nível de informação sobre os municípios, maior variabilidade, e menor colinearidade entre as variáveis. Há também há a oportunidade de comparação entre unidades, com maior probabilidade de se obter um estimador não enviesado e com variâncias menores para todos os valores possíveis do parâmetro (GUJARATI, 2011; WOOLDRIDGE, 2002).

O modelo apresenta-se no seguinte formato:

$$y_{it} = \alpha + \beta_{1it}x_{1it} + \dots + \beta_{nit}x_{kit} + u_{it} \quad (1)$$

Onde y é a variável dependente, α é um parâmetro de intercepto, i denota os diferentes indivíduos, t o período de tempo, x_k são as variáveis exploratórias, e $u_{it} [0, \sigma_e^2]$ é o termo de erro.

A análise dos fatores determinantes da taxa de mortalidade infantil será realizada com base no modelo econométrico a ser estimado com a aplicação do logaritmo em algumas variáveis, no formato empilhado especificado na seguinte equação:

$$TMI_{it} = \alpha + \beta_1 \log \text{Popatenag}_{it} + \beta_2 \log \text{Rmm}_{it} + \beta_3 \text{IFDMedu}_{it} + u_{it} \quad (2)$$

TMI representa a taxa de mortalidade infantil, Popatenag é população total atendida com abastecimento de água, Rmm é a renda média mensal e IFDMedu é o IFDM educação.

Porém, esse tipo de análise pode aumentar a chance de ocorrer autocorrelação, heterocedasticidade e correlação contemporânea entre o termo de erro dos diferentes

municípios. Um método utilizado para a correção de erros não esféricos é PCSE, desenvolvido por Beck e Katz (1995). Sua estimação corrige os erros com pouca perda de eficiência, sendo mais eficiente para períodos de tempo menores que as unidades. Se o número do período do tempo em análise for maior que o número das unidades, a estimativa não será tão eficiente quanto a obtida por FGLS. (TORRES; RESENDE, 2015; CRUZ et al, 2015).

Como neste trabalho o número de unidades é maior que o número de observações temporais, optou-se por PCSE. Foram realizados três testes para verificar se haveria a presença de erros não esféricos, e assim definir como seria feita a estimação via PCSE. Os testes podem ser visualizados no Quadro 3.

Quadro 3 - Testes de erros

| Testes | Hipótese Nula |
|--|---|
| Teste de Heterocedasticidade entre os municípios | Homocedasticidade |
| Teste de independência transversal de Pesaran | Independência cross-section |
| Teste de Wooldridge para autocorrelação | Não apresenta correlação temporal de primeira ordem |

Fonte: elaboração própria.

Na próxima seção são apresentados os resultados obtidos por meio da análise descritiva e do modelo empírico adotado.

5 Resultados e Discussões

Nesta seção são apresentados os resultados e discussões em torno dos dados coletados para os municípios de Sergipe.

5.1 Análises descritiva dos dados e estatística

Nesta seção são apresentados os resultados das análises com base nos dados para os municípios do estado de Sergipe, em um recorte temporal que envolve os anos de 2007, 2010 e 2014, os quais são marcados pela expansão do saneamento básico para as regiões brasileiras.

As Figuras 1 e 2 possibilitam ter uma visão espacial da distribuição da taxa de mortalidade infantil (TMI) e da população atendida com abastecimento de água (Popatenag). A Figura 1 mostra a distribuição espacial em Sergipe para os dados da população atendida com abastecimento de água para os municípios no período de 2007, 2010 e 2014 respectivamente. Percebe-se que ao longo do período há uma tendência ao aumento da população com acesso a esse serviço. No ano de 2007, por exemplo, a população atendida por abastecimento de água chegou a 511.834 aproximadamente em Aracaju⁵³. A maioria dos municípios tiveram um número alto de população atendida, levando em consideração o número da população total de cada um.

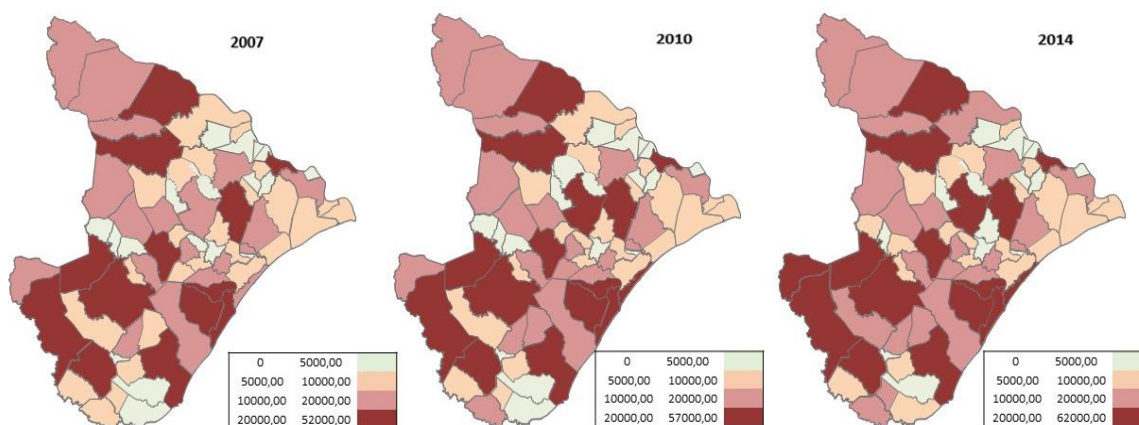
No ano de 2010, verifica-se que houve um aumento da população com acesso a abastecimento de água, sendo a tendência mantida para os anos seguintes. Na figura referente

⁵³ A população total do município de Aracaju em 2007 era de 520.303 habitantes.

ao ano de 2014, observa-se que o número de pessoas atendidas chegou a 620.000⁵⁴ aproximadamente no município de Aracaju. O município de Nossa Senhora das Dores, por exemplo, apresentou um aumento de 4.589 pessoas atendidas com abastecimento de água de 2007 para 2014. Vale ressaltar que este mesmo município apresentou tendência a diminuição da taxa de mortalidade infantil no período. Percebe-se, na Figura 1, que houveram investimentos em saneamento básico em Sergipe, sendo a maioria nas regiões que possuíam maior contingente populacional.

Esse aumento ocorreu possivelmente pela implementação da Lei 11.445/2007, que tem por princípio fundamental a universalização dos serviços de saneamento, incentivando os investimentos no setor. Segundo Ferreira (1992), esse aumento pode ter sido ocasionado pelo aumento do nível de escolaridade da população nesse período, já que uma população alfabetizada tem mais consciência dos seus direitos e da importância serviços de saneamento.

Figura 1 – População atendida com abastecimento de água - 2007, 2010 e 2014



Fonte: elaboração própria com base nos dados do SNIS.

Nota: figuras referentes aos anos de 2007, 2010 e 2014 respectivamente.

Para entender os possíveis impactos ocorridos na população pelo acesso ao serviço de abastecimento de água, foram elaboradas figuras com dados sobre a taxa de mortalidade infantil dos municípios no mesmo período, já que essa mortalidade é utilizada como indicador de qualidade de vida e bem-estar socioeconômico, além de possuir uma relação direta com as questões sanitárias e de higiene (MENEZES, 2011).

Na Figura 2 é possível ter uma visualização espacial da distribuição da taxa de mortalidade infantil nos municípios sergipanos no período em análise. É importante salientar o que significa o número dessa mortalidade. A mortalidade infantil aqui adotada é o número anual de óbitos infantis para cada 10 mil habitantes.

Percebe-se, na Figura 2, que no ano de 2007 o número de mortes infantis variou de 0 (exclusive) a 10 para cada 10 mil habitantes, aproximadamente, sendo que a maioria dos municípios tiveram um número de mortalidade entre 3 e 6. Vale ressaltar que alguns municípios não apresentaram informações relevantes sobre a quantidade de óbitos no SNIS; esses municípios foram: Feira Nova, Pedra Mole, Pedrinhas, São Francisco, São Miguel do Aleixo e Siriri.

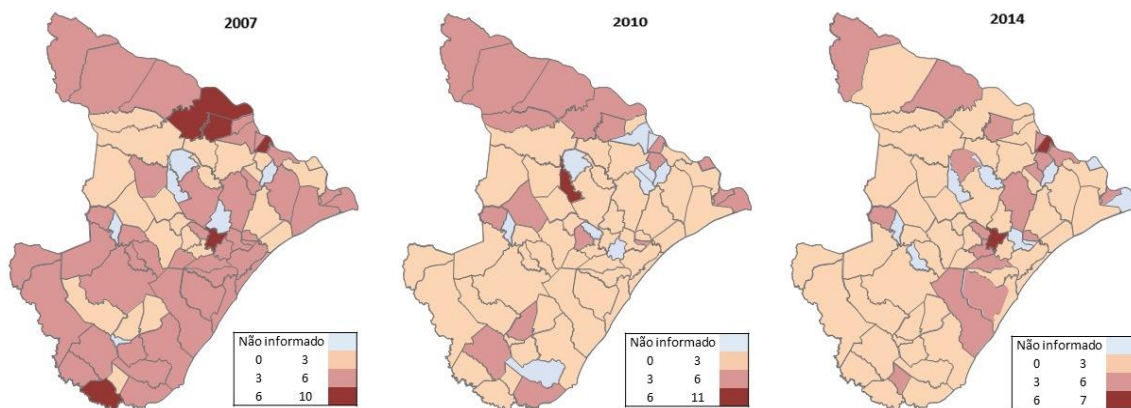
⁵⁴ O número de população atendida por abastecimento de água em Aracaju chegou a 618.714, sendo que sua população total era de 623.766 habitantes.

Os municípios com maiores números de mortalidade infantil a cada 10 mil habitantes foram: Cristinápolis (6,3), Gararu (6,03), Itabi (8,44) e Telha (7,01). Dos municípios que variaram entre 0 (exclusive) e 3 de óbitos infantis, Ribeirópolis e Umbaúba apresentaram os menores números de mortalidade, sendo respectivamente 0,63 e 0,97 mortes a cada 10.000 habitantes.

O ano de 2010 apresenta uma diminuição do número de mortalidade infantil, de sorte que a maioria dos municípios variaram entre 0 (exclusive) e 3. O maior número de óbitos infantis ocorreu no município de São Miguel do Aleixo, com 10,81 mortes a cada 10 mil habitantes. O menor número de óbitos infantis foi observado no município de Umbaúba, com 0,44 mortes aproximadamente. Os municípios que apresentaram maiores números de mortalidade infantil são aqueles que também apresentaram menores índices de acesso aos serviços de saneamento básico e maiores desigualdades sociais, o que expressa a ideia de Formiga (2002) de que as desigualdades sociais são relevantes na determinação da mortalidade infantil. Os municípios Amparo de São Francisco, Canhoba, Feira Nova, Malhada dos Bois, Maruim, Muribeca, Pedra Mole, Santa Luzia do Intanhy, Santa Rosa de Lima e São Francisco não apresentaram estatísticas para esse ano.

Percebe-se que, no ano de 2014, houve uma queda da mortalidade infantil no estado de Sergipe, a qual variou entre 0 (exclusive) e 7 para cada 10 mil habitantes. A maioria dos municípios apresentaram um número de óbitos infantis entre 0 (exclusive) e 3 aproximadamente, sendo que os municípios Brejo Grande, Cumbe, General Maynard, Pedra Mole, Rosário do Catete, Santana do São Francisco, São Domingos e São Miguel do Aleixo não tiveram os dados sobre a mortalidade infantil informados.

Figura 2 – Taxa de Mortalidade Infantil – 2007, 2010 e 2014



Fonte: elaboração própria com base nos dados do DATASUS.

Nota: figuras referentes aos anos de 2007, 2010 e 2014 respectivamente.

A diminuição da mortalidade infantil nesse período, como foi vista, ocorreu no momento em que houveram melhorias da situação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios como, por exemplo, o município de Nossa senhora das Dores, que obteve um aumento de população atendida por abastecimento de água e ao mesmo passo obteve uma diminuição da taxa de mortalidade infantil, caindo 4,34 entre 2007 e 2014, um número altamente significativo. Se observada também a situação dos municípios que apresentaram maior número da população com acesso ao abastecimento de água, percebe-se que estes mesmos municípios apresentaram quedas da mortalidade infantil e melhoria dos índices socioeconômicos como, por exemplo, aumento do índice de escolaridade e renda per capita.

Como a principal causa da mortalidade infantil são as diarreias, é possível então supor que a diminuição do número de mortalidade infantil nos municípios do estado de Sergipe neste período pode ter ocorrido pelo aumento do acesso ao serviço de abastecimento de água.

Para Pasternak (2016), a relação entre o saneamento básico e a mortalidade infantil existe e é conhecida, pois a prestação de serviços adequados de água e esgoto diminuem as doenças infecciosas, parasitárias e de veiculação hídrica.

Na Tabela 1 estão as estatísticas descritivas sobre a taxa de mortalidade infantil e as variáveis selecionadas, que expressam as condições socioeconômicas da população nos municípios sergipanos. Observa-se que a média da taxa de mortalidade infantil no estado de Sergipe é de 3,03 óbitos infantis para cada 10 mil habitantes, sendo que a maior taxa ocorrida foi de 10,8 mortes para cada 10 mil habitantes aproximadamente em São Miguel do Aleixo e a menor taxa de 0.44 aproximadamente em Umbaúba. Em relação à população atendida por abastecimento de água, Aracaju é o município com maior acesso, aproximadamente 618.714 habitantes possuem acesso a água. O município que apresentou menor acesso foi Santa Luzia do Itanhhy. Percebe-se que o maior índice ocorrido de IDFM foi de 0.77 no município de Divina Pastora e o menor de 0.3 em Porto da Folha. Com relação a variável renda média, o município que apresentou o maior valor foi Japaratuba com R\$ 6.103,27, já a menor renda média mensal foi de R\$ 479,83 em Campo do Brito, sendo a média para o estado de Sergipe de R\$ 1.138,80 no período.

Tabela 4 - Estatísticas Descritivas

| Variáveis | Observações | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo |
|-----------|-------------|----------|---------------|--------|---------|
| TMI | 541 | 3.03 | 1.56 | 0.44 | 10.8 |
| Popatenag | 599 | 22768.44 | 66527.9 | 1438 | 618714 |
| Rmm | 600 | 1138.8 | 569.5 | 479.83 | 6103.27 |
| IFDMedu | 525 | .59 | .07 | .3 | .77 |

Fonte: elaboração própria.

As análises realizadas até aqui possibilitaram ter uma visão espacial e estatística da distribuição dos dados apresentados para os municípios de Sergipe. Para analisar a relação existente entre a variável dependente e as variáveis explanatórias, se fez necessário uma análise mais robusta.

A Tabela 2, por seu turno, apresenta as correlações entre as variáveis. Pode-se observar que as correlações entre as variáveis explanatórias com a TMI apresentam valores muito baixos, mas com os sinais negativos esperados Segundo Filho et al (2007), a renda familiar representa um fator significativo na mortalidade infantil, pois a depender da renda é que será determinado se a criança terá acesso a prevenção de doenças, tratamentos de saúde, acesso à educação etc. Além disso, pressupõe-se que quanto maior for a prestação do serviço de abastecimento de água, menores serão os números de mortalidade infantil, assim como maiores níveis de escolaridade influenciam na diminuição dos óbitos infantis.

Para Ferreira (1992), é verificada maior taxa de mortalidade infantil em famílias que possuem menor nível de instrução, ou seja, aquelas que também possuem menor nível de renda e não tem acesso aos serviços adequados de saneamento básico.

Segundo Formiga (2002), a alfabetização é ainda mais importante que a renda familiar na determinação das mortalidades, pois o estado de saúde está inquestionavelmente ligado com as questões socioeconômicas de cada região.

Tabela 5 - Matriz de Correlação

| Variáveis | TMI | log_Popatenag | log_Rmm | IFDMedu |
|---------------|---------|---------------|---------|---------|
| TMI | 1 | | | |
| log_Popatenag | -0.1559 | 1 | | |
| log_Rmm | -0.1521 | 0.2068 | 1 | |
| IFDMedu | -0.0827 | -0.1087 | 0.3513 | 1 |

Fonte: elaboração própria.

A seção a seguir é apresentada a análise econométrica.

5.2 Análise econométrica

Nesta seção são apresentados os resultados para os testes de erros não esféricos e para a estimação da regressão com dados TSCS em um modelo PCSE.

De acordo com a Tabela 3, o teste de heterocedasticidade apresentou um valor significativo a um nível de significância a 5%, o que leva a rejeição da hipótese nula de homocedasticidade entre os municípios. O mesmo ocorreu para o teste de Pesaran, que também rejeita a nula de independência cross-section, o que é uma evidência de contemporânea. O teste para a autocorrelação não rejeita a nula.

Tabela 6 - Resultados dos testes para erros não esféricos

| Teste | Resultado |
|---|--------------------------------------|
| Teste de Heterocedasticidade | $x^2 = 7910.30$ $p = 0.0000$ |
| Teste de independência transversal de Pesaran | $CD = 2.145$ $p = 0.0320$ |
| Teste de Wooldridge para autocorrelação | $F_{(1,66)} = 0.341$ $p = 0.5612$ |

Fonte: elaboração própria.

Tendo em vista os resultados da Tabela 3, foi estimada a regressão com dados TSCS e correção de heterocedasticidade e correlação contemporânea via PCSE.

Na Tabela 4, é possível visualizar que todos os coeficientes estimados tiveram resultados estatisticamente significativos a um nível de 5%, assim como também apresentaram os sinais esperados pela literatura no Quadro 2.

Segundo os resultados apresentados pelo método PCSE, estima-se que um aumento de 10% na população atendida por abastecimento de água impactaria numa redução na taxa de mortalidade infantil de 0,0011, em média, para cada 10 mil habitantes. Com relação à renda média mensal, estima-se que um acréscimo de 10% nessa variável gera uma queda média de 0,0041 na taxa de mortalidade infantil. A variável IFDM apresentou um resultado também

representativo, já que se estima que o incremento de 0,1 ponto no índice resultaria numa redução de 0,23 na taxa esperada de mortalidade infantil para os municípios do estado, um valor altamente relevante se comparado à taxa média de mortalidade infantil apresentada durante o período (3,03).

Estes resultados estão de acordo com a literatura, onde se afirma que o aumento das taxas de mortalidade infantil no Brasil, sobretudo nas regiões em que há maiores desigualdades sociais, são causadas pelo déficit em saneamento básico, como principal serviço ao combate à mortalidade infantil (FILHO et al, 2007).

As estimativas também acabam por refletir a importância da diminuição das desigualdades sociais para conseguir a redução da mortalidade infantil. De acordo com Ferreira (1992), tanto a escolaridade quanto o nível de renda da família são fatores importantes para a redução, já que quando a população tem maior nível de renda e escolaridade pressupõe-se que há maior possibilidade de se ter acesso aos serviços de saúde, e maior consciência dos impactos dos serviços de saneamento básico tanto para as crianças quanto para os adultos.

Tabela 4 - Regressão

| Variáveis | | PCSE | | | | |
|---------------|--------------|----------------------------|-------|-------|-----------------------|---------|
| TMI | Coefficiente | Painel Corrigido D. Padrão | Z | P> z | [95% Conf. Intervalo] | |
| log_Popatenag | -.1113 | .0512 | -2.18 | 0.030 | -.2117 | -.0110 |
| log_Rmm | -.4112 | .2040 | -2.02 | 0.044 | -.8112 | -.0112 |
| IFDMedu | -2.3178 | .9785 | -2.37 | 0.018 | -4.2358 | -.3999 |
| R-sq: | within = | 0.0371 | | | | |
| _cons | 8.2741 | 1.5106 | 5.48 | 0.000 | 5.3132 | 11.2350 |

Nota: significativos ao nível de 5%.

Fonte: elaboração própria.

CONCLUSÃO

Este artigo procurou analisar a relação entre o saneamento básico, mais especificamente o serviço de abastecimento de água, a taxa de mortalidade infantil e o desenvolvimento nos municípios de Sergipe, no intuito de demonstrar a importância dos serviços de saneamento básico para a população, assim como a importância da diminuição das desigualdades sociais para a diminuição dessa taxa.

Por meio da análise descritiva dos dados, foi possível observar que os municípios que possuíam maior número de população atendida por abastecimento de água apresentavam menores taxas de mortalidade infantil. Foi observado também uma tendência a melhoria dos números ao longo do período em análise.

Os resultados obtidos por meio da estimação econométrica com dados na estrutura cross-section com séries temporais e modelo PCSE corroboram as hipóteses do presente trabalho e estão de acordo com a literatura. Ou seja, as variáveis população com abastecimento de água, a renda média mensal e o IDFM educação apresentaram relação negativa com a taxa de mortalidade infantil, o que demonstrou uma possível relação de influência entre as variáveis.

REFERÊNCIAS

BARROS, Pedro Pita. **Economia da Saúde: Conceitos e comportamentos**. Almedina. 3^oed, 2013.

BECKER, N; KARTZ, J. What to do (and not to do) with times series cross-section data. **American Political Science Review**, v. 89, n. 3, p. 634-647, sept. 1995.

BERNARDINO, Lília Conceição Sales et al. Mortalidade infantil e desigualdade social: análise fundamentada na Bioética de Intervenção. **Renome**, v. 4, n. 2, p. 42-60, 2016.

BRASIL, **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**, que institui a Política Nacional de Saneamento Básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de julho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 15 de abril de 2017.

CRUZ, Italo Spinelli da et al. FATORES DE INFLUÊNCIA DO PIB PER CAPITA DOS ESTADOS BRASILEIROS: UMA ANÁLISE DE PAINEL COM O USO DOS MÉTODOS PCSE E FGLS (1991-2009). **Análise Econômica**, v. 33, n. 63.

FERREIRA, Carlos Eugenio Carvalho de. Saneamento e mortalidade infantil. **São Paulo em perspectiva**, v. 6, n. 4, p. 62-69, 1992.

FILHO, José Gomes Filho;PONTES, Lígia Regina Sansigolo Kerr; BARRETO, Maurício Lima. **Mortalidade infantil e contexto socioeconômico no Ceará, Brasil, no período de 1991 a 2001**. 2007.

FORMIGA, M. C. C.; RAMOS, P. C. F. Influência dos fatores econômicos na sobrevivência de crianças menores de 5 anos de idade, no Estado do Rio Grande do Norte. In: XIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2002, Ouro Preto – MG. – Anais do **XII Encontro Nacional de Estudos Populacionais**.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica-5**. AMGH Editora, 2011.

MENEZES, Tatiane Almeida de; UCHOA, Frederico. **Mortalidade Infantil, Saneamento Básico e o Impacto da Saúde sobre o Crescimento Econômico Brasileiro**. 2011. 16 p.

Ministério da Saúde. **Núcleos de Economia da Saúde**: Orientação para implantação/ Ministério da Saúde, Secretaria-executiva, Departamento de Economia da Saúde, Investimento e Desenvolvimento. Brasília. Editora do Ministério da Saúde, 2012, P.36.

NERO, Carlos Del. “**O que é Economia da Saúde**”. In: PIOLA, Sergio F. w VIANNA, 2002.

OMS - **Organização Mundial de Saúde**. Disponível em:< http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/glaas_report_2014/en/>. Acesso em: 16 abril de 2017.

PASTERNAK, Suzana. Habitação e saúde. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 51-66, 2016.

RIBEIRO, W. Júlia; ROOKE, Juliana M. S. **Saneamento e sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública**. Juiz de Fora, 2010.

SOUSA, Tanara Rosângela Vieira; MAIA, Sinézio Fernandes. Análise dos determinantes da redução da taxa de mortalidade infantil no meio rural paraibano. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**. 2004.

TORRES, Daniela Almeida Raposo; RESENDE, Marco Flávio da Cunha. **Liquidez Internacional e Formação Bruta de Capital Fixo: Evidências Econométricas para as Economias Desenvolvidas e em Desenvolvimento**. Análise Econômica, Porto Alegre, ano 33, n. 63, p. 7-34, mar. 2015.

TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. 2012. Projeto Gráfico e Editoração: Agenilson Santana - MTb 32.070. Jornalista Responsável: Mônica Batista - MTb 20.081.

TRATA BRASIL. **Saneamento no Mundo**. 2016. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-mundo/>>. Acesso em: 17 de abril 2017.

TUROLLA, Frederico et al. **Novos Rumos para a Infraestrutura: Eficiência, Inovação e Desenvolvimento**./ In. Ricardo Sennes, Rosan L., Rodrigo S., Gabriel Kohlman e Rodrigo Barata. 2014, Cap. 1. P. 2-15.

WOOLDRIDGE, J. *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2002.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Sessão III:

**CRESCIMENTO ECONÔMICO,
INOVAÇÃO E POLÍTICA
MONETÁRIA**

ENCONTRO DE
ECONOMIA APLICADA
DE SERGIPE

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

FUNÇÃO DE REAÇÃO DA POLÍTICA MONETÁRIA: O CASO DO BRASIL

Cleiton Silva de Jesus (UEFS) e Thiago Henrique Rios Lopes (UNIFACS)

Resumo

O objetivo deste artigo é estimar uma regra de Taylor forward-looking para o período 2003-2016 usando dados da economia brasileira. Além disso, procura-se testar se os dois principais parâmetros desta regra mudaram na gestão de Alexandre Tombini no Banco Central do Brasil (2011.01 a 2016.05). Os principais resultados deste trabalho sugerem que: i) a regra de política monetária seguida pelo BCB não é desestabilizadora; ii) na Era Tombini o parâmetro do hiato do produto aumentou e o do desvio da expectativa de inflação em relação a meta diminuiu; iii) há fortes indícios de que o Banco Central do Brasil tem levado em conta os choques cambiais na sua função de reação.

Palavras-chave: regra de Taylor, estabilidade macroeconômica, Banco Central do Brasil, política monetária.

Abstract

The purpose of this paper is to estimate a forward-looking monetary policy reaction function for the Brazilian economy over the 2003 to 2016 period. Additionally, we test whether the two main parameters of this reaction function, the gaps between expected inflation and output and their respective target levels, changed under Alexandre Tombini's chairmanship of the Central Bank of Brazil (2011.01 to 2016.05). The main results of the study suggest that: i) the monetary policy rule followed by the Central Bank of Brazil was not destabilizing; ii) during the Tombini era, the output gap parameter increased and the expected inflation gap decreased, but the monetary policy rule remained compatible with macroeconomic stability, and iii) there is evidence that the Central Bank of Brazil took exchange rate shocks into consideration in its reaction function.

Keywords: Taylor rule, macroeconomic stability, Central Bank of Brazil, monetary policy.

JEL Classification: E31, E37, E52, E58.

1. Introdução

Taylor (1993) argumentou que o complicado processo de tomada de decisão na política monetária poderia ser bem descrito por uma simples regra algébrica, em que a autoridade monetária leva em conta para a determinação da taxa de juros de curto prazo, a taxa de juros de equilíbrio de longo prazo, os desvios da inflação em relação a uma meta pré-estabelecida e o hiato do produto. A “regra de Taylor”, como ficou posteriormente conhecida, se adaptou muito bem aos dados da economia americana para o período 1987-1992, ainda que tanto seus parâmetros quanto a taxa de juros de equilíbrio de longo prazo tenham sido obtidos de uma maneira informal. Nas últimas duas décadas, entretanto, vários pesquisadores se preocuparam em estimar, a partir de algum método econométrico, os parâmetros de especificações mais sofisticadas da regra de Taylor. Alguns exemplos desta literatura são os trabalhos de Goodhart (1997), Judd e Rudebusch (1998) e Clarida, Galí e Gertler (1998 e 2000).

Para o caso do Brasil, após a adoção do regime de metas para a inflação, em julho de 1999, não são escassas as estimativas para a função de reação do Banco Central do Brasil (BCB)⁵⁵, mas

⁵⁵ Alguns trabalhos são: Minella et al (2003), Holland (2005), Soares e Barbosa (2006), Teles e Brundo (2006), Gonçalves e Fenolio (2007), Barcellos Neto e Portugal (2007), Mello e Mocero (2009), Aragón e Portugal (2010), Moura e Carvalho (2010), Sánchez-Fung (2011), Aragón e Medeiros (2014), Moreira (2015), Barbosa, Camêlo e João (2016) e Medeiros, Portugal e Aragón (2016).

tais estudos têm sido realizados com diferentes especificações, metodologias, base de dados e periodizações. Não por acaso, os resultados encontrados nesta literatura são algumas vezes contraditórios, e é difícil comparar as estimativas econométricas reportadas em tais estudos. Os trabalhos mais recentes são os de Medeiros, Portugal e Aragón (2016), que usaram dados mensais de janeiro de 2000 a dezembro de 2013, e Barbosa, Camêlo e João (2016), que estimaram a função de reação do BCB, assim como a taxa de juros de equilíbrio de longo prazo, com dados mensais de janeiro de 2003 a dezembro de 2015.

Medeiros, Portugal e Aragón (2016) ao considerarem uma função de reação não-linear para o BCB encontram evidências de que i) houve uma quebra estrutural nos parâmetros da regra de Taylor no terceiro trimestre de 2003; ii) houve um aumento na resposta do BCB ao hiato do produto e uma redução da reação ao hiato da inflação no período Meirelles-Tombini (2003-2015) e iii) o BCB reagiu a movimentos na taxa de câmbio durante as gestões de Meirelles e de Tombini. Já Barbosa, Camêlo e João (2016) estimaram uma regra de Taylor considerando a hipótese de que a taxa de juros de equilíbrio de longo prazo varia no tempo e encontraram evidências de que no primeiro governo Dilma Rousseff (2011-2014) o parâmetro do hiato da inflação diminuiu e o coeficiente do hiato do produto aumentou, isso em relação aos parâmetros da função de reação do BCB estimada para o governo Lula (2003-2010). Além de verificar que houve uma mudança na função de reação do BCB durante o governo Dilma, as evidências empíricas encontradas pelos autores não rejeita a hipótese de que o BCB tenha levado em conta a taxa de câmbio real em seu processo decisório.

O presente trabalho objetiva contribuir com esta literatura trazendo novas evidências para o comportamento do BCB. Para tanto, utilizam-se dados mensais do período 2003.01 a 2016.12 para se estimar uma regra de Taylor que leva em conta o caso de uma pequena economia aberta. Nas estimações econométricas será considerado o caso em que a taxa de juros de equilíbrio de longo prazo é uma constante, o que é mais comum na literatura. Além disso, seguindo as contribuições de Barcellos Neto e Portugal (2007), Gonçalves e Fenolio (2007) e Barbosa, Camêlo e João (2016), procura-se testar, através do uso de uma variável dummy, se os coeficientes do desvio da expectativa de inflação e do hiato do produto, que são os principais coeficientes da regra de Taylor, mudaram em um período específico. A preocupação central deste trabalho está em verificar se houve diferença estatisticamente significativa nestes parâmetros durante a gestão de Alexandre Tombini no BCB⁵⁶ (janeiro de 2011 a maio de 2016) e se a função de reação do BCB é desestabilizadora.

O artigo está organizado em mais cinco seções além desta introdução. Na seção 2 é apresentada a motivação para o presente artigo, com algumas evidências preliminares. Na seção 3 são descritas as especificações dos modelos empíricos que serão estimados e a base de dados utilizada. Na seção 4 os principais resultados são apresentados e ao passo que são comparados com a literatura existente. Na seção 5 é feita uma análise de robustez antes de as principais conclusões são sumarizadas na seção final.

2. Motivação

A motivação principal deste trabalho está na hipótese de alteração nos parâmetros da função de reação do BCB durante a gestão de Alexandre Tombini. Se a autoridade monetária tornou-se leniente no combate à inflação neste período, as alterações nas taxas nominais de juros não foram suficientes para ancorar as expectativas de inflação na meta. Esse comportamento tende

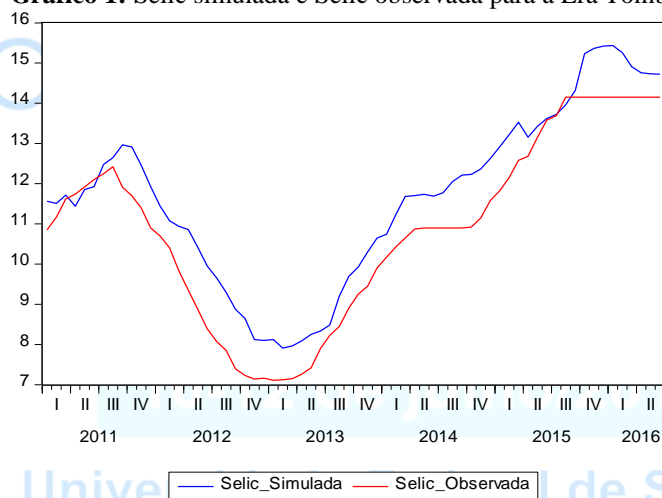
⁵⁶ Henrique Meirelles, que presidiu o BCB de 2003 a 2010, foi o antecessor de Alexandre Tombini, que deixou a presidência do BCB após o impedimento da então Presidente da República Dilma Rousseff. De junho de 2016 até o momento o BCB é presidido por Ilan Goldfajn.

a criar um descontrole inflacionário que, para ser neutralizado, um alto custo social em termos de produto e emprego precisa ser pago para que a economia convirja para uma situação de estabilidade.

É fato que as expectativas inflacionárias foram desancoradas na Era Tombini. Em janeiro de 2011, após um ano de forte crescimento econômico, a expectativa de inflação para os próximos 12 meses estava em torno de 5,7%, enquanto que no mês de janeiro de 2016, em meio a uma profunda recessão, a expectativa de inflação subiu para 7,3%, um patamar de quase 3 pontos percentuais acima da meta de inflação estabelecida para aquele ano. Essa deterioração das expectativas impactou a credibilidade do BCB. De acordo com o índice de credibilidade sugerido por Mendonça (2007), a credibilidade do BCB caiu de 0,41 em janeiro de 2011, para 0,19 em maio de 2016, em uma escala que varia de 0 (nenhuma credibilidade) a 1 (plena credibilidade).

Neste amplo contexto, o primeiro passo desta pesquisa foi estimar uma simples regra de Taylor forward-looking para a Era Meirelles (2003.01 a 2010.12) e coletar os parâmetros estimados. Em seguida, calculou-se a taxa Selic que deveria ser verificada na Era Tombini (2011.01 a 2016.6) se tais parâmetros não fossem alterados, para cada nível de hiato do produto e diferença entre expectativa de inflação e o centro da meta. Na regra de Taylor estimada, com dados mensais e pelo método OLS, a taxa básica de juros depende de uma constante, de seu valor defasado em dois períodos, do hiato do produto (medido pelo desvio do IBC-Br ao redor de sua tendência de longo prazo) e da diferença entre a expectativa de inflação e o centro da meta de inflação, além de um termo de erro. Os parâmetros estimados foram os seguintes: [0,79; 0,92; 0,14 e 0,67], respectivamente. Todos os parâmetros são estatisticamente significantes a 5%. O Gráfico 1 mostra a evolução temporal tanto desta taxa simulada quanto da taxa Selic de fato observada (em % a.a.) durante a Era Tombini.

Gráfico 1: Selic simulada e Selic observada para a Era Tombini

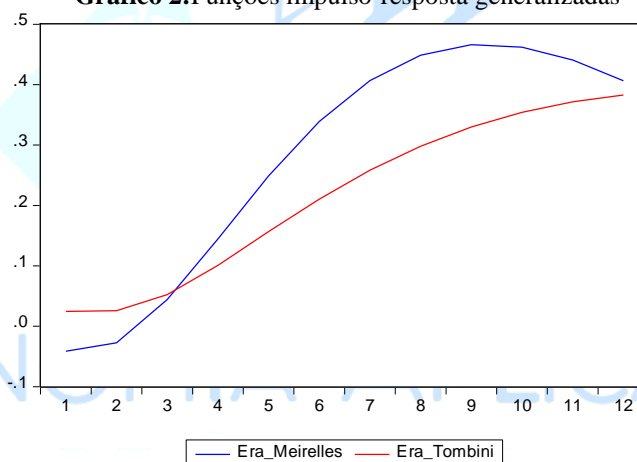


O que se pode notar é que a taxa Selic observada permaneceu durante praticamente todo o período abaixo da taxa simulada, ainda que a taxa Selic verificada no fim da gestão Tombini tenha sido pouco mais de três pontos percentuais acima daquela observada no início de sua gestão. A diferença permanente entre essas duas taxas é um indício de que a política monetária foi flexibilizada no pós-2011, pelo menos se ela for comparada com a regra de política monetária

do período anterior e se não for levado em conta os choques adversos de oferta que ocorreram nos dois períodos⁵⁷.

De fato, quando comparou-se a taxa real de juros observada com a taxa de juros de equilíbrio de longo prazo variável no tempo⁵⁸, que foi calculada por meio do filtro Hodrik-Prescott, notou-se que do primeiro semestre de 2012 até o terceiro trimestre de 2013 a política monetária permaneceu no campo expansionista: a taxa de juros observada foi menor do que a que teoricamente deixa o hiato do produto zerado e inflação no centro da meta. Não por acaso, os dados oficiais mostram que a expectativa para a inflação entre estes sete trimestres variou de 5,33% para 5,96%, enquanto a média dos últimos doze meses do indicador de difusão do Índice de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA) subiu de 62,2% para 65,2% neste mesmo período. O segundo passo da análise consistiu em estimar modelos de Autoregressão Vetorial (VAR) com as variáveis taxa de juros, hiato do produto e diferença entre a expectativa de inflação e a meta. Após as estimações e análise dos principais testes de diagnóstico, computou-se as funções impulso-resposta relativas a duas sub-amostras distintas: uma para o período Meirelles e outra para o período Tombini. As funções impulso-resposta generalizadas dos dois modelos VAR estimados, ambos com duas defasagens, são mostradas na Figura 2. Trata-se da resposta na taxa básica de juros, ao longo de doze períodos, devido a choques de um desvio-padrão (0,92% na taxa anualizada) na diferença entre a expectativa de inflação e a meta de inflação.

Gráfico 2: Funções impulso-resposta generalizadas



Ressalta-se que a resposta da taxa de juros só é significativa no intervalo de 95% de confiança a partir do quarto período para a sub-amostra da Era Meirelles e do sexto período para a sub-amostra da Era Tombini. É possível notar que, embora a resposta pontual da taxa de juros nas duas sub-amostras seja positiva na maior parte do horizonte de simulação, a resposta da Era Meirelles é maior a partir do terceiro período. Com efeito, o impacto acumulado na taxa de juros no décimo segundo período após o choque na expectativa de inflação é de 3,3% na primeira sub-amostra e 2,6% na segunda, e isso sugere que na Era Tombini a política monetária foi menos reativa a desvios na expectativa de inflação do que na Era Meirelles. Este mesmo padrão nas funções impulso-resposta é observado quando os modelos VAR são estimados com 3 e 4 defasagens.

⁵⁷ No que tange à inflação dos preços monitorados, nota-se que em apenas dois períodos a variação desses preços, que não são sensíveis ao movimento da taxa de juros, superou a marca de 6% no acumulado do ano. O primeiro foi na Era Meirelles, do primeiro semestre de 2003 ao terceiro trimestre de 2006, e o segundo foi na Era Tombini, do primeiro trimestre de 2015 até a sua saída do BCB no segundo trimestre de 2016.

⁵⁸ Para a taxa real de juros utilizou-se a taxa swap pré-DI para 360 dias (fim de período), descontada da expectativa de inflação para os próximos 12 meses. Tanto a taxa de juros real quanto a real de equilíbrio não foram reportadas.

Em linhas gerais, os resultados dos exercícios realizados nesta seção sugerem, ainda que de maneira preliminar, que na gestão de Alexandre Tombini os parâmetros da função de reação do BCB mudaram, de modo que a política monetária se tornou mais flexível e potencialmente desestabilizadora. Uma justificativa para esta mudança de comportamento estaria em uma maior preocupação com o crescimento econômico⁵⁹, o que acaba por gerar mais inflação sem a garantia de maior dinamismo da taxa de crescimento do produto real no longo prazo. De fato, a taxa de inflação média observada na Era Tombini foi meio ponto percentual superior a esta mesma taxa verificada na Era Meirelles, que inclui o atípico ano de 2003. A taxa de crescimento média do PIB real, por seu turno, foi 3,5% menor. A relação causal entre a flexibilidade da política monetária e a profundidade e duração da recessão que se deu início em 2014, entretanto, não será investigada neste estudo.

3. Especificação do modelo e base de dados

Baseado nas contribuições de Judd e Rudebusch (1998) e Clarida, Galí e Gertler (1998), a regra de Taylor considerada neste artigo possui ajustamento parcial e assume o seguinte formato:

$$i_t = \rho i_{t-2} + (1 - \rho)[\alpha_1 + \alpha_2(\pi^e - \pi^*) + \alpha_3 h_t + \alpha_4(e_t - \bar{e}_t)] + \varepsilon_t. \quad (1)$$

De acordo com esta especificação forward-looking da regra de Taylor, o nível da taxa de juros em cada período do tempo (i_t) depende, além de uma constante (α_1) e do seu valor defasado em dois períodos (i_{t-2}), do diferencial entre a expectativa de inflação (π^e) e a sua meta para o período seguinte (π^*), do hiato do produto contemporâneo (h_t) e da variação percentual da taxa de câmbio real em relação à sua tendência de longo prazo ($e_t - \bar{e}_t$). Assume-se que o termo de erro (ε_t), que representa choques exógenos aleatórios na taxa básica de juros, é i.i.d, e que o parâmetro que mede o grau de suavização da taxa de juros (ρ) está no intervalo (0,1).

Se definirmos: $\beta_1 = (1 - \rho)\alpha_1$; $\beta_2 = (1 - \rho)\alpha_2$; $\beta_3 = (1 - \rho)\alpha_3$; $\beta_4 = (1 - \rho)\alpha_4$

A regra de Taylor pode ser re-escrita da seguinte forma:

$$i_t = \rho i_{t-2} + \beta_1 + \beta_2(\pi^e - \pi^*) + \beta_3 h_t + \beta_4(e_t - \bar{e}_t) + \varepsilon_t \quad (1')$$

De modo que β_i , $i=1, \dots, 4$ são os parâmetros de curto prazo e α_i , $i=1, \dots, 4$ são os parâmetros de longo prazo. Espera-se que todos os parâmetros estimados apresentem sinal positivo, pois supõe-se que a autoridade monetária tenha um comportamento contra-cíclico e que as desvalorizações cambiais sejam acomodadas por meio da política monetária. Em particular, espera-se que o parâmetro $\alpha_2 = \beta_2 / (1 - \rho)$ seja maior que a unidade para que seja válido o “Princípio de Taylor”: dado um aumento na expectativa de inflação, o Banco Central deve aumentar a taxa básica de juros mais que proporcionalmente o aumento na expectativa de

⁵⁹Embora não se possa afirmar categoricamente que houve interferência política no BCB durante a Era Tombini, algumas afirmações da então Presidente da República, Dilma Rousseff, na África do Sul em 27/03/2013 são emblemáticas: “não concordo com políticas de combate à inflação que olhem a questão do crescimento econômico” (...) “não achamos que a inflação está fora do controle. Pelo contrário, achamos que ela está controlada e o que há são alterações e flutuações conjunturais”. Nota-se que em março de 2013 a inflação acumulada em 12 meses ultrapassou o teto da meta de 6,5% e a expectativa para a inflação para os próximos 12 meses era de 5,53%, um ponto percentual acima da meta de inflação.

inflação, para que a taxa de juro real seja também afetada na mesma direção⁶⁰. Além disso, Clarida, Galí e Gertler (2000) mostram que $\alpha_2 = \beta_2 / (1 - \rho) > 1$ e $\alpha_3 = \beta_3 / (1 - \rho) > 0$ são condições necessárias para que a regra de política monetária seja estabilizadora.

Seguindo a literatura, a taxa de juros defasada foi considerada na regra de política monetária para capturar o fato estilizado de que os Bancos Centrais mudam a taxa de juros apenas de maneira suave⁶¹. No entanto, diferentemente da literatura consultada para o caso brasileiro, considerou-se a segunda ao invés da primeira defasagem para esta variável, uma vez que a partir de 2006 o Comitê de Política Monetária do BCB passou a se reunir a cada 45 dias para decidir sobre o nível de taxa de juros.

Quanto à inclusão do choque cambial no modelo, alguns autores (Ball, 1998; Hausmann, Ugo e Ernesto, 2001; Taylor, 2002 e CalvoReinhart, 2002) argumentam que em pequenas economias abertas com o regime cambial flutuante e sujeitas a choques externos, como é o caso do Brasil, a dinâmica da taxa de câmbio deve ser cuidadosamente monitorada, e as autoridades monetárias tendem a reagir a estes movimentos com alterações na taxa de juros de curto prazo ou com reservas internacionais⁶². Além disso, os trabalhos que estimam a regra de Taylor para o caso do Brasil geralmente incluem a taxa de câmbio (real ou nominal) em alguma especificação. Os dados utilizados nesta pesquisa possuem periodicidade mensal e compreendem o período de 2003.1 a 2016.12, o que totaliza 168 observações.

Dadas estas considerações passamos para a descrição das variáveis utilizadas. A taxa de juros é a taxa Selic nominal acumulada em termos anuais. A expectativa de inflação é medida pela expectativa média de mercado para a variação do IPCA acumulado para os próximos doze meses, e a meta de inflação é o centro da meta de variação do IPCA para o ano calendário corrente e o futuro, e ela é definida pelo Conselho Monetário Nacional (CMN). Utilizou-se uma variação da fórmula⁶³ proposta por Minella et al (2003) para o cálculo da diferença entre a expectativa de inflação e a meta de inflação nos anos em que a meta de inflação do ano corrente diferiu da meta estipulada do ano subsequente.

Consideramos quatro medidas alternativas para o hiato do produto: i) a variação do IBC-Br dessazonalizado ao redor de sua tendência de longo prazo (calculada por meio do filtro HP); ii) o resíduo da regressão entre o IBC-Br dessazonalizado contra a combinação de uma tendência linear e uma quadrática; iii) a variação percentual da produção industrial dessazonalizada ao redor de sua tendência de longo prazo (calculada por meio do filtro HP) e iv) a variação do nível de utilização da capacidade instalada da indústria ao redor de sua tendência de longo prazo (calculada por meio do filtro HP). O choque cambial, por seu turno, é a variação percentual da

⁶⁰Se o Princípio de Taylor não for atendido, uma inflação prevista maior implica em uma redução na taxa real de juros ex ante, o que estimula a demanda e acaba pressionando a própria inflação, de modo que o equilíbrio macroeconômico se torna indeterminado.

⁶¹Para uma discussão sobre este tema consultar Goodhart (1997) e English, Nelson e Sack (2003).

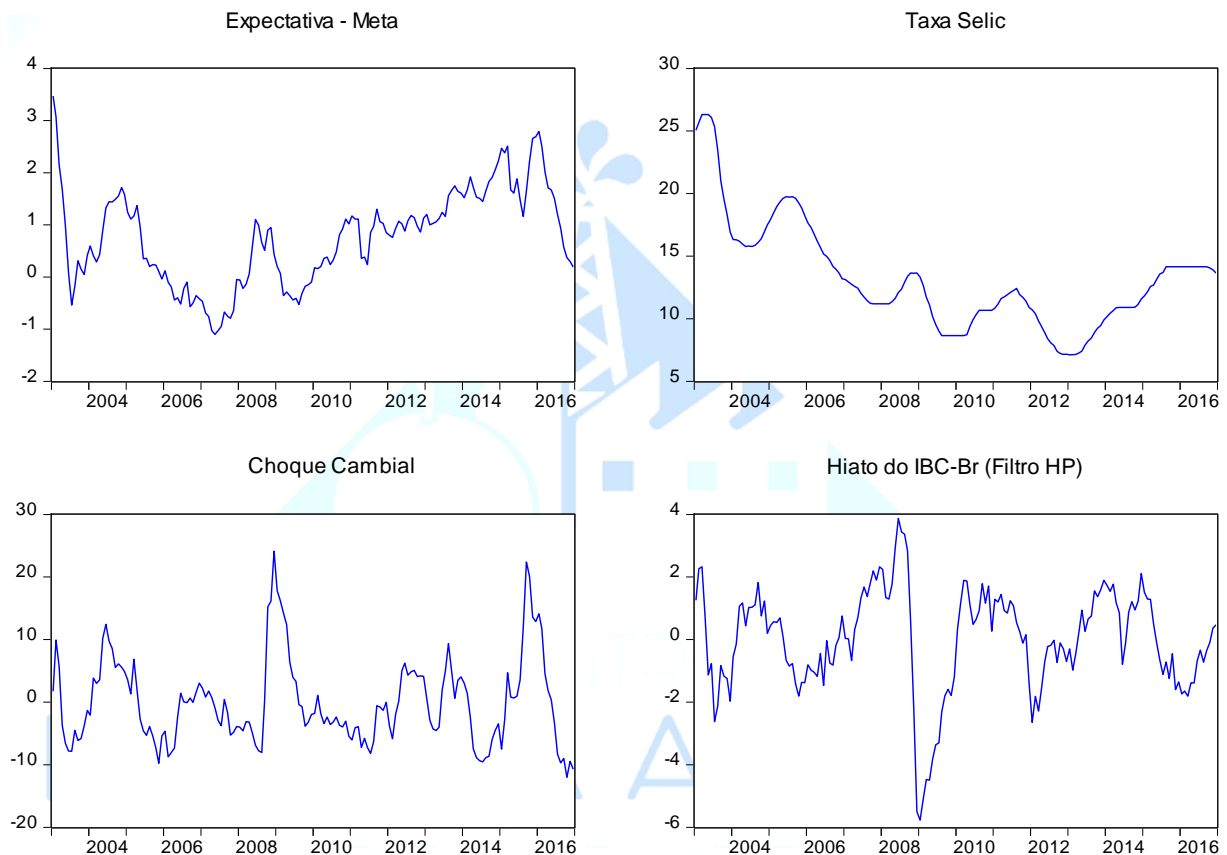
⁶²Taylor (2000) argumenta, entretanto, que a regra de política monetária em que o Banco Central reage diretamente aos movimentos na taxa de câmbio (além da inflação e do produto) não funciona tão bem, em termos de estabilização da inflação e da atividade econômica, quando comparada com uma regra simples em que o Banco Central reage apenas indiretamente aos choques cambiais. O autor ainda salienta que, para o caso de economias desenvolvidas, se o Banco Central reage fortemente aos movimentos na taxa de câmbio o desempenho do produto tende a se deteriorar, e foi por essa razão que ele resolveu não inserir a taxa de câmbio na regra de política monetária sugerida no seu trabalho seminal de 1993.

⁶³A fórmula usada foi a seguinte: $\left(\frac{12-t}{12}\right)(\pi^e - \pi_{ano-1}^*) + \frac{t}{12}(\pi^e - \pi_{ano-2}^*)$. Quando a meta de inflação de um ano é idêntica a do ano seguinte esta expressão pode ser simplificada como a simples diferença entre a expectativa de inflação e a meta.

taxa de câmbio nominal real (IPCA) em relação ao à sua tendência calculada por meio do filtro HP. Todas as séries foram extraídas dos sites do BCB, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Ipeadata.

O modelo de referência é o que considera o hiato do IBC-Br calculado por meio do filtro HP, e a figura 1 contém as variáveis utilizadas neste modelo.

Figura 1: séries macroeconômicas utilizadas



Seguindo a maior parte da literatura empírica, a regra de Taylor foi estimada pelo Método dos Momentos Generalizados (GMM). Uma das justificativas para o uso deste método, ao invés do tradicional MQO, é que a variável expectativa de inflação é provavelmente endógena, como argumentam Clarida, Galí e Gertler (1998, 2000) e Gonçalves e Fenolio (2007). Os instrumentos utilizados em cada estimação devem ser não correlacionados com o termo de erro, e as variáveis explicativas defasadas possuem essa propriedade. Seguindo este princípio, a Selic defasada em dois períodos foi usada como instrumento dela mesma e os instrumentos das demais variáveis explicativas foram os seus valores defasados em um período.

4. Resultados

Antes de se estimar os parâmetros da regra de Taylor procurou-se checar se as séries temporais utilizadas são estacionárias. Este procedimento foi adotado para que a probabilidade de obtermos resultados espúrios seja minimizada. A dúvida é se a taxa de juros nominal e a diferença entre a expectativa de inflação e a meta de inflação são estacionárias, uma vez que as demais séries são $I(0)$ por construção. Utilizou-se os testes Dickey-Fuller aumentado (ADF) e

Phillips-Perron (PP) na especificação sem constante e sem tendência. A hipótese nula dos dois testes é que a série tem uma raiz unitária, contra a alternativa de estacionariedade. As estatísticas dos testes estão na Tabela 1.

Tabela 1. Testes de raiz unitária

| Variáveis | ADF | PP |
|-----------------|--------------|-------------|
| i_t | -1,84*** (4) | -1,73*(9) |
| $\pi^e - \pi^*$ | -2,90***(1) | -3,08***(6) |

*, **, *** Significante a 10%, 5% e 1%.

Como se pode notar, é possível rejeitar a hipótese nula de raiz unitária para todas as séries aos níveis habituais de significância. Deste modo, como a dúvida acerca da estacionariedade das séries temporais foi minimizada, a análise empírica que se segue considerará as referidas variáveis em nível, assim como as medidas de hiato do produto e o choque cambial.

Os principais resultados das estimações econométricas são mostrados na Tabela 2. Todas as estimativas são consistentes à presença e autocorrelação e heterocedasticidade, sendo que o método de estimação espectral utilizado foi o de Bartlett kernel e a banda Newey-West.

Tabela 2: Regra de Taylor

Variável dependente: Selic

| Variáveis explicativas | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Constante | -0.06 (0.22) | -0.10 (0.25) | -0.05 (0.23) | 0.25 (0.26) |
| Selic (-2) | 0.97*** (0.01) | 0.97*** (0.02) | 0.97*** (0.02) | 0.94*** (0.02) |
| Expectativa – Meta | 0.36*** (0.03) | 0.39*** (0.04) | 0.32*** (0.05) | 0.47*** (0.06) |
| Choque Cambial | 0.02** (0.008) | 0.03*** (0.01) | 0.02** (0.01) | -0.01 (0.01) |
| Hiato do IBC-Br (HP) | 0.29*** (0.03) | | | |
| Hiato do IBC-Br (Trend) | | | | 0.01 (0.01) |
| Hiato da Prod. Industrial | | 0.16*** (0.02) | | |
| Hiato do NUCI | | | 0.48*** (0.06) | |
| OBS | 166 | 166 | 166 | 166 |
| R ² | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.96 |
| Kleibergen-Paap rk LM statistic | 62.2*** | 50.4*** | 48.2*** | 49.2*** |
| Hansen J (p-valor) | 0.31 | 0.21 | 0.26 | 0.78 |

Em primeiro lugar nota-se que em todos os modelos estimados os coeficientes de curto prazo do hiato do produto e da diferença entre a inflação esperada e a meta de inflação são positivos, justamente como esperado para o caso de um Banco Central que segue o regime de metas para a inflação. No entanto, o coeficiente do hiato do produto calculado a partir da combinação de tendências não foi significativo. Nota-se que a diferença numérica entre os parâmetros estimados depende da proxy que utilizamos para o hiato do produto. O menor coeficiente de curto prazo para o desvio da expectativa de inflação foi 0,32 e o maior 0,47. Já os coeficientes de curto prazo do hiato do produto que são estatisticamente significantes variaram de 0,16 a 0,48.

Levando em conta o modelo de referência, o parâmetro de longo prazo do diferencial da expectativa de inflação é $0,36/(1-0,97)=12$ e o do hiato do produto é $0,29/(1-0,97)=9,7$. Nota-se ainda que em todas as demais estimativas os parâmetros de longo prazo do diferencial da expectativa de inflação são maiores que a unidade e o do hiato do produto (em três especificações) são positivos⁶⁴. Como isso, pode-se afirmar que o comportamento do BCB foi compatível com o equilíbrio macroeconômico durante o período 2004-2016.

Em segundo lugar nota-se que o coeficiente da taxa básica de juros devido a choques na taxa de câmbio real é positivo estatisticamente diferente de zero em três modelos estimados. Na especificação em que este parâmetro não se mostrou estatisticamente significativo ele apresentou sinal contrário ao esperado. No modelo de referência o parâmetro de longo prazo do choque cambial é menor que a unidade: $0,02/(1-0,97)=0,7$. Esses resultados não foram essencialmente alterados quando substituiu-se o choque da taxa de câmbio real pelo choque da taxa nominal R\$/US\$.

Em terceiro lugar, o coeficiente de suavização da taxa de juros é estatisticamente significativo e alto, flutuando entre 0,94 e 0,97. Este resultado, porém, não é surpreendente, já que trabalhos anteriores que estimaram com dados mensais a função de reação tanto para o BCB tendo o nível da taxa Selic como variável dependente e com distintas periodizações [por exemplo, Minella et al (2003), Gonçalves e Fenolio (2007), Sánchez-Fung (2011) e Medeiros, Portugal e Aragón (2016)] encontraram altos coeficientes para o termo autoregressivo.

Em um segundo momento, com o intuito de verificar se houve mudança no comportamento da autoridade monetária na administração de Alexandre Tombinino BCB, adicionou-se uma variável dummy de inclinação, que interage com as variáveis hiato do produto e o desvio da expectativa de inflação. A nova especificação da regra de Taylor assume o seguinte formato:

$$i_t = \rho i_{t-2} + (1-\rho)[\alpha_1 + \alpha_2(\pi^e - \pi^*) + \alpha_3 h_t + \alpha_4(e_t - \bar{e}_t) + \alpha_5 d_1(\pi^e - \pi^*) + \alpha_6 d_1 h_t] + \varepsilon_t \quad (2)$$

Se definirmos:

$$\beta_5 = (1-\rho)\alpha_5; \beta_6 = (1-\rho)\alpha_6,$$

Esta nova especificação pode ser escrita da seguinte forma:

$$i_t = \rho i_{t-2} + \beta_1 + \beta_2(\pi^e - \pi^*) + \beta_3 h_t + \beta_4(e_t - \bar{e}_t) + \beta_5 d_1(\pi^e - \pi^*) + \beta_6 d_1 h_t + \varepsilon_t \quad (2')$$

A variável dummy d_1 assume o valor 1 para o período de janeiro de 2011 a maio de 2016, e zero nos demais períodos. Se os coeficientes β_5 e β_6 forem estatisticamente significantes pode-se concluir que a função de reação do BCB foi alterada durante a gestão de Alexandre Tombini. Se estes coeficientes forem positivos (negativos) afirma-se que o BCB se tornou mais rigoroso (flexível) na sua tarefa de ancorar as expectativas de inflação na meta e estabilizar a atividade econômica. Os principais resultados desta nova especificação, seguindo o modelo (2'), estão sumarizados na Tabela 3.

⁶⁴Em uma especificação não-linear para a regra de Taylor considerando o caso de uma economia aberta e uma quebra estrutural em outubro de 2002, Medeiros, Portugal e Aragón (2016) estimam que, para o período 2002.11 a 2013.12, os parâmetros de longo prazo do desvio entre a expectativa de inflação e a meta é 8,2, e o do hiato do produto é 2,9.

Tabela3: Regra de Taylor ampliada

| Variável dependente: Selic | | | | |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Variáveis explicativas | GMM | GMM | GMM | GMM |
| Constante | 0.21 (0.25) | 0.19 (0.28) | 0.21 (0.25) | 0.70 (0.27) |
| Selic (-2) | 0.95*** (0.02) | 0.95*** (0.02) | 0.95*** (0.02) | 0.91*** (0.02) |
| Expectativa– Meta | 0.67*** (0.09) | 0.69*** (0.11) | 0.60*** (0.11) | 0.88*** (0.13) |
| Choque Cambial | 0.014** (0.007) | 0.03*** (0.01) | 0.02** (0.01) | -0.01 (0.01) |
| Hiato do IBC-Br (HP) | 0.21*** (0.03) | | | |
| Hiato do IBC-Br (Trend) | | | | 0.02 (0.02) |
| Hiato da Produção Ind | | 0.11*** (0.02) | | |
| Hiato do NUCI | | | 0.35*** (0.05) | |
| d1*(Expectativa - Meta) | -0.44*** (0.11) | -0.40*** (0.12) | -0.38*** (0.12) | -0.65*** (0.12) |
| d1*(Hiato da Produção Ind) | | 0.13*** (0.03) | | |
| d1*[Hiato do IBC-Br (HP)] | 0.11** (0.05) | | | |
| d1*(Hiato do NUCI) | | | 0.22 (0.14) | |
| d1*[Hiato do IBC-Br (Trend)] | | | | -0.02 (0.02) |
| OBS | 166 | 166 | 166 | 166 |
| R ² | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 |
| Kleibergen-Paap rk LM statistic | 34.6*** | 25.8*** | 18.8*** | 36.5*** |
| Hansen J (p-valor) | 0.11 | 0.36 | 0.13 | 0.32 |

*, **, *** Estatisticamente significativa a 10, 5, 1%, respectivamente.

As novas estimativas sugerem que durante a administração de Alexandre Tombini o parâmetro da regra de Taylor relacionado ao desvio da expectativa de inflação caiu, pois β_5 é negativo e estatisticamente significativo a 1% em todas as estimações (este parâmetro varia de -0,38 a -0,65). Já o parâmetro relacionado ao hiato do produto é positivo e significativo em dois dos quatro modelos estimados. Note ainda que, de acordo com o modelo de referência com a variável dummy, o parâmetro de longo prazo relacionado ao desvio da expectativa continua maior que a unidade $(0,67-0,44)/(1-0,95)=4,6$ (logo, o Princípio de Taylor é atendido) e o relacionado ao hiato do produto continua positivo $(0,21+0,11)/(1-0,95)=6,4$. Mesmo considerando os demais modelos e se o choque do câmbio real for substituído pelo choque do câmbio nominal, não é possível encontrar indícios de que a função de reação do BCB se tornou desestabilizadora durante a gestão de Alexandre Tombini no BCB. O coeficiente do choque cambial, novamente, é positivo e estatisticamente significativo em três dos quatro modelos estimados.

Os resultados apresentados na Tabela 3, especialmente aqueles relacionados com o comportamento do BCB devido a choques na expectativa de inflação e na atividade econômica, corroboram com as evidências empíricas encontradas nos trabalhos de Curado e Curado (2014) e Barbosa, Camêlo e João (2016). No primeiro os autores sugerem que o regime de metas para a inflação se tornou mais flexível ao longo da gestão de Alexandre Tombini, e no segundo não

foi possível negar a hipótese de que o BCB mudou sua função de reação a partir de 2011⁶⁵. Ademais, da mesma forma que Holland (2005), Soares e Barbosa (2006), Medeiros, Portugal e Aragón (2016) e Barbosa, Camêlo e João (2016), encontrou-se evidências de que o BCB tem considerados choques cambiais em sua função de reação.

5. Análise de robustez

Nesta seção nós re-estimamos especificações alternativas dos modelos apresentados anteriormente com o objetivo de verificar se os resultados encontrados são robustos. A mudança consistiu em substituir as medidas de hiato do produto contemporâneo por seus valores defasados em um período. As demais variáveis foram preservadas em sua forma original. Os resultados são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4: Robustez da Regra de Taylor

| Variável dependente: Selic | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Variáveis explicativas | GMM | GMM | GMM | GMM | GMM | GMM | GMM | GMM |
| Constante | 0.12 (0.20) | 0.36 (0.23) | 0.06 (0.22) | 0.30 (0.25) | 0.10 (0.22) | 0.28 (0.25) | 0.27 (0.24) | 0.71*** (0.27) |
| Selic (-2) | 0.96*** (0.01) | 0.94*** (0.02) | 0.96*** (0.02) | 0.94*** (0.02) | 0.96*** (0.01) | 0.95*** (0.02) | 0.94*** (0.02) | 0.91*** (0.02) |
| Expectativa – Meta | 0.30*** (0.04) | 0.61*** (0.08) | 0.35*** (0.04) | 0.63*** (0.01) | 0.27*** (0.04) | 0.51*** (0.11) | 0.45*** (0.06) | 0.85*** (0.13) |
| Choque Cambial | 0.02** (0.008) | 0.02** (0.007) | 0.03*** (0.01) | 0.03*** (0.01) | 0.02*** (0.009) | 0.02*** (0.01) | -0.01 (0.01) | -0.008 (0.006) |
| Hiato do IBC-Br (HP) | 0.30*** (0.03) | 0.23*** (0.03) | | | | | | |
| Hiato do IBC-Br (Trend) | | | | | | | 0.02 (0.014) | 0.03 (0.02) |
| Hiato da Produção Ind | | | 0.17*** (0.02) | 0.12*** (0.02) | | | | |
| Hiato do NUCI | | | | | 0.54*** (0.06) | 0.41*** (0.06) | | |
| d1*(Expectativa – Meta) | | -0.41*** (0.10) | | -0.38*** (0.11) | | -0.32** (0.12) | | -0.64*** (0.12) |
| d1*(Hiato da Produção Ind) | | | | 0.11*** (0.03) | | | | |
| d1*[Hiato do IBC-Br (HP)] | | 0.10* (0.05) | | | | | | |
| d1*(Hiato do NUCI) | | | | | | 0.34** (0.16) | | |
| d1*[Hiato do IBC-Br (Trend)] | | | | | | | | -0.02 (0.02) |
| OBS | 166 | 166 | 166 | 166 | 166 | 166 | 166 | 166 |
| R ² | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 |
| Kleibergen-Paap rk LM statistic | 56.8 | 44.3 | 41.3 | 37.3 | 50.2 | 19.4 | 46.8 | 48.6 |
| Hansen J (p-valor) | 0.64 | 0.22 | 0.76 | 0.53 | 0.47 | 0.24 | 0.76 | 0.35 |

*, **, *** Estatisticamente significativa a 10, 5, 1%, respectivamente.

Como se pode notar, os principais resultados encontrados anteriormente são verificados mesmo se as diferentes medidas de hiato do produto forem inseridas no modelo com uma defasagem. Novamente os coeficientes do hiato do produto e do choque cambial não foram estatisticamente significantes nas especificações que consideram a combinação de tendências da série IBC-Br como proxy do produto potencial. Por outro lado, em todas as especificações o coeficiente do

⁶⁵De acordo com o cálculo dos autores, o parâmetro de longo prazo do hiato da inflação diminuiu de 5,2 no “período Lula” para 0,4 no “período Dilma”, enquanto o do hiato do produto aumentou de 1,7 para 4,0 no “período Dilma”.

desvio de expectativa é positivo e estatisticamente significativo e menor na Era Tombini, embora o coeficiente de longo prazo continue maior que a unidade em todas as estimações. Portanto, parece seguro afirmar que o comportamento do BCB não tem sido desestabilizador e, além disso, a gestão de Alexandre Tombini respeitou o Princípio de Taylor.

6. Conclusão

As evidências encontradas neste trabalho sugerem que a função de reação do BCB não é desestabilizadora se for considerado o período 2003-2016. No entanto, encontrou-se evidências de que, durante a gestão de Alexandre Tombini, o BCB negligenciou os desvios da expectativa de inflação em relação à meta de inflação e, ao mesmo tempo, ampliou a resposta da taxa básica de juros devido a mudanças no hiato do produto. No entanto, não foi encontrado qualquer indício de que o Princípio de Taylor não foi seguido na Era Tombini. Este é um resultado compatível com o comportamento não explosivo da taxa de inflação observada no período pós-2011. De todo modo, a mudança nos parâmetros da regra de Taylor estimada para o Brasil pode ser uma explicação para as taxas de inflação acima de meta que foram consistentemente verificadas no período 2011-2016, bem como a consequente perda de reputação e credibilidade da autoridade monetária. Por fim, os resultados deste trabalho sugerem que o BCB tem levado em conta os choques cambiais na sua função de reação.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Referências

- Aragon, E.K.S.B., Portugal, M.S. (2010). Nonlinearities in Central Bank of Brazil's reaction function: the case of asymmetric preferences. *Estudos Econômicos*. 40 (2), 373–399.
- Aragon, E.K.S.B., Medeiros, G.B. (2015). Monetary policy in Brazil: evidence of a reaction function with time-varying parameters and endogenous regressors. *Empirical Economics*, 48(2), p. 557-575.
- Ball, L. (1998). Policy Rules for Open Economies. *NBER Working Paper 6760*. Cambridge, United States: National Bureau of Economic Research.
- Barbosa, F.H; Camêlo, F. D; João, I. C. (2016). A Taxa de juros natural e a regra de Taylor no Brasil: 2003-2015. *Revista Brasileira de Economia*, 70(4).
- Barcellos Neto, P. C. F. de.; Portugal, M. S. (2007). *Determinants of monetary policy committee decisions: Fraga vs. Meirelles*. Porto Alegre: PPGE/UFRGS. (Texto para Discussão, 11).
- Calvo, G., Reinhart, C., (2002). Fear of floating. *Quarterly Journal of Economics*. 117, 379–408.
- Clarida, R.; Gali, J.; Gertler, M (1998). Monetary policy rules in practice: some international evidence. *European Economic Review*, n. 42, p. 1.033-1.067.
- _____ (2000). Monetary policy rules and macroeconomic stability: evidence and some theory. *Quarterly Journal of Economics*, n. 115, p.147-180.
- deMendonça H. F. (2007). Towards credibility from inflation targeting: the Brazilian experience. *Applied Economics*, 39 (19-21): 2599-2615.
- English, W.; Nelson, W. R.; Sack, B. P.(2003). Interpreting the significance of the lagged interest rate in estimated monetary policy rules. *Contributions in Macroeconomics* 3 (no. 1).
- Goodhart, C. (1997), Why Do the Monetary Authorities Smooth Interest Rates? In *European Monetary Policy* (S. Collignon, ed.), London: Pinter, 119-174.
- Gonçalves, C. E. S., Fenolio, F. R. (2007). Ciclos eleitorais e política monetária: Evidências para o Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 37(3), 465–487.
- Hausmann, R., Ugo, P., Ernesto, S., (2001). Why Do Countries Float the Way They Float? *Journal of Development Economics*. 66, 387–414.
- Holland, M. (2005). Monetary and exchange rate policy in Brazil after inflation targeting. In *XXXIII Encontro Nacional de Economia da ANPEC*, Natal, RN.
- Judd, J. P., Rudebusch, G. D. (1998). Taylor's Rule and the Fed: 1970–1997. *FRBSF Economic Review*, 3, 3–16.
- Medeiros, G. B., Portugal, M. S., Aragón, E. K. (2016). Robust monetary policy, structural breaks, and nonlinearities in the reaction function of the Central Bank of Brazil. *Economia*, 17(1), 96-113.
- Mello, L., Moccero, D.(2009). Monetary policy and inflation expectations in Latin America: long-run effects and volatility spillovers. *Journal of Money, Credit and Banking*. 41, 1671-1690.
- Minella, A., Freitas, P. S., Goldfajn, I., Muinhos, M. K. (2002). *Inflation targeting in Brazil: Lessons and challenges* (Working Paper No 53). Brasília, DF: Banco Central do Brasil.
- Moreira, R. R. (2015). Reviewing Taylor rules for Brazil: was there a turning-point? *Journal of Economics and Political Economy*, 2(2), 276-289.

Moura, M. L., Carvalho A. de., (2010). What can Taylor rules say about monetary policy in Latin America? *Journal of Macroeconomics*. 32, 392–404.

Sánchez-Fung, J. R. (2011). Estimating monetary policy reaction functions for emerging market economies: the case of Brazil. *Economic Modeling*, 28, pp. 1730–1738.

Soares, J. J. S., Barbosa, F. de. H. (2006). Regra de Taylor no Brasil: 1999–2005. *XXXIV Encontro Nacional de Economia*, Salvador, BA.

Taylor, J. B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39(1), 195–214.

_____. (2000). Using monetary policy rules in emerging market economies. In *Stabilization and Monetary Policy: The International Experience*. Paper presented at Banco de Mexico's 75th Anniversary Seminar, Mexico City, November 14–15.

Teles, V. K., Brundo, M. (2006). Medidas de política monetária e a função de reação do Banco Central no Brasil. In *XXXIV Encontro Nacional de Economia da ANPEC*, Salvador, BA.



ANPEC
ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

GASTOS PÚBLICOS, PIB PER CAPITA E CRESCIMENTO ECONÔMICO: UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ESSAS VARIÁVEIS PARA OS MUNICÍPIOS BAIANOS

Manuela Macedo Oliveira (UFS) e Rodrigo Carvalho Oliveira (UFBA)

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar o efeito dos gastos públicos na renda per capita, no desenvolvimento e no crescimento econômico dos municípios baianos. Para isso foram estimados modelos econométricos a partir do método de dados em painel com efeito fixo. Os resultados indicam que, de um modo geral, os gastos públicos estão positivamente correlacionados com o PIB per capita dos municípios baianos, e também possuem efeito sobre sua variação. Em relação ao desenvolvimento dos municípios baianos, destacam-se os gastos com educação e cultura e com saúde e saneamento.

Palavras-chave: Gasto Público. Crescimento Econômico. Municípios Baianos. Bahia.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the effect of public spending on per capita income, without development and economic growth of the municipalities of Bahia. For this, econometric models were estimated from the panel data method with fixed effect. The results indicate that, in general, public expenditures are positively correlated with the per capita GDP of Bahian municipalities, and also have an effect on their variation. In relation to the development of the municipalities of Bahia, the most important are spending on education and culture and health and sanitation.

Key words: Public Spending. Economic Growth. Bahia.

INTRODUÇÃO

Como o governo realiza o Gasto público é um tema de interesse de toda a sociedade e de recorrente preocupação entre os economistas, políticos e estudiosos de diversas áreas, pois a alocação eficiente dos recursos do governo pode melhorar significativamente indicadores sociais e econômicos. Desde o final dos anos 70, observa-se uma tendência de descentralização de receitas, gastos e poder no sistema federativo brasileiro, a qual foi formalizada e intensificada com a Constituição de 1988. A relevância do processo de descentralização está na extensão territorial do país, em sua heterogeneidade entre regiões e por questões econômicas e políticas.

A questão da descentralização parte do pressuposto que cada nível do governo – federal, estadual e municipal – pode ser mais eficiente na formulação, decisão, financiamento, execução e controle de diferentes atribuições de serviços públicos. Considerando que o Brasil é um país marcado por diversidade cultural, climática e socioeconômica, destaca-se a extrema importância em conhecer com mais detalhes os problemas, necessidades e soluções de cada município, para que sejam formuladas políticas públicas que reflitam as particularidades de cada região. Neste sentido, é importante considerar que cada região, estado e município do Brasil possui características distintas entre si e, provavelmente, suas economias tem reações diferentes dadas as ações do Governo. Portanto, a partir do processo de descentralização, a

política fiscal a nível municipal passou a desempenhar um papel fundamental.

Porém, admite-se que, no Brasil, existem diversas falhas que comprometem a eficiência do sistema descentralizado, como, por exemplo: (i) desequilíbrio na partilha de receitas e gastos públicos entre as esferas do governo; (ii) falta de definição clara de atribuições, gerando esforços e gastos multiplicados; (iii) aumento considerável das transferências federais e estaduais, para financiar grande parte dos gastos municipais.

Para entender a magnitude da importância da economia baiana, sabe-se que a Bahia é o 5º estado de maior área geográfica do Brasil e o 4º estado mais populoso. No ranking de rendimento nominal mensal domiciliar per capita, a Bahia ocupa a 19ª posição, superando apenas 8 Estados do Brasil, sendo 6 deles situados na região Nordeste (IBGE, 2015), o que demonstra problemas de pobreza nessa região do Brasil. A Bahia possui 417 municípios marcados por diversidades socioeconômicas, culturais e climáticas. Destaca-se a importância da questão climática pois em parte da Bahia há predominância do clima tropical, porém no sertão tem-se o clima semiárido, onde são comuns longos períodos de seca. No quesito economia, há também grandes disparidades quando se trata de PIB per capita e gastos públicos, por exemplo.

Deste modo, este trabalho tem como objetivo analisar a relação entre os gastos públicos, o PIB Per Capita, o crescimento econômico e o desenvolvimento econômico dos municípios baianos. Para realizar este objetivo, foram usados dados a nível municipal obtidos de diversas fontes. Os dados de gastos públicos a partir do Sistema FINBRA, do Ministério da Fazenda; dados de PIB disponíveis no site da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI); dados dos programas sociais, do Ministério da Integração Nacional; dados escolares, do Instituto Anísio Teixeira; e dados do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal, do IPEADATA.

Os principais resultados deste trabalho indicam que, em geral, municípios baianos que gastam mais são municípios mais ricos, porém não há evidências de que o aumento do gasto público leve, necessariamente, ao aumento do crescimento econômico a nível municipal na Bahia. Sobre o desenvolvimento dos municípios baianos, os gastos que se destacaram foram os de educação e cultura e os de saúde e saneamento. Observa-se também que o programa de transferência direta de renda às famílias em situação de pobreza, o Bolsa Família, possui efeito positivo sobre a renda per capita, o desenvolvimento e o crescimento econômico dos municípios baianos.

REFERENCIAL TEÓRICO E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

SETOR PÚBLICO E CRESCIMENTO ECONÔMICO

Muitos estudos sobre crescimento econômico apoiavam-se no modelo de crescimento exógeno, baseado em Solow (1956), no qual o crescimento econômico era determinado por fatores externos, como aumento da população, investimento em capital físico e desenvolvimento tecnológico. Trabalhos com base no modelo de Solow para analisar gastos públicos chegavam a conclusão que gastos públicos tinham efeitos temporários e que a política fiscal não tinha influência significativa sobre o crescimento econômico. Décadas depois surgiu o modelo de crescimento endógeno, com os trabalhos pioneiros de Romer (1986) e Lucas (1988). Trabalhos com aplicações deste último modelo concluem, dentre outras coisas, que a política fiscal tem efeito permanente sobre o crescimento econômico (OLIVEIRA, MARQUES JUNIOR e JACINTO, 2006).

A Nova Geografia Econômica (NGE), que ganhou destaque a partir do trabalho de Krugman (1991), abriu caminhos para novos estudos sobre crescimento econômico, por possibilitar a

análise de regiões e cidades, e não apenas de países, como anteriormente (OLIVEIRA, MARQUES JÚNIOR e JACINTO, 2006). Com base na NGE, a diferença de crescimento econômico entre as cidades está relacionada a localização das atividades econômicas, ao custo de transporte e ao capital humano. Segundo Oliveira, Marques Júnior e Jacinto (2006), há uma lacuna na NGE, por não considerar a influência da política fiscal local no crescimento econômico. Os autores concluem que as contribuições do modelo de crescimento endógeno e da NGE são de total relevância para se avaliar o papel da política fiscal local no crescimento econômico das cidades.

Os instrumentos da política fiscal são tributação e gastos públicos. A tributação é tida como receita do governo, para financiar seus empreendimentos, e os gastos públicos são destinados a ofertar bens e serviços necessários à população (COSTA, LIMA e SILVA, 2013). Salienta-se que o uso eficiente desses recursos pode promover benefícios para toda a população, como aumento da qualidade de vida, desenvolvimento de novas tecnologias e até mesmo crescimento econômico. Porém, a alocação ineficiente dos gastos públicos, somada a altas taxas de tributos, são um empecilho ao crescimento econômico (SILVA, CRUZ e IRFFI, 2013).

Para Barro (1990), os gastos públicos são divididos em gastos produtivos e improdutivos, dos quais os gastos produtivos afetam o crescimento econômico no longo prazo, e os gastos improdutivos não afetam. Devarajan et. al. (1996 apud ARAUJO, MONTEIRO e CAVALCANTE, 2010) constataram que gastos produtivos realizados em excesso podem se tornar improdutivos. Para Silva, Cruz e Irffi (2013), a definição de gastos produtivos ou improdutivos é relativa, e depende das características econômicas, sociais e políticas da região em questão.

Essa ideia de gastos improdutivos e produtivos pode ser tratada falando de gastos correntes do governo e gastos com capital, respectivamente. Considera-se usualmente que gastos correntes são as despesas com distribuição de renda, educação, saúde e segurança pública, e gastos com capital são despesas com infraestrutura, transporte e comunicação (DIVINO e SILVA JÚNIOR, 2012). Os autores advertem que ambos os gastos afetam de maneira diferente países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos. Assim, não é consensual a ideia de que gastos com capital estimulam o crescimento econômico e gastos correntes não estimulam.

DESCENTRALIZAÇÃO FISCAL

Descentralização fiscal é, basicamente, a repartição da receita e dos gastos públicos com os governos subnacionais – municípios e estados. Implica também numa maior autonomia dos mesmos na arrecadação de tributos e nas decisões de gasto. Essa autonomia faz com que parte dos orçamentos seja definida localmente. Ou seja, as funções governamentais são divididas entre a União, os estados e os municípios, e não centralizadas apenas no Governo Federal. As competências são classificadas em: i) exclusiva ou privativa, com a qual o poder é dado a uma das esferas do governo, impedido as outras de agir sobre; ii) concorrente, com a qual as três esferas atuam simultaneamente; e iii) supletiva, é a competência que completa a atuação de outra competência (REZENDE, 2001).

A Constituição Federal de 1988 promoveu mudanças no federalismo fiscal brasileiro, autorizando governos nacionais, estaduais e municipais a lançarem e recolherem tributos próprios, arrecadem outras receitas, fazerem dívidas e lhes dá autonomia para aplicar, gerenciar e gastar seus recursos (AFONSO, 1996). Todavia, critica-se a falta de planejamento e organização dessa descentralização, fazendo, por exemplo, com que houvesse desequilíbrio nas divisões de receita e gastos (GUEDES e GASPARINI, 2007; REZENDE, 2001). Segundo Liparizi (2006) a Constituição de 1988 provocou uma descentralização das receitas, mas não foi proporcionalmente acompanhada de uma divisão de atribuições, fazendo com que a União sentisse a necessidade de buscar novas fontes de financiamento.

Nas últimas décadas, o setor público brasileiro se expandiu consideravelmente, o que resultou em aumento das despesas do governo e, conseqüentemente, aumento dos recursos necessários para financiamento das mesmas, podendo ser através de aumento de impostos ou da dívida pública (ARAÚJO, MONTEIRO e CAVALCANTI, 2010).

Comparando com outros países, a carga tributária brasileira equivale a de países muito mais desenvolvidos, enquanto que os serviços oferecidos pelo governo brasileiro têm qualidade equivalente aos dos países mais pobres (REZENDE, 2001). Liparizi (2006) destaca que as mudanças a partir de 1990 causaram forte aumento da carga tributária, queda na qualidade do sistema tributário e o aumento do peso dos tributos cumulativos. Juntamente a isso houve a criação de novas instituições fiscais, podendo ser devido ao aumento da carga tributária, ou às mudanças na estrutura federativa. Segundo Liparizi (2006), o aumento da carga tributária pode ser explicado pela crise fiscal de 1980, juntamente com as mudanças a partir da Constituição de 1988. Rezende (2001) argumenta ser possível dizer que a população estaria disposta a sustentar um governo maior, em troca de mais eficiência e de uma relação mais próxima entre os governantes e os cidadãos.

Destaca-se que, dada a heterogeneidade do Brasil, é importante as decisões serem tomadas por entidades subnacionais ou locais, para que as mesmas se adaptem as preferências e particularidades de sua população, ao invés de agir como se todo o país tivesse preferências e necessidades homogêneas, aumentando a eficiência e eficácia dos gastos públicos.

Para Rezende (2001) a descentralização é essencial para maior eficiência dos gastos públicos, e a repartição de atribuições deve ter coerência com a dimensão do empreendimento. Em contrapartida, o autor supõe que os custos da descentralização superam seus benefícios, haja vista que não há uma divisão organizada das competências entre os níveis de governo, gerando esforços e gastos multiplicados.

Segundo Oliveira, Marques Júnior e Jacinto (2006), as cidades pequenas praticamente não têm capacidade para atrair grandes investimentos que influenciem crescimento. Nesse sentido existem mecanismos de redistribuição fiscal para reduzir as desigualdades regionais. Um dos mecanismos de redistribuição é a transferência de recursos da União para os municípios via Fundo de Participação dos Municípios (FPM).

Giambiagi e Além (2008) consideram que algumas ações das esferas subnacionais podem afetar a estabilização macroeconômica do país. Salientam a importância de conscientização dos estados e, principalmente, dos municípios sobre a relevância de um ajuste fiscal, considerando políticas de estabilização.

O processo de descentralização fiscal no Brasil é relevante devido a fatores econômicos, culturais e geográficos. Em relação aos fatores econômicos, destaca-se que as três esferas do governo podem ser mais eficientes nos gastos públicos de diferentes empreendimentos. Pelos fatores culturais, tem-se que a descentralização pode contribuir para uma maior integração social, levando à população a sensação de maior participação e responsabilidade por sua comunidade. Os fatores geográficos estão relacionados a dimensão do território. Tem-se que quanto maior a área territorial, maior a eficiência com a descentralização (GIAMBIAGI e ALÉM, 2008).

Afonso (1996) destaca a falta de organização e planejamento como o grande problema da descentralização fiscal, já que a motivação para essa descentralização não foi econômica, mas sim estritamente política, e não partiu de estratégias e planejamentos bem definidos. Para o autor, deve-se consertar e aperfeiçoar o processo de descentralização fiscal já existente, pois não é impossível estabilizar uma economia num contexto de descentralização.

Rezende (2001) salienta que a solução para os problemas da descentralização pode ser a nítida definição de competências entre as esferas governamentais, ao invés de serem usadas competências concorrentes em quase todos os campos das políticas públicas, facilitando, conseqüentemente, o equilíbrio da repartição orçamentária. Já para Giambiagi e Além (2008),

os municípios tem maior capacidade de influenciar a opinião pública do que o governo estadual, pois as ações do governo municipal tem maior visibilidade da sociedade do que as do estadual.

RECEITAS ORÇAMENTÁRIAS E LEI DE RESPONSABILIDADE FISCAL

Políticas públicas municipais adequadas podem contribuir para o desenvolvimento econômico local, reduzindo índices de pobreza e de desigualdades interpessoais e inter-regionais, aumentando as possibilidades de emprego e renda, melhorando a qualidade de vida da população e o uso consciente dos recursos naturais. Para isso e para suprir a demanda da população por bens e serviços públicos, os municípios necessitam de receita orçamentária.

A descentralização fiscal estabelece que a receita orçamentária deve ser distribuída entre os entes federados do Brasil – União, estados e municípios – conforme os impostos sob sua jurisdição e os serviços públicos sob sua competência. As transferências são estabelecidas pela Constituição, de modo que há transferências da União para os estados, da União para os municípios e dos estados para os municípios. A primeira se dá principalmente via Fundo de Participação dos Estados (FPE), e a segunda se dá via Fundo de Participação dos Municípios (FPM) (GIUBERTI, 2005).

Segundo Furtado (2012), indicadores para os municípios mostram que as receitas orçamentárias não são distribuídas igualmente entre os municípios em relação as suas demandas por serviços públicos. Ainda segundo este autor, essa heterogeneidade na distribuição causa desníveis relevantes entre as localidades no acesso da população aos bens e serviços públicos. Em 2010, as transferências da União e dos estados para os municípios contabilizaram cerca de 68,84% da receita total disponível para os municípios, podendo indicar uma tentativa de reduzir a heterogeneidade destes, pois essas transferências tem o papel de equilibrar recursos entre os municípios. Porém, ainda assim observa-se grandes diferenças na oferta de serviços públicos entre as localidades, o que indica que há heterogeneidade também na eficiência em transformar receita em serviços (FURTADO, 2012).

Quanto maiores as transferências intergovernamentais em detrimento à arrecadação própria, maiores serão os gastos. Esse efeito é conhecido na literatura como “*flypaper effect*” (GIUBERTI, 2005). Ou seja, receita obtida através de transferência externa gera incentivos para gasto e endividamentos maiores do que receita proveniente de arrecadação de impostos locais. Quanto maior a descentralização dos gastos públicos, mais difícil é o controle do déficit público por parte do Governo Federal. Sem uma restrição orçamentária, os governos subnacionais podem recorrer a empréstimos, financiamentos e dívidas, mesmo sem a capacidade de pagá-los. Assim, considera-se que o uso dos recursos públicos de maneira irresponsável pelos governos estaduais e municipais pode comprometer o ajuste fiscal. Desse modo, a descentralização fiscal foi acompanhada de um desequilíbrio entre a provisão de bens e serviços por parte dos governos subnacionais e a política de estabilização econômica pelo Governo Federal (MACEDO e CORBARI, 2009).

Com o intuito de melhorar a eficiência do processo orçamentário governamental, evitar comportamentos indesejados de dirigentes e controlar desequilíbrios orçamentários – despesas públicas maiores que a receita disponível – foi aprovada em maio de 2000 a Lei Complementar nº 101, chamada de Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF). Em outubro de 2000 a LRF foi complementada pela Lei nº 10.028, que estabelece multas e penalidades para os dirigentes que desobedecerem às regras (LUQUE E SILVA, 2004).

A LRF abrange a gestão fiscal de todos os níveis de governo e surge para suprir a necessidade de eficiência e qualidade na prestação dos serviços públicos, buscando controlar o déficit público e o endividamento crescente. A LRF foi promulgada após a crise de endividamento dos estados brasileiros, em 1997, na qual observou-se déficits recorrentes e excessivo gasto

com pessoal. Assim, a LRF impõe limites de endividamento e limites de gasto com pessoal, em busca de controlar os gastos públicos (GIUBERTI, 2005).

O planejamento fiscal é o principal instrumento da LRF, e possui como base as leis orçamentárias já vigentes: Plano Plurianual (PPA), Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e Lei do Orçamento Anual (LOA). Não cabe aqui detalhar cada instrumento, apenas explicar a atuação de cada um deles simploriamente. O PPA norteia as ações do setor público, estabelece diretrizes, objetivos e metas para quatro anos de governo, contendo as ações com atividades contínuas e projetos de investimento; a LDO define as metas e prioridades do governo, orienta a elaboração do orçamento anual com base nas metas estabelecidas pelo PPA, além de estabelecer alterações na política tributária e na das agências de fomento; o LOA estima os recursos e define as despesas para o ano seguinte (LUQUE E SILVA, 2004).

A LRF também define regras de controle das finanças públicas específicas para o último ano de mandato, a fim de evitar comportamentos indesejados dos governantes em anos de eleição e reeleição. Ficam proibidas operações de crédito por antecipação de receita, atos que aumentem a despesa com pessoal nos últimos 180 dias do mandato, e não poderão ser realizadas despesas que não possam ser quitadas até o fim do mandato, a não ser que seja deixado dinheiro no caixa para pagamento posterior (PELICIOLI, 2000, GIUBERTI, 2005).

Outro ponto importante da Lei de Responsabilidade Fiscal é a transparência e participação popular na administração pública, em busca de reduzir a corrupção e aumentar a confiança entre governados e governantes. O mecanismo proposto é a realização de audiências públicas e elaboração e divulgação de relatórios da execução fiscal (LUQUE E SILVA, 2004). Para Sacramento e Pinho (2007) a transparência deve ir além da divulgação de informações, permitindo que a população julgue as ações dos gestores e fiscalize-os.

Sacramento e Pinho (2007) concluem que a LRF teve grande contribuição no aumento do grau de transparência fiscal nos últimos anos no Brasil, porém a participação popular não foi internalizada pelos governantes como parte do processo de transparência da administração, e observou-se certo receio dos dirigentes de um confronto direto com a população. Assim, a transparência limita-se a publicação de relatórios.

As regras impostas pela LRF devem ser obedecidas por todos os entes federados, sob penalidades em caso de descumprimento, que vão desde a suspensão das transferências voluntárias, suspensão de obtenção de crédito, até a punições pessoais aos governantes, como multas ou prisão (GIUBERTI, 2005). As piores penalidades são referentes ao não cumprimento das regras sobre o último ano de mandato e sobre as operações de dívida pública (LUQUE E SILVA, 2004).

Para Neduziak e Correia (2016), a introdução de regras, por meio da LRF, contribuiu para um ambiente mais propício para o crescimento econômico. Os autores sugerem que antes das regras de restrição orçamentária governamental, havia gastos superiores aos de um ótimo social. Luque e Silva (2004) não criticam a importância da LRF, mas alertam que o equilíbrio orçamentário não deve ser a única preocupação, deve-se também olhar a qualidade do setor público, o uso adequado dos recursos e a eficiência do Governo nos gastos.

Universidade Federal de Sergipe

EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Nesta seção serão apresentados alguns resultados de trabalhos sobre a relação entre gastos públicos e crescimento econômico, sobre a descentralização fiscal e sobre a Lei de Responsabilidade Fiscal. As conclusões dos trabalhos não são consensuais.

Oliveira (2004) destaca o papel da educação e da urbanização no crescimento econômico das cidades nordestinas, e sugere que o investimento mais eficiente, nesse sentido, é em capital humano.

Ainda para os municípios do Nordeste brasileiro, Costa, Lima e Silva (2013) obtiveram resultado de relação positiva entre crescimento econômico e gastos com educação, cultura, habitação, urbanismo, saúde e saneamento. Para gastos com transporte e a arrecadação do ISS (imposto sobre serviço de qualquer natureza), a relação foi negativa.

Segundo Rocha e Giuberti (2007), para os estados brasileiros, gasto produtivo – capital, educação, transporte e comunicação – têm um efeito positivo e estatisticamente significativo sobre o crescimento. A única exceção é a saúde que aparece com sinal negativo.

Estudando as unidades federativas brasileiras entre 1995 e 2012, Neduziak e Correia (2016) encontram que gastos com educação pública, administração e planejamento e assistência e previdência possuem efeito positivo no crescimento econômico dos estados brasileiros, com destaque para os gastos com educação pública, variável que apresentou maior impacto. Já os gastos em saúde e saneamento não foram significativos.

Divino e Silva Júnior (2012) concluem que anos de escolaridade e expectativa de vida tem relação positiva com o crescimento econômico local, já desigualdade de renda e número de homicídios tem efeito negativo sobre o mesmo, para os municípios brasileiros entre 1991 e 2000.

Nos municípios paraibanos, para Silva, Cruz e Irfi (2013), investimento em capital humano tem maior impacto no crescimento econômico do que investimento em capital físico. Com base no estudo, gastos com segurança pública, assistência e previdência, e administração e planejamento não tem efeito sobre o crescimento econômico. Os autores chegam a conclusão de que, nos municípios paraibanos, o gasto que mais contribuiu para o PIB, foi o Legislativo, no período em que o estudo foi realizado.

Araújo, Monteiro e Cavalcanti (2010), a partir de análises, encontram que, nos municípios do Ceará, os gastos públicos com assistência previdenciária possuem efeito positivo sobre o crescimento econômico do município, mas gastos com saúde e saneamento possuem efeito negativos. Encontram também que despesas administrativas e de planejamento tem relação negativa com o crescimento do PIB per capita. Para os autores, isso pode ser atribuído a ineficiência dos gastos públicos no setor administrativo.

Observa-se, com base nos trabalhos citados, que não há consenso sobre o efeito dos gastos públicos no crescimento econômico. Isso pode ser explicado por haver diferenças entre as regiões estudadas e entre os métodos usados. Os gastos públicos são divididos entre as três esferas do governo, como foi visto anteriormente.

Para Oliveira, Marques Junior e Jacinto (2006), considerando as cidades brasileiras na década de 90, gasto por parte dos municípios na provisão de serviços públicos que afetam a produtividade e a qualidade de vida dos trabalhadores são eficientes e contribuem para o crescimento econômico das cidades. Porém observa-se relação negativa entre tributação local e crescimento econômico das cidades. Os autores observaram um baixo crescimento das cidades do Norte e Nordeste, e sugeriram uma política pública mais direcionada à educação e infraestrutura, por terem efeitos positivos no crescimento Econômico, com base em evidências encontradas.

Costa, Lima e Silva (2013) encontram que os gastos municipais com assistência e previdência social e arrecadação do IPTU não foram estatisticamente significantes, indicando que gastos nesses setores não influenciam o PIB per capita dos municípios. Observou-se que gastos municipais com educação, cultura, saúde e saneamento tem efeito positivo no PIB per capita municipal. Os autores salientam que tais setores merecem principal atenção por parte dos governos locais, principalmente das cidades do Nordeste brasileiro.

Apesar dos trabalhos citados apresentarem resultados diferentes, observa-se que todos admitem efeito dos gastos públicos no crescimento econômico, inclusive os trabalhos que estudam o papel dos estados e municípios nessa questão.

Quanto maior a descentralização dos gastos públicos, mais difícil é o controle do déficit

público por parte do Governo Federal. Com o intuito de melhorar a eficiência do processo orçamentário governamental, evitar comportamentos indesejados de dirigentes e controlar desequilíbrios orçamentários, foi aprovada em maio de 2000 a Lei Complementar nº 101, chamada de Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF).

Macedo e Corbari (2009) concluem que a Lei de Responsabilidade Fiscal contribuiu para controlar o endividamento dos municípios com mais de 100 mil habitantes (a pesquisa dos autores não incluiu municípios com um número menor de habitantes). Sobre o gasto com pessoal, Giuberti (2005) conclui que a LRF não afeta as ações dos governantes de todos os municípios nesse quesito, mas apresenta resultados positivos nos municípios com gasto elevado com pessoal.

Neduziak e Correia (2016) encontraram que a imposição de regras fiscais, com a LRF, contribuiu para um ambiente mais propício para um maior crescimento econômico, por tornar os orçamentos públicos mais equilibrados.

METODOLOGIA

Para analisar o efeito dos gastos públicos, e suas possíveis desagregações, sobre o PIB per capita, o crescimento e o desenvolvimento econômico dos municípios baianos, realizou-se a estimação de um modelo econométrico de dados em painel. Esse método consiste em dados de corte transversal agrupado no tempo, no qual as mesmas unidades são acompanhadas ao longo de um determinado período de tempo, o que permite observar variações nos elementos amostrais.

Na elaboração de uma análise empírica, nem sempre é possível controlar o efeito de todas as variáveis que podem afetar a variável dependente. Assim, há fatores que não são observáveis e, por esse motivo, não são considerados na estimação, mas contribuem para explicar a variável dependente, isto é, $Cov(X, \varepsilon) \neq 0$. Quando isto ocorre, dizemos que há viés de variável omitida, de modo que os parâmetros não foram estimados corretamente. Um dos pontos importantes da utilização de dados em painel é que ao acompanhar as mesmas observações pode-se considerar e controlar suas características individuais, que variam entre cada observação, mas são constantes ao longo do tempo e afetam a variável dependente (WOOLDRIDGE, 2006). Portanto, características omitidas do modelo, mas que são fixas ao longo do tempo, são controladas neste modelo. No caso da análise municipal, por exemplo, características que afetam o PIB per capita, que são fixas ao longo do tempo e que não temos variáveis para explicá-las, deixam de gerar viés na estimação, como clima e existência de recursos naturais, por exemplo.

Assim, a estrutura de análise em painel se difere das regressões em *cross section* por permitir o controle da heterogeneidade não observada através do que é conhecido na literatura como Efeito Fixo. Supondo o modelo:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{mt} + f_m + \varepsilon_{mt}$$

onde Y representa a variável dependente, X são as variáveis explicativas, f representa o efeito fixo não observado dos municípios, ε é o erro e β é o parâmetro. Na notação, os subscritos m representa município e t representa tempo, indicando variáveis que alteram de um município para outro e de um período de tempo para outro.

Caso a heterogeneidade não-observada – representada por f_m acima – seja correlacionada com qualquer variável explicativa do modelo, as estimativas de MQO serão viesadas e inconsistentes, pois a heterogeneidade não-observada estará contida no erro ε_{mt} e causará viés de variável omitida (WOOLDRIDGE, 2006), contrariando a hipótese clássica de que não deve

haver correlação entre qualquer variável explicativa e o erro.

Para que seja realizada a estimação consistente, nessa circunstância, pode-se utilizar o método de estimação de Efeitos Fixos (SOUZA e LEITE FILHO, 2008), com o objetivo de controlar e eliminar o efeito não-observado (LOUREIRO e COSTA, 2009). Neste sentido, estimamos um modelo de dados em painel e utilizamos o teste de Hausmann para definir o modelo de Efeitos Fixos como o mais adequado para a análise.

Nosso modelo mais completo assume a forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \ln DL + \beta_2 \ln DA + \beta_3 \ln DE + \beta_4 \ln DH + \beta_5 \ln DS + \beta_6 \ln DP + \beta_7 \ln DL_{t-1} + \beta_8 \ln DA_{t-1} + \beta_9 \ln DE_{t-1} + \beta_{10} \ln DH_{t-1} + \beta_{11} \ln DS_{t-1} + \beta_{12} \ln DP_{t-1} + \beta_{13} \ln BF + \beta_{14} \ln BPC + \beta_{15} \ln POP + \beta_{16} \ln DOC + \beta_{17} \ln ESC + f_m + \varepsilon$$

onde o Y representa a variável dependente, o ln antes das variáveis indica que as mesmas estão em logaritmo, DL é a despesa com legislativo, DA é a despesa com administração e planejamento, DE é a despesa com educação e cultura, DH é a despesa com habitação e urbanismo, DS é a despesa com saúde e saneamento, DP é a despesa com assistência e previdência, BF é o valor total do bolsa família no município, BPC é o valor total do benefício de prestação continuada no município, POP é a população do município, DOC é o número de docentes por 100 habitantes, ESC é o número de escolas por 100 habitantes e o subscrito t-1 indica as variáveis defasadas em um período de tempo. Por fim, f_m é o efeito fixo e ε é o termo de erro estocástico.

Foram testados modelos com a variável dependente LogPibpc (logaritmo do PIB per capita) e Vpibpc (variação do PIB per capita) pois não é consenso na literatura qual a variável mais indicada para medir o crescimento econômico. Nos trabalhos mais clássicos (Barro e Sala-i-Martin, 1990; Romer, Mankiw e Weill, 1992; Ferreira e Ellery, 1996) utiliza-se a taxa de crescimento do PIB per capita. Porém, outros trabalhos (Araújo, Monteiro e Cavalcante, 2011; Costa, Lima e Silva, 2013; Silva, Cruz e Irffi, 2013, entre outros) utilizam apenas o Pibpc (PIB per capita) no ano corrente como variável dependente.

Por fim, antes de apresentar a base de dados com mais detalhes, cabe ressaltar que as estimações foram realizadas em etapas, devido a limitações da mesma. Primeiramente foram estimados modelos nos quais as variáveis explicativas foram apenas o Gasto Público e a População, isto porque foram as únicas informações disponíveis entre 2002 e 2010. Em seguida estimou-se um modelo inserindo o Valor Total do Bolsa Família e do Benefício de Prestação Continuada, dados que estão disponíveis apenas a partir de 2004. Por fim, de modo a controlar por heterogeneidades da produtividade da força de trabalho, utilizou-se o Número de Escolas e de Professores por 1000 habitantes, porém novamente a base foi reduzida por indisponibilidade de dados, de modo que o período utilizado passou a ser entre 2006 e 2010.

BASE DE DADOS

A amostra em análise corresponde a 417 municípios baianos. Para avaliar o efeito dos gastos públicos sobre o crescimento e o desenvolvimento econômico desses municípios, foram usados dados a nível municipal obtidos de diversas fontes. Dados de gastos públicos a partir do Sistema FINBRA (Finanças do Brasil), do Ministério da Fazenda; dados de PIB disponíveis no site da SEI (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia); dados dos programas sociais, do Ministério da Integração Nacional; dados escolares, do Instituto Anísio Teixeira; e dados do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal, do IPEADATA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada).

A temporariedade também varia conforme o modelo, devido a limitações de dados.

Primeiramente foram estimados modelos nos quais as variáveis explicativas eram apenas o Gasto Público e a População, entre 2002 e 2010. Em seguida estimou-se um modelo inserindo o Valor Total do Bolsa Família e do Benefício de Prestação Continuada, entre 2004 e 2010. Por fim, de modo a controlar por heterogeneidades da produtividade da força de trabalho, utilizou-se o Número de Escolas e de Professores por 1000 habitantes, entre 2006 e 2010.

Por fim, para analisar a relação entre Gastos Públicos e Desenvolvimento Econômico foi utilizado o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) como variável dependente. Segundo o Sistema FIRJAN, o IFDM, com base nas estatísticas públicas oficiais dos ministérios do Trabalho, Educação e Saúde, acompanha anualmente o desenvolvimento socioeconômico dos municípios do Brasil, considerando as áreas de Educação, Saúde e Emprego e Renda. O índice varia entre 0 e 1 ponto, sendo que quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento da localidade. O IFDM considera, por exemplo, o número de empregos com carteira assinada, o número de crianças e adolescentes que frequentam cada série, a escolaridade dos professores, o número de consultas pré-natal etc, pois medir o desenvolvimento de um município analisando apenas sua dimensão econômica não é suficiente. A escolha da variável se dá pelo interesse em verificar a relação dos gastos públicos com o desenvolvimento socioeconômico dos municípios, levando em consideração especificamente variáveis como educação, saúde e renda.

RESULTADOS

Nesta seção são reportados os resultados das estimativas usando o método de Dados em Painel com efeito fixo. Inicialmente utilizou-se o logaritmo do Pib Per Capita como variável dependente, com o objetivo de captar a relação entre gastos públicos e Pib per capita. Em seguida, estimou-se um modelo utilizando a taxa de crescimento do Pib per capita ($\log(\text{pib}[t]) - \log(\text{pib}[t-1])$), tal como em Barro e Sala-i-Martin (1991) e Mankiw et al (1992).

EFEITO DOS GASTOS PÚBLICOS SOBRE A RENDA PER CAPITA

Na tabela 1 são reportados os resultados das estimativas do modelo de dados em painel utilizando como variável dependente o Logaritmo do PIB per capita. A variável de interesse é o logaritmo da despesa por função corrente e defasada em um período. As colunas da esquerda para direita vão acrescentando novas variáveis explicativas e, conseqüentemente, reduzindo a amostra, tal como explicado anteriormente.

Nas colunas 1, 2, e 3 reportamos as estimações utilizando apenas o Gasto Público como variável explicativa. Na coluna 4 introduzimos o logaritmo da população, o logaritmo dos valores recebidos por Bolsa Família e por Benefício de Prestação Continuada. Em todas as especificações observamos um efeito positivo e estatisticamente significativo a 1% do Gasto Público sobre o logaritmo do PIB per capita. Porém, este resultado reduziu a medida que caminhamos para modelos com mais variáveis explicativas, o que indica que os resultados dos parâmetros estimados nos modelos das colunas 1, 2 e 3 podem estar viesados.

Apesar de não ser o objetivo deste trabalho, faz-se necessário chamar a atenção para o fato de que o Bolsa Família possui um grande efeito sobre a renda per capita dos municípios baianos. Efeito este quase 5 vezes maior que o efeito do Gasto Público.

Tabela 1: Efeitos da Despesa Total Agregada no PIB Per Capita Municipal

| | Variável Dependente: ln _{ipibpc} | | | | |
|----------------------------|---|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Constante | -4.33*** (.227) | -3.09*** (.255) | -4.31*** (.263) | 7.18*** (.214) | 5.73*** (.722) |
| Despesa | 0.75*** (.013) | | 0.36*** (.026) | 0.19*** (.013) | 0.09*** (.012) |
| Despesa t-1 | | 0.68*** (.015) | 0.38*** (.026) | 0.16*** (.013) | 0.06*** (.012) |
| BF | | | | 0.22*** (.013) | 0.55*** (.024) |
| BPC | | | | 0.10*** (.009) | 0.04*** (.011) |
| Log População | | | | -0.64*** (.016) | -0.29 (.068) |
| Docentes per capita | | | | | -0.000 (.000) |
| Escolas per capita | | | | | -0.003 (.020) |
| Nº de observações | 4,163 | 3,696 | | 3,682 | 2442 |
| Nº de grupos | 417 | 417 | | 417 | 417 |
| R² | 0.442 | 0.370 | | 0.406 | 0.852 |

Fonte: Elaboração Própria

Significância Estatística: 1% (***), 5% (**), 10% (*)

Na tabela 2 são apresentados os resultados das estimativas usando o logaritmo do PIB per capita municipal como variável dependente e o logaritmo dos gastos públicos desagregados por função no período corrente e defasados em um período como variáveis explicativas. As despesas por função foram separadas em seis variáveis, sendo elas a despesa legislativa, despesa com administração e planejamento, despesa com educação e cultura, despesa com habitação e urbanismo, despesa com saúde e saneamento e despesa com assistência e previdência.

Os resultados da estimação entre as despesas no período corrente por função e o PIB per capita municipal (coluna 1), mostram que todos os parâmetros são positivos e estatisticamente significativos a 1%. A despesa com educação e cultura obteve o maior resultado, indicando que gastos nessa função teriam maior efeito no PIB per capita dos municípios, quando comparada com as demais. Isso vai de acordo com a extensa literatura que enfatiza o papel da educação sobre o crescimento (MANKIWI, ROMER, WEILL, 1992; BARBOSA FILHO e PESSOA, 2010).

Ao incluir no modelo outras variáveis explicativas (colunas 2, 3 e 4), alguns parâmetros de gastos perdem a significância. Das despesas correntes, apenas a despesa com educação e cultura permanece com resultado significante nos 3 modelos.

O Bolsa Família teve resultado positivo e significativo em todos os modelos em que foi incluído, indicando correlação positiva com a renda per capita dos municípios baianos. Este resultado é, portanto, consistente com os achados da Tabela 1. Já as variáveis de número de docentes e de escolas per capita no município, não foram estatisticamente significantes. Este resultado também corrobora os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 2: Efeito do Gastos Público Sobre Pib Per Capita
Variável dependente: lnpiibpc

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| <u>Const</u> | -3.52*** (.219) | - 2.98*** (.275) | 6.41*** (.246) | 4.05*** (.745) |
| <u>Ln legis</u> | 0.10*** (.018) | 0.05** (.020) | 0.02** (.011) | 0.008 (.010) |
| <u>Ln adm</u> | 0.18*** (.020) | 0.12*** (.024) | 0.04*** (.012) | 0.02 (.013) |
| <u>Ln educ</u> | 0.23*** (.027) | 0.08** (.037) | 0.13*** (.016) | 0.07*** (.017) |
| <u>Ln habit</u> | 0.02*** (.009) | 0.01 (.010) | 0.01*** (.005) | 0.004 (.005) |
| <u>Ln saude</u> | 0.19*** (.021) | -0.01 (.030) | 0.04*** (.016) | 0.05*** (.016) |
| <u>Ln previd</u> | 0.04*** (.009) | 0.02** (.011) | 0.002 (.006) | 0.007 (.008) |
| <u>Ln legis91</u> | | 0.15*** (.024) | 0.09*** (.014) | 0.09*** (.017) |
| <u>Ln adm91</u> | | 0.06** (.024) | 0.01 (.012) | 0.01 (.013) |
| <u>Ln educ91</u> | | 0.15*** (.035) | 0.14*** (.017) | 0.01*** (.018) |
| <u>Ln habit91</u> | | 0.002 (.010) | -0.000 (.004) | -0.005 (.005) |
| <u>Ln saude91</u> | | 0.09*** (.027) | 0.06*** (.016) | 0.09*** (.019) |
| <u>Ln previd91</u> | | 0.02** (.010) | 0.006 (.005) | 0.002 (.008) |
| <u>Ln bf</u> | | | 0.10*** (.014) | 0.036*** (.029) |
| <u>Ln bpt total</u> | | | 0.06*** (.009) | 0.01 (0.011) |
| <u>pop</u> | | | -0.79*** (.018) | -0.45*** (.069) |
| <u>docentes_pc</u> | | | | -0.000 (.000) |
| <u>escolas_pc</u> | | | | 0.006 (.020) |
| <u>Nº de observações</u> | 4,118 | 3542 | 2350 | 1575 |
| <u>Nº de grupos</u> | 417 | 417 | 415 | 414 |
| <u>R²</u> | 0.484 | 0.431 | 0.872 | 0.7285 |

Fonte: Elaboração Própria

Significância Estatística: 1% (***), 5% (**), 10% (*)

EFEITOS DO GASTO PÚBLICO SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO

Na tabela 3 apresentamos os resultados da estimação do efeito dos gastos públicos sobre o crescimento econômico. Pode-se observar que, nas colunas 1 e 2, nem o gasto público no período corrente, nem o gasto no período defasado possuem efeito estatisticamente significativo sobre o crescimento econômico. Porém, ao introduzir mais variáveis de controle, estes termos passam a ser estatisticamente significativos.

Na coluna 3, observa-se que o gasto público defasado possui sinal negativo, o que pode significar um efeito *crowding out*. Isto é, quanto maior o gasto público em um período, menor será a participação do setor privado no período seguinte, o que pode gerar uma queda do PIB per capita.

Já nas colunas 4 e 5, observa-se que o gasto público defasado perde significância, porém o gasto público corrente passa a ser estatisticamente significativo a 1% e 5%, respectivamente. O sinal positivo está de acordo com a teoria keynesiana, isto é, quanto maior o gasto público, maior será o crescimento econômico no curto prazo.

Além destas observações, é possível observar que o Bolsa Família possui sinal positivo e estatisticamente significativo em todas as especificações apresentadas. Além disto, o valor estimado deste parâmetro é bastante superior ao valor do parâmetro do gasto público. O que significa que este programa tem um peso muito importante para explicar o crescimento econômico dos municípios baianos. Nota-se, também, que a variável Proxy para educação (Escolas Per Capita) foi estatisticamente significativa, mas seu sinal foi contrário ao que espera-se, já que uma maior nível educacional deveria levar a um maior crescimento econômico.

Tabela 3: Efeito do Gasto Público sobre o Crescimento Econômico

| | Variável Dependente: Variação do PIB Per Capita | | | | |
|---------------------|---|-----------|------------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Despesa | -0.0134 | 0.0092 | -0.0254 | 0.0448*** | 0.0357** |
| Total | (0.0112) | (0.0194) | (0.0265) | (0.0158) | (0.01738) |
| Despesa Total t-1 | | -0.0279 | -0.0945*** | | -0.0207 |
| | | (0.0191) | (0.0259) | | (0.0207) |
| Log BF | | | 0.149*** | 0.116*** | 0.1288*** |
| | | | (0.0231) | (0.0433) | (0.0453) |
| Log BPC | | | 0.0181 | 0.0422* | 0.047** |
| | | | (0.01891) | (0.0239) | (0.0245) |
| Docentes per capita | | | | -0.00025 | -0.00025 |
| | | | | (0.0004) | (0.0004) |
| Escolas Per capita | | | | -0.0665** | -0.0665** |
| | | | | (0.029) | (0.029) |
| Constante | 0.345*** | 0.4299*** | 1.323*** | 10.13*** | 10.40*** |
| | (0.185) | (0.193) | (0.457) | (1.13) | (1.16) |
| R2 | 0.1 | 0.102 | 0.04 | 0.3815 | 0.378 |
| Observações | 3746 | 3272 | 2442 | 1249 | 1239 |

Fonte: Elaboração Própria

Significância Estatística: 1% (***), 5% (**), 10% (*)

Na tabela 4, com os dados desagregados de despesas, observa-se que não há um padrão bem definido nos resultados. Estes sugerem, nas estimações das colunas 1 e 3, que os gastos com educação possuem efeito negativo sobre a variação do PIB per capita. Destaca-se os resultados do gasto com Bolsa Família, com parâmetros positivos e estatisticamente significantes.

Tabela 4: Efeitos da Despesa Desagregada por Função na variação do PIB Per Capita Municipal

| | Variável dependente: vpibpc | | | |
|-------------------|-----------------------------|---------|---------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| | 0.24 | 1.73*** | -1.23 | |
| const | (.028) | (.568) | (.842) | |
| | -0.01 | -0.04* | 0.003 | |
| lbdlegis | (.015) | (.025) | (.015) | |
| | 0.02 | 0.03 | 0.02 | |
| Ind_adm | (.018) | (.028) | (.022) | |
| | -0.05* | -0.05 | -0.06* | |
| Ind_educ | (.028) | (.037) | (.038) | |
| | 0.004 | 0.001 | 0.01 | |
| Indhabit | (.008) | (.012) | (.009) | |
| | 0.000 | 0.02 | -0.02 | |
| Indsaude | (.023) | (.037) | (.025) | |
| | -0.001 | -0.002 | 0.02* | |
| Indprevid | (.008) | (.015) | (.015) | |
| | 0.01 | -0.03 | -0.01 | |
| Indlegis91 | (.018) | (.034) | (.028) | |
| | -0.03* | -0.06** | 0.01 | |
| Ind_adm91 | (.018) | (.027) | (.022) | |
| | 0.07*** | -0.03 | -0.02 | |
| Ind_educ91 | (.026) | (.038) | (.028) | |
| | -0.003 | -0.005 | 0.008 | |
| Indhabit91 | (.007) | (.011) | (.009) | |
| | -0.03 | 0.009 | 0.004 | |
| Indsaude91 | (.020) | (.036) | (.031) | |
| | 0.005 | -0.009 | -0.01 | |
| Indprevid91 | (.008) | (.013) | (.013) | |
| | | 0.17*** | 0.31*** | |
| Inbf | | (.024) | (.053) | |
| | | 0.02 | 0.02 | |
| Inbpct | | (.020) | (.028) | |
| | | | 0.001** | |
| docentes_pc | | | (.000) | |
| | | | 0.14*** | |
| escolas_pc | | | (.024) | |
| Nº de Observações | | 3542 | 2350 | 1173 |
| Nº de grupos | | 417 | 415 | 414 |
| R ² | 0.0057 | 0.0546 | 0.3032 | |

Fonte: Elaboração Própria

Significância Estatística: 1% (***), 5% (**), 10% (*)

EFEITOS DO GASTO PÚBLICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Na tabela 5 reportamos os resultados das estimativas do efeito do gasto público total dos municípios da Bahia sobre o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM). Utilizamos este último como variável dependente.

Observamos que os parâmetros de gasto público são positivos e estatisticamente significantes nas estimativas reportadas nas colunas 1 e 2. Já nas colunas 3 e 4, ao incluirmos outras variáveis ao modelo, o gasto público mostra-se não correlacionado com o IFDM para os municípios da Bahia. Uma hipótese para esse resultado é que as estimativas das colunas 1 e 2 sejam inconsistentes por omitirem algumas variáveis importantes, como o valor do Bolsa Família e do Benefício de Prestação Continuada, por exemplo, que apresentam resultados positivos e significantes nas estimações em que são incluídos (colunas 3 e 4). O número de escolas e de docentes per capita não possuem efeito sobre a variável dependente. Ademais, o PIB per capita dos municípios mostra-se positivamente correlacionado com o IFDM.

Tabela 5: Efeitos da Despesa Agregada no Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal

Variável Dependente: IFDM

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Const | -108.61*** (5.025) | - | -124.67*** (35.065) |
| | | 138,18*** (5.472) | |
| | | -148.51*** (23.778) | |
| Lnpiibpc | 4.04*** (.294) | 3.12*** (.303) | 2.43* (1.419) |
| | | 2.44* (1.415) | |
| Lndfunc | 5.75*** (.339) | 3.80*** (.362) | 0.04 (.524) |
| | | 0.03 (.524) | |
| Indfunc91 | | 4.21*** (.346) | 0.34 (.516) |
| | | 0.33 (.515) | |
| Lnbfb | | | 7.71*** (1.487) |
| | | 7.47*** (1.452) | |
| lnbpct_total | | 1.54** (.737) | 1.62** (.742) |
| | | | |
| Lnpop | | 9.84*** (2.029) | 7.54** (3.096) |
| docentes_pc | | | 0.003 (.012) |
| escolas_pc | | | -1.01 (.855) |
| Nº de observações | 2501 | 2446 | 1237 |
| Nº de grupos | 417 | 417 | 417 |
| R² | 0.296 | 0.348 | 0.2161 |
| | | 0.2175 | |

Fonte: Elaboração Própria

Significância Estatística: 1% (***), 5% (**), 10% (*)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidências mostram que existem poucos trabalhos que avaliem o papel da política fiscal local no crescimento econômico das cidades, no caso dos municípios baianos a evidência é ainda mais escassa. Assim, para analisar o efeito dos gastos públicos no crescimento econômico dos municípios baianos, foram utilizadas as contribuições da literatura sobre crescimento econômico baseada no modelo de desenvolvimento endógeno, o qual considera, dentre outras coisas, que a política fiscal possui efeito permanente sobre o crescimento econômico, incorporadas a modelos fundamentados na Nova Geografia Econômica, que possibilitou a análise de regiões e cidades, e não apenas de países, como anteriormente.

É importante salientar que há uma diversidade muito grande entre os países do mundo, e até mesmo entre as regiões dentro de um mesmo país, o que faz com que essa conclusão sobre gastos produtivos e improdutivos não seja necessariamente verdadeira para qualquer localidade, sendo necessário um estudo considerando as peculiaridades de cada lugar. Visto que o Brasil é um país marcado por diversidade socioeconômica, cultural e climática, vê-se a importância do presente estudo, buscando captar a relação entre gastos públicos, renda per capita, desenvolvimento e crescimento econômico nos municípios baianos. A importância deste trabalho se dá também pois não há evidências de trabalhos que analisem a contribuição dos gastos públicos para a economia dos municípios baianos. Assim, foram calculados os efeitos dos gastos públicos sobre a renda per capita municipal, o crescimento e o desenvolvimento econômico a partir do método de dados em painel com efeito fixo. Foram testados modelos com a variável dependente logaritmo do PIB per capita e Variação do logaritmo do PIB per capita.

Os principais resultados indicam que, de um modo geral, os gastos públicos estão positivamente correlacionados com o PIB per capita, e também possuem efeito sobre a variação do PIB per capita. Ainda de acordo com os resultados encontrados, o Bolsa Família possui um papel importante para explicar a renda dos municípios e também a variação do PIB per capita.

Portanto, este trabalho contribui com a literatura ao apresentar, pela primeira vez, efeitos positivos dos Gastos Públicos e do Bolsa Família sobre a renda per capita e sobre o crescimento econômico dos municípios baianos.

Quando foi analisado o desenvolvimento econômico, medido pelo IFDM, de um modo geral, os resultados indicam que os gastos públicos em algumas áreas afetam positivamente o Índice FIRJAN para os municípios baianos, com destaque para as despesas com educação e cultura, com saúde e saneamento e com o legislativo. Outro resultado importante é que o bolsa família possui efeito positivo sobre o desenvolvimento municipal baiano.

Considerando a ideia de gastos públicos produtivos e improdutivos, pode-se considerar que gastos produtivos são gastos com capital, e gastos improdutivos são gastos correntes do governo. Considera-se usualmente que gastos correntes são as despesas com distribuição de renda, educação, saúde e segurança pública, e gastos com capital são despesas com infraestrutura, transporte e comunicação. Dito isso, tem-se que alguns resultados desse trabalho corroboram essa teoria, porém outros resultados vão de encontro com tal.

De acordo com a definição dita acima, das seis variáveis de despesa pública, a despesa com habitação e urbanismo é a única variável do modelo que representa gasto produtivo. Os resultados dessa variável indicam que ela não possui efeito sobre a variação do PIB dos municípios baianos, porém, essa despesa defasada em 1 período possui relação positiva com a variação do PIB per capita dos municípios baianos. Já o gasto com distribuição de renda é considerado gasto improdutivo, porém, os resultados encontrados indicam que o bolsa família possui efeito positivo sobre a variação do PIB per capita dos municípios baianos.

Conclui-se que, em geral, municípios baianos que gastam mais são municípios mais ricos, e também há evidências de que o aumento do gasto público leve ao aumento do crescimento econômico a nível municipal na Bahia. Sobre o desenvolvimento dos municípios baianos, os gastos que se destacaram foram os de educação e cultura, legislativo e os de saúde e saneamento. Observa-se também que o

programa de transferência direta de renda às famílias em situação de pobreza, o Bolsa Família, possui efeito positivo sobre a renda per capita, o desenvolvimento e o crescimento econômico dos municípios baianos.



10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, José Roberto. **Descentralização Fiscal, Efeitos Macroeconômicos e Função de Estabilização: o caso (peculiar) do Brasil**. In: Seminário sobre Gestão da Despesa Pública, 1996, Brasília. Seminário sobre Gestão da Despesa Pública. Brasília: Ministério da Fazenda, 1996. p. 1-30.
- AFONSO, José Roberto ; ARAÚJO, Erika Amorim . **A Capacidade de Gasto dos Municípios Brasileiros: Arrecadação Própria e Receita Disponível**. Rio de Janeiro: BNDS. 2001 (Notas técnicas).
- ARAUJO, J. A.; MONTEIRO, Vitor Borges; CAVALCANTE, Cristina Aragão. **Influência dos gastos públicos no crescimento econômico dos municípios do Ceará**. In: Carvalho, Eveline Barbosa Silva; Oliveira, J. Lima; Neto Nicolino Trompieri; Medeiros, C. Nascimento; Sousa, Fátima Junvenal. (Org.). Economia do Ceará em Debate 2010. 1ed. Fortaleza: , 2011, v. , p. 176-200.
- BARBOSA FILHO, F. d. H, PESSÔA, S. d. A. **Educação e Crescimento: O que a Evidência Empírica e Teórica Mostra?** Revista EconomiA, v.11, n.2, p.265–303. Brasília, 2010.
- BARRO, R. J. SALA-I-MARTIN, X. **Convergence across States and Regions**. Brookings Papers on Economic Activity, 1:1991
- CÂNDIDO JÚNIOR, José Oswaldo. **Os gastos públicos no Brasil são produtivos?** Planejamento e Políticas Públicas (IPEA), Brasília-DF, v. 23, p. 233-260, 2001.
- COSTA, RODOLFO FERREIRA RIBEIRO DA ; SILVA, D. O. P. ; LIMA, Francisco Soares . **Política Fiscal Local e Crescimento Econômico: um estudo em painel para os municípios nordestinos**. Revista Econômica do Nordeste, v. 44, p. 93-111, 2013.
- DIVINO, J. A. ; SILVA JUNIOR, R. L. S. . **Composição dos Gastos Públicos e Crescimento Econômico dos Municípios Brasileiros**. Economia (Brasília), v. 13, p. 507-528, 2012.
- ERVILHA, G. T. ; ALVES, F. F. ; GOMES, A. P. . **Desenvolvimento municipal e eficiência dos gastos públicos na Bahia: uma análise do IFDM a partir da metodologia DEA**. Bahia Analise & Dados, v. 23, p. 553-566, 2013.
- FERREIRA, P. C. G., ELLERY JR, R. d. G. **Convergência entre a renda per-capita dos estados brasileiros**. R. de Econometria v. 16, nº 1, pp.83-103. Rio de Janeiro , 1996
- GIAMBIAGI, Fábio; ALEM, Ana Claudia. . **Finanças Públicas: Teoria e Prática no Brasil**. 3a. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2008. 496p.
- GIUBERTI, Ana Carolina. **Lei de Responsabilidade Fiscal: efeitos sobre o gasto com pessoal dos municípios brasileiros**. In: Secretaria do Tesouro Nacional. (Org.). Finanças Públicas: X Prêmio Tesouro Nacional - 2005. São Paulo: Ágape Editores Ltda, 2006, v. , p. 803-841.
- GUEDES, Kelly Pereira; GASPARINI, Carlos Eduardo. **Descentralização Fiscal e Tamanho do Governo no Brasil**. Revista de Economia Aplicada, São Paulo - SP, v. 11, n.2, p. 303-323, 2007.
- IBGE. População. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 11 agosto 2015.
- IPEADATA. Base de dados Regionais. Disponível em <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 11 agosto 2015.
- LIPARIZI, Fabrício B. **Descentralização Fiscal no Brasil: evolução e tendências recentes**. 2006 (Dissertação de Mestrado). A dinâmica das relações intergovernamentais após 1988: o papel das instituições, p. 86-89.
- LOUREIRO, A.; COSTA, L. O.. **Uma Breve Discussão Sobre Os Modelos Com Dados Em Painel**. Nota Técnica, Nº37. Fortaleza, 2008
- LUQUE, Carlos Antonio; SILVA, Vera Martins da . **A Lei de Responsabilidade na Gestão Fiscal: Combatendo Falhas de Governo à Brasileira**. Revista de Economia Política, SP, v. 24, n.3, p. 404-421, 2004.
- MACEDO, J. J.; CORBARI, E. C. . **Os efeitos da LRF no endividamento dos município Brasileiros: Uma análise de dados em painéis**. Revista Contabilidade & Finanças (Impresso), v. 20, p. 44-60, 2009.
- MANKIW, Gregory. ROMER, David. WEIL, David N. **A contribution to the empirics of**

economic growth. The Quarterly Journal of Economics, 1992

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de . **Crescimento Econômico das Cidades Nordestinas: Um Enfoque da Nova Geografia Econômica.** Revista Econômica do Nordeste, v. 35, n.3, p. 339-355, 2004.

OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de ; MARQUES JUNIOR, Liderau dos Santos ; JACINTO, P. A. . **O papel da política fiscal local no crescimento econômico de cidades: Uma evidência empírica para o Brasil.** In: Ronaldo Arraes; Klaus Hermanns. (Org.). Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional no Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2006, v. 1, p. 155-180.

OLIVEIRA, Rodrigo Carvalho; CAVALCANTI, Francisco de Lima. **Nível e evolução da desigualdade de renda na Bahia: uma avaliação do papel da educação e dos programas sociais.** Bahia Analise & Dados, v. 24, p. 89, 2014.

NEDUZIAK, L. C. R. ; CORREIA, F. M. . **A Realocação dos Gastos Públicos Importa? Um estudo em painel para os Estados brasileiros.** In: XIX Anpec Sul, 2016, Florianópolis. XIX Encontro de Economia da Região Sul, 2016.

PELICIOLI, A. C.. **A lei de responsabilidade na gestão fiscal.** Revista de Informação Legislativa, v. 37, p. 109-117, 2000.

REZENDE, Fernando. **Finanças Públicas.** 2. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2001. Cap. 1, 2 e 18.

ROCHA, Fabiana Fontes; GIUBERTI, Ana Carolina. **Composição do Gasto Público e Crescimento Econômico: uma avaliação macroeconômica da qualidade dos gastos dos Estados brasileiros.** Revista de Economia Aplicada, v. 11, p. 463-485, 2007.

RODRIGUES, R. V. ; TEIXEIRA, E. C. . **Gasto público e crescimento econômico no Brasil: uma análise comparativa dos gastos das esferas de governo.** Revista Brasileira de Economia (Impresso), v. 64, p. 423-438, 2010.

SACRAMENTO, A. R. S.; PINHO, J. A. G. . **Transparência na Administração Pública: O que mudou depois da Lei de Responsabilidade Fiscal? Um Estudo Exploratório em Seis Municípios da Região Metropolitana de Salvador.** Revista de Contabilidade da UFBA, v. 1, p. 48-61, 2007.

SILVA, Laércio D. Cerqueira da; CRUZ, Mércia Santos da; IRFFI, G. . **Gastos Públicos e Crescimento Econômico: uma análise para os municípios paraibanos.** Revista Econômica do Nordeste, v. 44, p. 741-760, 2013.

SILVA, Vinícius F; CABRAL, B. P. ; COSTA, D. S. . **Mais escolaridade e menos crime? Evidência do impacto da externalidade da educação nos municípios baianos.** Bahia Analise & Dados, v. 24, p. 105-124, 2014

SOUSA, Tanara Rosângela Vieira; LEITE FILHO, Paulo Amilton Maia . **Análise por dados em painel do status de saúde no Nordeste Brasileiro.** Revista de Saúde Pública (Impresso), v. 42, p. 796-804, 2008.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M.. **O agrupamento de cortes transversais ao longo do tempo. Métodos simples de Dados de Painel.** In: WOOLDRIDGE, Jeffrey M.. Introdução a Econometria: Uma abordagem moderna. 4. ed. São Paulo: Norte-americana, 2014. Cap. 13. p. 416-448.

INDICADORES ESTADUAIS DE C,T&I: DETERMINANTES DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Dayanne Santos Silva (UFS) e José Ricardo de Santana (UFS)

Resumo

Ciência, Tecnologia e Inovação são instrumentos fundamentais para o desenvolvimento econômico de países e regiões. Esse desenvolvimento ocorre com diferenças. Havendo diferenças na área de Ciência, Tecnologia e Inovação, é preciso identificar como essas se comportam em relação aos dados de patentes e aos indicadores de desenvolvimento, como Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e PIB *per capita*. Para responder aos questionamentos, o objetivo do trabalho é construir um Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação, baseado na literatura existente, com atualização e ajustes. Expor os resultados e analisá-lo com relação ao depósito de patentes, IDHM e PIB *per capita*. A metodologia utilizada para o cálculo tem como base a fórmula utilizada pelo PNUD para o cálculo do IDH. Os resultados confirmam que há disparidades entre os estados e regiões brasileiras, com alto grau de concentração no Sudeste e Sul. E há relação entre o índice, à base de patentes e os indicadores de desenvolvimento.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência, Tecnologia e Inovação; Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação; Desenvolvimento Econômico.

Abstract

Science, Technology and Innovation are fundamental instruments for the economic development of countries and regions. This development occurs with differences. If there are differences in the area of Science, Technology and Innovation, it is necessary to identify how they behave in relation to patent data and development indicators, such as Municipal Human Development Index and GDP per capita. To answer the questions, the objective of the work is to construct a State Index of Science, Technology and Innovation, based on the existing literature, with updating and adjustments. Expose the results and analyze it with regard to filing of patents, HDI and GDP per capita. The methodology used for the calculation is based on the formula used by the UNDP for the calculation of the HDI. The results confirm that there are disparities between Brazilian states and regions, with a high degree of concentration in the Southeast and South. There is a relationship between the index, the patent base and the development indicators.

KEY WORDS: Science, Technology and Innovation; Indicators of Science, Technology and Innovation; Economic development.

Classificação JEL: O3

10-12 de julho/2017

INTRODUÇÃO Universidade Federal de Sergipe

O conhecimento possui grande relevância, para o desenvolvimento das nações e das pessoas. O investimento crescente em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), em treinamento de pessoas e em educação reforça o papel do conhecimento. Dentro do conhecimento está presente a inovação e o desenvolvimento tecnológico, que devem ser tidos como prioridade dos governos, através do estímulo as empresas a realizarem investimentos na área, pois ao longo prazo geram renda e emprego. A inovação possui um papel determinante no crescimento econômico e ao comércio internacional. Ainda na determinação da absorção de diversos tipos de conhecimentos pelas empresas (OCDE, 2005).

A construção e consolidação de um modelo de desenvolvimento soberano e sustentável, que atenda as demandas sociais e tenha compromisso com as gerações está ligado aos instrumentos da Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T&I), através dos cientistas, pesquisadores e do desempenho das empresas (MCT, 2006).

Dessa forma, os indicadores subnacionais de C, T&I, que são pouco explorados na literatura, possuem grande relevância econômica. São eles que permitem o conhecimento e o acompanhamento da situação de cada Estado na área. E assim, podem vir a auxiliar a elaboração de políticas econômicas, direcionando-as para a superação de limites e resolução de problemas, da melhor forma possível.

O Brasil possui acentuadas desigualdades entre os estados, devido a isso, o problema deste artigo está em mensurar as diferenças estaduais em C, T&I e analisar como as mesmas se comportam em relação aos dados de patentes e aos indicadores de desenvolvimento, como Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e PIB *per capita*. Para isso, o objetivo do artigo é construir um Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação, apresentar os resultados e compará-lo aos indicadores depósito de patentes, IDHM e PIB *per capita*.

A abordagem da pesquisa será quantitativa, através da atualização de dados de bibliografia já existente acerca do assunto, bem como da realização de ajustes, para adequar as bases de dados existentes atualmente.

O trabalho é composto por introdução, três seções e conclusão. Na primeira seção é apresentada a revisão teórica e empírica deste trabalho. A segunda seção trata da metodologia utilizada para calcular o índice de C, T&I. a terceira seção é dedicada a apresentação do índice de C, T&I e será feita a análise através da comparação, do índice de C, T&I com os dados da base de patentes e com indicadores de desenvolvimento, o PIB *per capita* e o IDHM.

1. INOVAÇÃO E SISTEMA ECONÔMICO

Nesta seção será apresentada a revisão teórica e empírica deste trabalho, com intuito de relacionar C, T&I ao desenvolvimento econômico. A revisão teórica inicia com um breve apanhado dos conceitos gerais, evoluindo para a relação com o desenvolvimento econômico e chegando ao Sistema Nacional de Inovação. Antecedendo a revisão empírica, será apresentada revisão sobre o conceito de indicadores e sua importância. Para finalizar a seção, será tratada a revisão empírica sobre a construção do índice de C, T&I.

INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Existem concepções com relação ao conceito da ciência, desenvolvidas através do consenso. A palavra ciência é originária da palavra latina *scientia*, significa conhecimento e do grego surgiu à ideia de ciência (epistémé) como uma teoria da realidade (GERMANO, 2011).

A ciência tem recebido várias definições, mas uma das mais aceitas pela comunidade científica é a proposta pela UNESCO que declara: “a ciência é o conjunto de conhecimentos organizado sobre os mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos através do estudo objetivo dos fenômenos empíricos” (SILVEIRA E BAZZO, 2006, p. 3).

A tecnologia engloba conhecimentos que vão além de conceitos e teorias científicas, que adquire formas e elementos, de acordo com a atividade humana, ou seja, de acordo com o seu uso. O conhecimento tecnológico é amplo e não é fácil de ser compilado e categorizado (VERASZTO *et al.*, 2008).

Os termos Ciência e Tecnologia passam a ser utilizados em conjunto principalmente após a Revolução Industrial ao se falar em capitalismo, pois novos conhecimentos surgem e novas técnicas são desenvolvidas com foco no processo produtivo (CORRÊA, 2003).

A exploração de novos conhecimentos, o desenvolvimento de novos produtos, a busca constante pela evolução tecnológica, todos esses fatores acarretam em profundas mudanças na sociedade. Essas mudanças aliadas ao conhecimento resultaram na inovação. Na associação entre Ciência e Tecnologia foi inserida a Inovação, que possui relação com o desenvolvimento e são conceitos amplamente utilizados atualmente.

A inovação é um processo cíclico, com características relacionadas à criação de novos produtos, processos, melhorias de produtos existentes e é resultante dos avanços tecnológicos e científicos. Ainda segundo o autor, a inovação pode ser vista desde a Primeira Revolução Industrial, quando foram desenvolvidas novas máquinas, novos processos e produtos (REIGADO, 1997).

Segundo Reigado (1997, p. 63), “Inovação pode ser definida como a exploração bem-sucedida de novas ideias”. De acordo com o autor, Schumpeter foi pioneiro em relacionar inovação com desenvolvimento econômico. Levando investigadores, governantes, empresas e universidades à busca para compreender Investigação – Invenção – Inovação – Desenvolvimento.

Segundo Schumpeter (1982), o Desenvolvimento Econômico está estritamente ligado às mudanças no fluxo circular e a quebra do equilíbrio. Porém não é qualquer mudança que acarreta desenvolvimento, já que no interior do fluxo circular ocorrem transformações contínuas, devido às mudanças dos dados. Para o autor, crescimento econômico não leva necessariamente ao desenvolvimento econômico. A Economia se desenvolve quando ocorrem as mudanças espontâneas, descontínuas, oriundas de si mesma e que rompem para sempre o Estado de equilíbrio inicial. As mudanças devem ocorrer no âmbito da produção, mas não serão as necessidades do consumidor que irão determinar essas mudanças; esses irão apenas se adaptar. O processo de Desenvolvimento Econômico ocorre através das inovações, frutos de novas combinações de matérias-primas e das forças.

As inovações podem ocorrer em diversas situações, conforme afirma o autor:

Esse conceito engloba os cinco casos seguintes: 1) Introdução de um novo bem – ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiveram familiarizados – ou de uma nova qualidade de um bem. 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em uma nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria. 3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes ou não. 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada. 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio. (SCHUMPETER, 1982, p. 48-49).

A quebra do fluxo circular até o desenvolvimento das inovações dá origem ao ciclo econômico, criando uma onda de inovações e trazendo novos conceitos, como será descrito na próxima subseção.

De acordo com Moricochi e Gonçalves (1994), quando surgem as inovações, essas são seguidas, surgindo como consequência o excesso de inovações, esse processo é chamado por Schumpeter de “destruição criadora”.

De acordo com os autores, nesse processo, as empresas velhas, que não se adaptaram as inovações, têm seu mercado destruído ou reduzido, perdendo posição para as empresas que possuem produtos competitivos com menor preço. Com o decorrer do tempo, a atividade inovadora entra em declínio, a economia entra em recessão, assim os bancos pressionam a economia para os preços e a renda monetária caírem, essas condições tornam favoráveis o surgimento de novas atividades do empresário. Esses efeitos causados pela “destruição criadora” se tornam condição do desenvolvimento.

Os conceitos de Schumpeter relacionados à inovação influenciaram outros autores a aprofundar seus estudos, são os Neo-Schumpeterianos. Esses autores trataram a inovação como determinante econômica e como fonte de descontinuidade, bem como, criando conceitos com intuito de explicar o Desenvolvimento (LOPES, 2014).

O processo de desenvolvimento e as inovações ocorrem através da firma, devido ao conhecimento acumulado e ao estabelecimento de rotinas eficazes. Existe uma conexão entre rotina e inovação, dado um processo de trabalho que sai da rotina por algum problema, os funcionários capacitados da firma irão buscar soluções para resolução desse problema, essa busca pode trazer respostas que signifiquem mudanças. Essas mudanças podem resultar em aprimoramentos, ou seja, podem levar as inovações. O processo de inovação se inicia na rotina, com isso, a rotina implica em lucratividade e crescimento das firmas (NELSON e WINTER, 2005).

As firmas com a busca constante por conhecimento são estimuladas a inovar, devido ao mercado competitivo. As inovações solucionam problema do processo produtivo, alteram a rotina e criam um ciclo de novas inovações. Com a consolidação das novas rotinas, a firma busca novas inovações e a ligação entre inovação e rotina é uma forma de sobrevivência e sucesso das firmas (ZAWISLAK, 1996 *apud* LOPES, 2015).

A inserção das inovações transforma o sistema produtivo, como consequência da revolução tecnológica, dando origem ao paradigma “tecnoeconômico”. Como consequência da revolução tecnológica, surgem novas indústrias e as já existentes têm suas estruturas modificadas (PÉREZ, 2001, 2004, 1983 *apud* LOPES, 2015).

Para Freeman e Perez (1988, *apud* LENHARI, 2005), o Paradigma Tecno-Econômico (PTE) surge como um ideal de organização produtiva, tornando possíveis saltos na produtividade e atraindo oportunidades de investimentos. Ainda segundo a autora, o paradigma altera profundamente condições socioeconômicas, institucionais e organizacionais. Apesar das características do PTE serem conhecidas, o crescimento econômico não está determinado, pois depende de características externas.

Para Lopes (2014), os países devem aproveitar as janelas de oportunidades que surgem com o paradigma tecnoeconômico, pois essas são determinantes para se alcançar o desenvolvimento. As novas tecnologias devem ser aproveitadas imediatamente ao seu surgimento, a implantação tardia leva à redução na ajuda ao desenvolvimento (Perez, 2001 *apud* LOPES, 2014).

O avanço técnico é a principal força para o crescimento econômico, unindo-se ao desenvolvimento de tecnologias. Desencadeando resultados no crescimento da produtividade, na renda *per capita*, no crescimento da renda e capital, bem como na padronização das inovações (NELSON E DOSI, 1994 *apud* LENHARI, 2005).

“Alcançar o desenvolvimento supõe um processo dinâmico, alimentado por inovações locais e mercados crescentes, no qual se teria que ingressar tão cedo fosse possível” (PEREZ, 2001, p. 75 *apud* LOPES, 2014, p.34).

O conjunto de ações planejadas ou não planejadas, que impulsionam o progresso tecnológico e que ao serem institucionalizadas permitem a troca de informações voltadas à inovação pode ser definido como Sistema Nacional de Inovação. Fazem parte desse sistema as empresas e suas redes, o governo, as universidades, os institutos de pesquisa e outros que ao interagirem com as mais diversas instituições, sejam financeiras, educacionais e industriais viabilizam as inovações (ALBUQUERQUE, 1996).

Os níveis de desenvolvimento distintos entre nações têm origem nos seus distintos sistemas de inovação, que são resultantes da organização produtiva e de mercado de cada país, essa organização parte das características históricas, culturais e econômicas. Os sistemas de inovação são um conjunto formado por legislação, arranjos sociais, estruturas organizacionais e instituições públicas e privadas (FREEMAN *et al.*, 1988 *apud* CASALI *et al.*, 2010).

Segundo Cassiolato e Lastres (2005), o sistema de inovação são instituições diferentes que interagem entre si, e com outros autores, na busca pelo desenvolvimento da inovação, pelo aprendizado e ainda na produção, difusão e uso do conhecimento, sendo que além da interação, o

desempenho de cada autor afeta o sistema como um todo. Assim, a inovação é um processo sistêmico e interativo, que depende das mais diversas relações.

De acordo com Leydesdorff (2001, *apud* SANTOS, 2013), a relação universidade, empresa e governo (U-E-G) deve ter uma estrutura baseada no conhecimento, na comunicação eficiente e nas negociações, para gerar resultados positivos através da inovação. Na questão da interação universidade-empresa, segundo Santoro e Chakrabart (2002, *apud* Santos, 2013), ela ocorre através da pesquisa e através da transferência de conhecimento e tecnologia.

Segundo Mendes e Sbragia (2002, *apud* SANTOS, 2013), é preciso que universidades e empresas reconheçam a importância da interação entre U-E-G, para então se iniciar esse processo. Após os primeiros contatos entre ambas as partes, é preciso haver motivações para que se dê continuidade ao processo de interação. As motivações estão relacionadas ao ganho que cada parte almeja ter, a gestão dos interesses é fundamental para estimular a pesquisa e desenvolvimento.

REVISÃO EMPÍRICA

Para Jannuzzi (2005, p. 138) “Indicadores sociais são medidas usadas para permitir a operacionalização de em conceito abstrato ou de uma demanda de interesse programático”. Os indicadores estão sendo utilizados com maior frequência. Devido a facilidade de acesso as informações e a fiscalização que eles permitem nas políticas públicas. Os indicadores possuem função de: i) auxiliar no planejamento público, através da formulação das políticas; e ii) aprofundar os estudos sobre a sociedade como um todo (JANNUZZI, 2005).

Os indicadores são classificados de diversas formas, segundo área temática, de acordo com seus objetivos e subjetivos ou em simples e complexos. Ou ainda sobre a perspectiva de: i) indicador-insumo, utilizados para mensurar os recursos alocados; ii) indicador-processo, utilizados para mensurar o andamento; iii) indicador-resultado, servem para mensurar os resultados e avaliar os programas; e iv) indicador-impacto, mensuram os efeitos do programa (JANNUZZI, 2005).

Trazendo a perspectiva dos indicadores para área de C, T&I, para Viotti (2003), mensurar essa área é de grande relevância econômica. Já que, C, T&I afetam a vida da população como um todo, não apenas o desenvolvimento dos países e regiões. A eficácia de programas e políticas de C, T&I são medidas através dos indicadores, que mostram as deficiências na área.

Os estudos empíricos são de quantidade limitada, pois o tema ainda é pouco explorado. Os estudos em questão reuniram esforços para construir indicadores subnacionais.

O primeiro texto possui como título “Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação: mensuração dos sistemas de C, T&I nos Estados brasileiros”, é um artigo das autoras Rocha e Ferreira, publicado em 2004. O objetivo do mesmo é construir um Índice de Ciência, Tecnologia e Inovação com objetivo de caracterizar e classificar os sistemas de inovação existentes nos Estados das regiões Sudeste e Sul. A referência para metodologia foi o Índice de Realizações Tecnológicas (TAI), elaborado pelo PNUD. O índice foi construído através da distribuição dos indicadores de C, T&I e formado por quatro dimensões.

O segundo texto é uma Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Economia (UFAL), da autora Pinto (2014). Possui o título “O Esforço dos Estados Nordestinos na construção de capacitações para Inovação: Uma Análise Para 2010”. O objetivo do texto é calcular um Índice de Capacitação Tecnológica – ICT estadual, no intuito de verificar as configurações das capacitações tecnológicas dos Estados da região Nordeste no ano de 2010 e fazer uma análise de cada dimensão que influencia nas capacitações tecnológicas do Nordeste. Foi utilizada a metodologia de cálculo do Índice de Realizações Tecnológicas, proposto pelo PNUD. Os indicadores de C, T&I foram distribuídos em cinco dimensões.

Elaborado por Santos (2011), o terceiro texto é intitulado “Índice estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação como contribuição à melhoria da capacidade de gerência pública”. O objetivo do artigo é construir um indicador-resumo estadual de C, T&I denominado Índice Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação (IEC, T&I), para produzir um resumo com intuito de facilitar o olhar

e a análise dos gestores estaduais. O artigo é composto por introdução, com ênfase em conceitos e explanação sobre indicadores. E por uma seção, onde é explicada a metodologia e os resultados. O índice foi calculado com base na metodologia do PNUD e construído através da distribuição dos indicadores de C, T&I em quatro dimensões.

O último texto é a Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento (PUC/RS). A autora Collet, do ano de 2012, com título “Mensuração das inovações: Construção de um índice de Ciência, Tecnologia e Inovação (IC, T&I) para os Estados brasileiros”. O objetivo do trabalho é construir um Índice de C, T&I para os Estados brasileiros com objetivo de verificar se as desigualdades regionais ocorrem também na área da C, T&I, e comparar com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), PIB per capita e Índice de Gini. A metodologia utilizada para construção do índice tem como base a fórmula da medição do IDH, estabelecida pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). O índice foi construído através da distribuição dos indicadores de C, T&I em quatro dimensões.

Para realizar o objetivo proposto no trabalho, o texto “Mensuração das inovações: Construção de um índice de Ciência, Tecnologia e Inovação (IC, T&I) para os Estados brasileiros” da autora Luana Collet, foi o escolhido para efetuar ajustes e atualizar os dados secundários, devido à proximidade entre os objetivos.

2. METODOLOGIA

Esta seção trata da metodologia utilizada para calcular o índice de C, T&I, através do detalhamento das bases de dados e os indicadores utilizados e da descrição de todo o cálculo do índice, especificando o passo-a-passo de cada subíndice.

O índice de C, T&I é um índice composto por quatro dimensões, são elas: i) Gastos com C&T e P&D; ii) Produção científica e tecnológica; iii) Base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados; e iv) Difusão do conhecimento. Para fins de facilitar a leitura do cálculo, as dimensões serão tratadas como índices das dimensões. Cada dimensão foi dividida, são os subíndices, que serão calculados a partir dos indicadores elencados nas. A metodologia para o cálculo dos subíndices é baseada na fórmula utilizada pelo PNUD para o cálculo do IDH:

$$\text{subíndice} = \frac{\text{valor atual} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

Os índices das dimensões serão calculados através da média aritmética dos seus respectivos subíndices, atribuindo a ambos o mesmo peso. O índice de C, T&I será calculado através da média aritmética dos índices das dimensões, atribuindo a cada dimensão o mesmo peso. Os resultados dos índices e subíndices sempre irão variar de 0 a 1.

A metodologia utilizada por Collet (2012) possui grande proximidade com a metodologia deste trabalho. Porém, é preciso ressaltar que, algumas bases de dados utilizadas pela autora foram descontinuadas. Devido a isso, o presente trabalho reúne esforços para atualizar os dados do índice existente e realizar os ajustes necessários, adequando às bases de dados atuais. As adaptações feitas foram detalhadas na seção 3.3.

Os indicadores utilizados foram os seguintes:

| Gastos com Ciência e Tecnologia (C&T) e com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) | Produção científica e tecnológica | Base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados | Difusão do conhecimento |
|---|---|---|--|
| <p>i) “Dispêndios dos governos estaduais em Ciência e Tecnologia (C&T), segundo regiões e unidades da federação (UF)” para o ano de 2014, disponível no site do Ministério da Ciência, Tecnologia e inovação (MCT);</p> <p>ii) “Dispêndios dos governos estaduais em Pesquisa e desenvolvimento (P&D) por execução”, segundo regiões e unidades da federação para o ano de 2013, disponível no site do MCT;</p> <p>iii) Estimativa da população dos Estados para o ano de 2016, disponível no site do IBGE.</p> | <p>i) Produção bibliográfica segundo Unidade da Federação para pesquisadores doutores do Censo 2010, disponível no plano tabular do CNPq;</p> <p>ii) O número total de artigos nacionais e internacionais dos pesquisadores doutores para o ano de 2016, disponível na Produção Científica, tecnológica e artística (C,T&A) no site do diretório de grupos do CNPq;</p> <p>iii) Número de docentes permanentes por UF, para os anos de 2010 e 2015, disponíveis no GEOCAPES;</p> <p>iv) Número de autores doutores para o ano de 2016, disponível no site do diretório de grupos do CNPq.</p> | <p>i) Número de doutores titulados, por Unidade da Federação, no período de 2011 a 2015 (Fonte: distribuição de discentes de pós-graduação no Brasil, disponível no GEOCAPES);</p> <p>ii) Número de mestres titulados, por Unidade da Federação, para o ano de 2011 a 2015 (Fonte: distribuição de discentes de pós-graduação no Brasil, disponível no GEOCAPES);</p> <p>iii) Estimativa da população dos Estados para o ano de 2016, disponível no site do IBGE;</p> <p>iv) Média dos anos de estudo da população em idade ativa - PIA (10 anos ou mais de idade), por Unidade da Federação para o ano de 2009 (PNAD, IBGE), disponível no site do MCT;</p> <p>v) Média dos anos de estudo da população em idade ativa - PIA (10 anos ou mais de idade), segundo Grandes Regiões para o ano de 2015 (PNAD) disponível no site da IBGE.</p> | <p>i) Taxa de Inovação por setor de serviços e da indústria para o período de 2012-2014, calculada com base na Pesquisa de Inovação (PINTEC) do IBGE;</p> <p>ii) Número de empregos para setores de serviços e da indústria, por setor segundo a divisão CNAE 2.0 e por Unidade da Federação para o ano de 2014, disponível no acesso restrito do site da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)⁶⁶;</p> <p>iii) Número dos grupos de pesquisa por Unidade da Federação para o ano de 2016, disponível no site do diretório de grupos do CNPq;</p> <p>iv) Número de pesquisadores por Unidade da Federação para o ano de 2016, disponível no site do diretório de grupos do CNPq;</p> <p>v) Número de grupos de pesquisa que se relacionam com empresas (grupos/empresas) por Unidade da Federação para o ano de 2016, disponível no site do diretório de grupos do CNPq.</p> |

⁶⁶ Para ter acesso é preciso efetuar uma solicitação de usuário e senha, com justificativa no próprio do site.

A seguir será detalhado o passo-a-passo do cálculo de cada subíndice, dos índices das dimensões e dos índices de C, T&I.

Gastos com Ciência e Tecnologia (C&T) e com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

- Subíndice *Gastos per capita* dos governos estaduais em C&T: Foi calculado utilizando os “dispêndios dos governos estaduais em C&T” para o ano de 2014, dividido pela estimativa da população dos Estados para o ano de 2016. Ao resultado, foi aplicada à fórmula do PNUD e calculado o subíndice.
- Subíndice *Gastos per capita* dos governos estaduais em P&D: Foi calculado utilizando os “dispêndios dos governos estaduais em P&D por execução” para o ano de 2013, dividido pela estimativa da população dos Estados para o ano de 2016. Ao resultado, foi aplicada à fórmula do PNUD e calculado o subíndice.
- Índice dos Gastos com Ciência e Tecnologia (C&T) e com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): O índice foi calculado tirando a média aritmética dos subíndices de C&T e P&D, pois ambos possuem o mesmo peso.

Produção científica e tecnológica

- Índice de Produção científica e tecnológica: nesse índice há apenas o Subíndice Número de artigos por pesquisador doutor, logo, o resultado do subíndice será o próprio índice da dimensão. No trabalho de Collet (2012), o índice foi calculado somando o total de artigos nacionais e internacionais, dividindo pelo total de autores doutores. Porém, o plano tabular do CNPq foi descontinuado e a quantidade de artigos não é mais disponibilizada por UF, apenas por área de conhecimento. Devido a isso, para encontrar o montante total dos artigos por UF, foram feitos alguns passos, que serão explicados a seguir:
 - 1 – Foi considerado que o número de docentes permanentes por UF possuem relação direta com a produção de artigos nacionais e internacionais no país, pois a maioria desses docentes são pesquisadores doutores;
 - 2 – Foi calculada a variação do total de docentes entre os anos de 2010 e 2015, para o Brasil e para os Estados e a variação do total de artigos nacionais e internacionais para o país, entre 2010 e 2016. Assim, é possível calcular a variação dos artigos por UF, sendo feita a razão através das variações calculadas;
 - 3 – Após calcular a variação dos artigos por UF, foi calculado o montante de artigos nacionais e internacionais de cada Estado, tomando como base o ano de 2010. Assim, a variação por Estado foi multiplicada ao número de artigos do Estado em 2010 e somado ao mesmo. Feito isso, foram encontrados os valores dos artigos por Estado;
 - 4 – Houve um saldo de artigos dos estados em relação ao total nacional. Assim, foi calculada a participação de cada Estado nesses valores e essa participação foi multiplicada ao total dos artigos disponível na base de dados do CNPq, encontrando o resultado final para cada Estado;
- 5 – No último passo, os números de artigos nacionais e internacionais foram somados e divididos pelo total de autores doutores por Estado. Ao resultado, foi aplicada à fórmula do PNUD e calculado o subíndice.

Base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados

- Subíndice *Doutores per capita*: Foi calculado utilizando a soma do montante de doutores titulados, do período de 2011 a 2015, dividida pela população do ano de 2016,

que foi dividida por 1000. Ao resultado, foi aplicada à fórmula do PNUD e calculado o subíndice.

- Subíndice *Mestres per capita*: Foi calculado utilizando a soma do número de mestres titulados, do período de 2011 a 2015, dividida pela população para o ano de 2016, que foi dividida por 1000. Ao resultado, foi aplicada à fórmula do PNUD e calculado o subíndice.
- Subíndice Média dos anos de estudo da população em idade ativa: Para o ano de 2015 a média de anos de estudo em idade ativa – PIA só está disponível por região, através da PNAD, disponível no site do IBGE. Então para encontrar o valor por UF de 2015, foi feita uma regra de três com os dados da média dos anos de estudo da população em idade ativa - PIA (10 anos ou mais de idade), por UF e por Região para o ano de 2009 (PNAD, IBGE), disponível no site do MCT. Assim, é considerado que os Estados mantiveram o mesmo padrão da educação para esses anos. Ao resultado, foi aplicada à fórmula do PNUD e calculado o subíndice.
 - Índice da Base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados: foram calculados dois índices dessa dimensão. No primeiro, o subíndice média de anos de estudos não foi considerado, pois não há dados para o Estado de Tocantins. O primeiro foi calculado através da média aritmética dos subíndices doutores *per capita* e mestres *per capita*, atribuídos a ambos o mesmo peso. O segundo índice foi feita a média aritmética dos três subíndices, atribuídos a ambos o mesmo peso.

Difusão do conhecimento

- Subíndice Taxa de Inovação: foi calculado utilizando a taxa de Inovação por setor de serviços e da indústria calculada pela PINTEC para o período de 2012-2014, disponível no site da PINTEC/IBGE; O número de empregos para setores de serviços e da indústria, por setor segundo a divisão CNAE 2.0 e por UF para o ano de 2014, disponível no acesso restrito do site da RAIS. Foi calculado seguindo três passos:

$$1^{\circ} \text{ passo calcular taxa de inovação} = \frac{\text{total de empresas inovaram}}{\text{total de empresas}} \times 100$$

$$2^{\circ} \text{ passo} = \frac{n^{\circ} \text{ empregos do setor estado}}{\text{total empregos do setor Brasil}} \times \frac{n^{\circ} \text{ empregos do setor estado}}{\text{total empregos dos setores estado}} \times \text{Taxa de inovação do setor}$$

$$3^{\circ} \text{ passo} = \sum \text{resultados de todos os setores para cada estado}$$

Após calcular o somatório de todos os Estados, calcula o subíndice aplicando a fórmula do PNUD.

Foram utilizados os seguintes setores da divisão CNAE 2.0: fabricação de produtos alimentícios, fabricação de bebidas, fabricação de produtos de fumo, fabricação de produtos têxteis, confecção de artigos do vestuário e acessórios, preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados, fabricação de produtos de madeira, fabricação de celulose, papel e produtos de papel, impressão e reprodução de gravações, fabricação de coque, produtos derivados de petróleo e de biocombustíveis, fabricação de produtos químicos, fabricação de produtos farmacêuticos e farmoquímicos, fabricação de produtos de borracha e de material plástico, fabricação de produtos de minerais não metálicos, metalurgia, fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos, fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos, fabricação de máquinas e equipamentos, fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias, fabricação de outros equipamentos de

transporte, exceto veículos automotores, fabricação de móveis, fabricação de produtos diversos, manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos, telecomunicações, atividades dos serviços de tecnologia da informação, pesquisa e desenvolvimento científico.

- Subíndice Grupos de Pesquisa: foi calculado utilizando o número dos grupos de pesquisa para o ano de 2016, dividido pelo número de pesquisadores do ano de 2016. Ao resultado, foi aplicada à fórmula do PNUD e calculado o subíndice.
- Subíndice Interação empresa universidade: foi calculado utilizando o número de grupos de pesquisa que se relacionam com empresas (grupos/empresas) do ano de 2016, dividido pelo número total dos grupos de pesquisa de 2016, disponível no site do diretório de grupos do CNPq. Esse subíndice foi alterado, pois no trabalho de Collet (2012), o cálculo foi feito com o número de empresas que declararam participar de grupos (empresas/grupos). Porém esses dados não estão mais disponíveis, uma vez que o plano tabular do CNPq foi descontinuado. No entanto, a alteração não muda o sentido do subíndice. Os dados utilizados representam a interação universidade-empresa, sob a perspectiva dos grupos de pesquisa. Ao resultado, foi aplicada à fórmula do PNUD e calculado o subíndice.
- Índice Difusão do conhecimento: o índice foi calculado através da média aritmética dos três subíndices, atribuídos a ambos o mesmo peso.

Índices de C, T&I

A seguir será detalhado o cálculo do índice de C, T&I.

- Índice C, T&I (1): o índice foi calculado considerando o primeiro índice da base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados; nele o subíndice média de anos de estudos não foi considerado, pois não há dados para o Estado de Tocantins.
- Índice C, T&I (2): o índice foi calculado considerando o segundo índice da base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados, incluindo todos os Estados. Porém, para Tocantins não foi encontrado um resultado válido, pois o mesmo não possui o subíndice de média de anos de estudo.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os dados obtidos na construção do índice de C, T&I e será feita a análise através da comparação, do índice de C, T&I com os dados da base de patentes e com indicadores de desenvolvimento, o PIB *per capita* e o IDHM. É utilizada a correlação, para medir a relação existente entre as variáveis.

PRINCIPAIS RESULTADOS

O índice de C&T e P&D foi encontrando através da média entre o subíndice C&T e subíndice P&D, atribuídos o mesmo peso a ambos. Segue:

Tabela 1 – Subíndice C&T, Subíndice P&D e Índice C&T e P&D

| Unidades da Federação | Subíndice de C&T | Subíndice de P&D | Índice C&T e P&D |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Distrito Federal | 0,5406 | 0,3651 | 0,4529 |
| Goiás | 0,0725 | 0,2056 | 0,1390 |
| Mato Grosso | 0,2477 | 0,1024 | 0,1751 |
| Mato Grosso do Sul | 0,2912 | 0,5733 | 0,4323 |
| Alagoas | 0,0469 | 0,0990 | 0,0729 |
| Bahia | 0,0419 | 0,1281 | 0,0850 |
| Ceará | 0,0062 | 0,0895 | 0,0478 |
| Maranhão | 0,0257 | 0,1367 | 0,0812 |
| Paraíba | 0,2020 | 0,1568 | 0,1794 |
| Pernambuco | 0,0689 | 0,1668 | 0,1178 |
| Piauí | 0,1251 | 0,0536 | 0,0894 |
| Rio Grande do Norte | 0,1705 | 0,1287 | 0,1496 |
| Sergipe | 0,1840 | 0,1089 | 0,1464 |
| Acre | 0,1703 | 0,1458 | 0,1580 |
| Amapá | 0,1308 | 0,0762 | 0,1035 |
| Amazonas | 0,2125 | 0,3516 | 0,2820 |
| Pará | 0,0889 | 0,0821 | 0,0855 |
| Rondônia | 0,2572 | 0,0000 | 0,1286 |
| Roraima | 0,1636 | 0,0381 | 0,1009 |
| Tocantins | 0,1402 | 0,1027 | 0,1215 |
| Espírito Santo | 0,0303 | 0,2485 | 0,1394 |
| Minas Gerais | 0,1492 | 0,3912 | 0,2702 |
| Rio de Janeiro | 0,2626 | 0,7213 | 0,4919 |
| São Paulo | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| Paraná | 0,3627 | 0,5064 | 0,4345 |
| Rio Grande do Sul | 0,0000 | 0,2584 | 0,1292 |
| Santa Catarina | 0,3752 | 0,6954 | 0,5353 |

Fonte: Elaboração própria de acordo com dados do MCT e IBGE

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Índice de Produção científica:

Tabela 2 – Índice de produção científica e tecnológica

| Unidades da Federação | Índice de produção científica e tecnológica |
|------------------------------|--|
| Distrito Federal | 0,7311 |
| Goiás | 0,7451 |
| Mato Grosso | 0,4360 |
| Mato Grosso do Sul | 0,7129 |
| Alagoas | 0,3838 |
| Bahia | 0,5200 |
| Ceará | 0,6924 |
| Maranhão | 0,5434 |
| Paraíba | 0,5585 |
| Pernambuco | 0,6725 |
| Piauí | 0,6158 |
| Rio Grande do Norte | 0,6687 |
| Sergipe | 0,4445 |
| Acre | 0,1918 |
| Amapá | 0,0000 |
| Amazonas | 0,4905 |
| Pará | 0,4937 |
| Rondônia | 0,3192 |
| Roraima | 0,5981 |
| Tocantins | 0,5388 |
| Espírito Santo | 0,4217 |
| Minas Gerais | 0,8810 |
| Rio de Janeiro | 0,7706 |
| São Paulo | 1,0000 |
| Paraná | 0,7154 |
| Rio Grande do Sul | 0,8722 |
| Santa Catarina | 0,6507 |

Fonte: Elaboração própria de acordo com dados do CNPQ e GEOCAPES

Os índices de base educacional e recursos humanos foram calculados de duas maneiras. No primeiro foi feita a média aritmética apenas dos subíndices doutores *per capita* e mestres *per capita*, atribuídos a ambos o mesmo peso. O subíndice, média de anos de estudos, não foi considerado, pois não há dados para o Estado de Tocantins. E no segundo índice foi feita a média aritmética dos três subíndices, atribuídos a ambos o mesmo peso, não sendo possível ser calculado para o Estado do Tocantins. Segue:

Universidade Federal de Sergipe

Tabela 3 – Subíndices Doutores *per capita*, Mestres *per capita*, Médias de anos de estudo e índices base educacional e disponibilidade de recursos humanos

| Unidades da Federação | Subíndice Doutores <i>per capita</i> | Subíndice Mestres <i>per capita</i> | Subíndice Média de anos de estudo | Índice Base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados 1 | Índice Base educacional e disponibilidade de recursos humanos qualificados 2 |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Distrito Federal | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| Goiás | 0,2030 | 0,2572 | 0,4814 | 0,2301 | 0,3138 |
| Mato Grosso | 0,0709 | 0,2837 | 0,4623 | 0,1773 | 0,2723 |
| Mato Grosso do Sul | 0,1869 | 0,4793 | 0,4350 | 0,3331 | 0,3671 |
| Alagoas | 0,0631 | 0,1056 | 0,0000 | 0,0844 | 0,0562 |
| Bahia | 0,1764 | 0,1462 | 0,1752 | 0,1613 | 0,1659 |
| Ceará | 0,2664 | 0,2407 | 0,2272 | 0,2536 | 0,2448 |
| Maranhão | 0,0190 | 0,0000 | 0,1177 | 0,0095 | 0,0456 |
| Paraíba | 0,5320 | 0,6445 | 0,1205 | 0,5882 | 0,4323 |
| Pernambuco | 0,4280 | 0,3434 | 0,2491 | 0,3857 | 0,3402 |
| Piauí | 0,0371 | 0,1614 | 0,0329 | 0,0993 | 0,0771 |
| Rio Grande do Norte | 0,5309 | 0,5676 | 0,2354 | 0,5492 | 0,4446 |
| Sergipe | 0,1369 | 0,4050 | 0,2683 | 0,2710 | 0,2701 |
| Acre | 0,0000 | 0,0475 | 0,3606 | 0,0238 | 0,1360 |
| Amapá | 0,0268 | 0,0383 | 0,6067 | 0,0325 | 0,2239 |
| Amazonas | 0,1407 | 0,1813 | 0,4417 | 0,1610 | 0,2546 |
| Pará | 0,1500 | 0,1776 | 0,2200 | 0,1638 | 0,1825 |
| Rondônia | 0,0183 | 0,0268 | 0,3228 | 0,0226 | 0,1226 |
| Roraima | 0,0000 | 0,1287 | 0,5634 | 0,0644 | 0,2307 |
| Tocantins | 0,0273 | 0,0669 | - | 0,0471 | - |
| Espírito Santo | 0,1516 | 0,3506 | 0,4466 | 0,2511 | 0,3162 |
| Minas Gerais | 0,4675 | 0,4526 | 0,4011 | 0,4600 | 0,4404 |
| Rio de Janeiro | 0,8122 | 0,6481 | 0,6714 | 0,7301 | 0,7106 |
| São Paulo | 0,8603 | 0,5125 | 0,7089 | 0,6864 | 0,6939 |
| Paraná | 0,4480 | 0,6330 | 0,5282 | 0,5405 | 0,5364 |
| Rio Grande do Sul | 0,8649 | 0,8909 | 0,5202 | 0,8779 | 0,7587 |
| Santa Catarina | 0,4922 | 0,5700 | 0,6025 | 0,5311 | 0,5549 |

Fonte: Elaboração própria de acordo com dados do GEOCAPES e IBGE

O índice de difusão de conhecimento foi calculado com base nos três subíndices apresentados anteriormente, para ambos foi atribuído o mesmo peso e feita à média aritmética. Segue:

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Tabela 4 – Subíndices taxa de inovação, grupos de pesquisa, interação empresas-universidades e índice difusão do conhecimento

| Unidades da Federação | Subíndice Tx de inovação | Subíndice Grupos | Subíndice interação | Índice Difusão do conhecimento |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Distrito Federal | 0,0183 | 0,3376 | 0,7710 | 0,3756 |
| Goiás | 0,1134 | 0,4664 | 1,0000 | 0,5266 |
| Mato Grosso | 0,0432 | 0,5641 | 0,8601 | 0,4891 |
| Mato Grosso do Sul | 0,0520 | 0,7356 | 0,6634 | 0,4837 |
| Alagoas | 0,0840 | 0,8777 | 0,2855 | 0,4157 |
| Bahia | 0,0443 | 0,5893 | 0,7097 | 0,4478 |
| Ceará | 0,1271 | 0,6572 | 0,7335 | 0,5060 |
| Maranhão | 0,0080 | 0,5497 | 0,5379 | 0,3652 |
| Paraíba | 0,0271 | 0,7309 | 0,2741 | 0,3441 |
| Pernambuco | 0,0706 | 0,5976 | 0,8230 | 0,4971 |
| Piauí | 0,0050 | 0,5803 | 0,0254 | 0,2036 |
| Rio Grande do Norte | 0,0186 | 0,4836 | 0,5593 | 0,3538 |
| Sergipe | 0,0136 | 0,4332 | 0,1485 | 0,1984 |
| Acre | 0,0008 | 0,3026 | 0,1707 | 0,1580 |
| Amapá | 0,0000 | 0,8608 | 0,5091 | 0,4566 |
| Amazonas | 0,3772 | 0,2969 | 0,6503 | 0,4415 |
| Pará | 0,0251 | 0,6433 | 0,7436 | 0,4707 |
| Rondônia | 0,0144 | 0,0000 | 0,4275 | 0,1473 |
| Roraima | 0,00004 | 0,8165 | 0,0000 | 0,2722 |
| Tocantins | 0,0040 | 0,6230 | 0,0696 | 0,2322 |
| Espírito Santo | 0,0397 | 1,0000 | 0,2416 | 0,4271 |
| Minas Gerais | 0,2455 | 0,6303 | 0,6730 | 0,5162 |
| Rio de Janeiro | 0,1138 | 0,7286 | 0,8646 | 0,5690 |
| São Paulo | 1,0000 | 0,6558 | 0,6046 | 0,7535 |
| Paraná | 0,2867 | 0,7869 | 0,4070 | 0,4935 |
| Rio Grande do Sul | 0,3617 | 0,8356 | 0,6783 | 0,6252 |
| Santa Catarina | 0,3985 | 0,7042 | 0,7456 | 0,6161 |

Fonte: Elaboração própria de acordo com dados da RAIS, PINTEC e CNPq

No índice de C, T&I (1) não foi considerada a média de anos de estudo da PIA. Então, na dimensão 3 só foram considerados os subíndices de doutores e mestres. Já o índice de C, T&I (2) foi calculado com todos os subíndices, não sendo possível o cálculo do Estado de Tocantins, pois o mesmo não possui a média de anos de estudo da PIA. Segue:

Universidade Federal de Sergipe

Tabela 5 – Índices de Ciência, Tecnologia e Inovação

| Unidades da federação | Índice C, T&I (1) | Índice C, T&I (2) |
|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Distrito Federal | 0,6399 | 0,6399 |
| Goiás | 0,4102 | 0,4311 |
| Mato Grosso | 0,3194 | 0,3431 |
| Mato Grosso do Sul | 0,4905 | 0,4990 |
| Alagoas | 0,2392 | 0,2322 |
| Bahia | 0,3035 | 0,3047 |
| Ceará | 0,3750 | 0,3728 |
| Maranhão | 0,2498 | 0,2589 |
| Paraíba | 0,4176 | 0,3786 |
| Pernambuco | 0,4183 | 0,4069 |
| Piauí | 0,2520 | 0,2465 |
| Rio Grande do Norte | 0,4303 | 0,4042 |
| Sergipe | 0,2651 | 0,2649 |
| Acre | 0,1329 | 0,1610 |
| Amapá | 0,1482 | 0,1960 |
| Amazonas | 0,3438 | 0,3672 |
| Pará | 0,3034 | 0,3081 |
| Rondônia | 0,1544 | 0,1794 |
| Roraima | 0,2589 | 0,3005 |
| Tocantins | 0,2349 | - |
| Espírito Santo | 0,3098 | 0,3261 |
| Minas Gerais | 0,5319 | 0,5270 |
| Rio de Janeiro | 0,6404 | 0,6355 |
| São Paulo | 0,8600 | 0,8619 |
| Paraná | 0,5460 | 0,5450 |
| Rio Grande do Sul | 0,6261 | 0,5963 |
| Santa Catarina | 0,5833 | 0,5893 |

Fonte: Elaboração própria

No primeiro índice, dos dez melhores, a maioria pertence às regiões Sudeste e Sul. Rio Grande do Norte e Pernambuco, do Nordeste, foram os que se destacaram na região. Da região Norte, Amazonas obteve uma média classificação, ficou na décima quarta posição. Entre os dez piores, seis são do Norte e quatro do Nordeste.

No segundo índice o Estado do Rio Grande do Norte caiu para décima primeira classificação e Goiás subiu para nona posição. Os oito primeiros mantiveram-se na mesma posição. Entre os dez piores, cinco são do Norte e cinco do Nordeste.

No geral, ao incluir o subíndice de média de anos de estudo, a diferença foi mínima, a maioria dos Estados que se destacam continuam na mesma posição.

ANÁLISE COMPARATIVA

Nesta subseção os resultados do índice de C, T&I (1) serão comparados ao indicador de patentes, com objetivo de verificar se os Estados mais engajados na área são também aqueles que mais depositam patentes, e ainda verificar se os resultados do índice estão relacionados aos indicadores de desenvolvimento: PIB *per capita* e IDHM.

Indicador de patentes

Tabela 6 – Total de patentes depositadas e Índice de C, T&I (1)

| Unidades da Federação | Total de patentes depositadas 2016 | Índice C, T&I (1) |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------|
| Distrito Federal | 130 | 0,6399 |
| Goiás | 139 | 0,4102 |
| Mato Grosso | 54 | 0,3194 |
| Mato Grosso do Sul | 54 | 0,4905 |
| Alagoas | 42 | 0,2392 |
| Bahia | 163 | 0,3035 |
| Ceará | 153 | 0,3750 |
| Maranhão | 59 | 0,2498 |
| Paraíba | 80 | 0,4176 |
| Pernambuco | 190 | 0,4183 |
| Piauí | 31 | 0,2520 |
| Rio Grande do Norte | 57 | 0,4303 |
| Sergipe | 41 | 0,2651 |
| Acre | 4 | 0,1329 |
| Amapá | 2 | 0,1482 |
| Amazonas | 38 | 0,3438 |
| Pará | 49 | 0,3034 |
| Rondônia | 28 | 0,1544 |
| Roraima | 0 | 0,2589 |
| Tocantins | 15 | 0,2349 |
| Espírito Santo | 195 | 0,3098 |
| Minas Gerais | 826 | 0,5319 |
| Rio de Janeiro | 870 | 0,6404 |
| São Paulo | 2.696 | 0,8600 |
| Paraná | 756 | 0,5460 |
| Rio Grande do Sul | 835 | 0,6261 |
| Santa Catarina | 575 | 0,5833 |

Fonte: Elaboração própria de acordo com dados do INPI (2016)

Ao comparar o índice de C, T&I (1) com a quantidade de patentes depositadas por Estado, verificamos que os três primeiros Estados no *ranking* de patentes estão na mesma classificação no índice. Chama a atenção o Distrito Federal, o qual teve uma boa classificação no índice, porém na base de patentes fica atrás de Estados como Pernambuco e Bahia, que não tiveram um bom desempenho no índice de C, T&I. Isso leva a crer que os investimentos no Distrito Federal podem estar direcionados para a formação científica, e não ao mercado, pode-se reforçar isso através do subíndice taxa de inovação, que o Distrito Federal ficou entre os piores colocados. O Estado do Espírito Santo também se destaca por ficar em uma boa posição no depósito de patentes, mas não ter um bom desempenho no índice.

Os três piores Estados no índice de C, T&I também são os piores no *ranking* de patentes, alterando apenas algumas posições. Dos dez piores Estados na base de patentes, sete são os Estados da região norte, e três do Nordeste.

Ao realizar o teste de correlação através do Excel, com os dados organizados por classificação, o valor encontrado foi de 0,83. Significa que há associação forte e positiva entre o índice de C, T&I e o número de patentes depositadas.

Indicadores de desenvolvimento – IDHM⁶⁷ e PIB *per capita*⁶⁸Tabela 7 – Índice de C, T&I(1), IDHM e PIB *Per capita*

| Unidades da federação | Índice C, T&I (1) | IDHM 2014 | PIB <i>Per capita</i> (R\$) 2013 |
|-----------------------|-------------------|-----------|----------------------------------|
| Distrito Federal | 0,6399 | 0,839 | 62.859,43 |
| Goiás | 0,4102 | 0,750 | 23.470,48 |
| Mato Grosso | 0,3194 | 0,767 | 28.007,75 |
| Mato Grosso do Sul | 0,4905 | 0,762 | 26.714,57 |
| Alagoas | 0,2392 | 0,667 | 11.276,59 |
| Bahia | 0,3035 | 0,703 | 13.577,74 |
| Ceará | 0,3750 | 0,716 | 12.393,39 |
| Maranhão | 0,2498 | 0,678 | 9.948,47 |
| Paraíba | 0,4176 | 0,701 | 11.834,54 |
| Pernambuco | 0,4183 | 0,709 | 15.282,28 |
| Piauí | 0,2520 | 0,678 | 9.811,04 |
| Rio Grande do Norte | 0,4303 | 0,717 | 15.247,87 |
| Sergipe | 0,2651 | 0,681 | 16.028,28 |
| Acre | 0,1329 | 0,719 | 14.733,50 |
| Amapá | 0,1482 | 0,747 | 17.363,82 |
| Amazonas | 0,3438 | 0,709 | 21.873,65 |
| Pará | 0,3034 | 0,675 | 15.176,18 |
| Rondônia | 0,1544 | 0,715 | 17.990,69 |
| Roraima | 0,2589 | 0,732 | 18.495,80 |
| Tocantins | 0,2349 | 0,732 | 16.086,37 |
| Espírito Santo | 0,3098 | 0,771 | 30.484,96 |
| Minas Gerais | 0,5319 | 0,769 | 23.646,21 |
| Rio de Janeiro | 0,6404 | 0,778 | 38.262,13 |
| São Paulo | 0,8600 | 0,819 | 39.122,26 |
| Paraná | 0,5460 | 0,790 | 30.264,90 |
| Rio Grande do Sul | 0,6261 | 0,779 | 29.657,28 |
| Santa Catarina | 0,5833 | 0,813 | 32.289,58 |

Fonte: Elaboração própria de acordo com dados do PNUD (2014) e IBGE (2013)

Os cinco Estados melhores classificados no índice de C, T&I (1) possuem PIB *per capita* altos e IDHM muito alto (acima de 0,8) e alto (acima de 0,7). O Estado do Mato Grosso chama a atenção por não ter boa classificação no índice, porém o PIB *per capita* é alto, bem como o seu IDHM, isso pode ser explicado pelo fato da sua economia ser baseada na agricultura e pecuária. Os Estados da Paraíba, Pernambuco e Ceará estão em boas classificações no índice, porém no tocante aos indicadores de desenvolvimento, os Estados caem posições.

Dos dez Estados com menor PIB *per capita*, oito são do Nordeste, o Estado de Sergipe tem o maior da região. Quanto ao IDHM, dos dez piores, sete são do Nordeste. Verificando que, no tocante ao desenvolvimento, os indicadores apontam que o Nordeste ainda precisa melhorar. Nos indicadores de Desenvolvimento a região Norte é a segunda pior em classificação, com índices medianos, porém no índice os Estados da mesma foram os piores classificados. Apontando que há no tocante ao

⁶⁷ Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano do PNUD (2015), o IDHM é um indicador calculado com base nas mesmas dimensões que o IDH, porém o IDH só é calculado de dez em dez anos no Censo. Assim, a motivação para criação do IDHM foi fornecer dados atualizados para anos que não há censo. Dados disponíveis no site Atlas do Desenvolvimento Humano.

⁶⁸ Dados disponíveis no site do IBGE – PIB *per capita* dos Municípios

desenvolvimento econômico e social a região encontra-se em vantagem ao Nordeste, porém precisando melhorar bastante seus indicadores de C, T&I.

O índice e os indicadores indicam para uma relação positiva entre ambos, principalmente nos Estados do Sudeste, Sul e Distrito Federal. As disparidades regionais são encontradas nitidamente tanto na área de C, T&I, quanto nos indicadores desenvolvimento.

Ao realizar o teste de correlação através do Excel, com os dados organizados por classificação, entre o índice de C, T&I e o IDHM dos Estados o valor encontrado foi de 0,98. Significa que há associação alta e positiva entre as variáveis. Com relação ao PIB *per capita*, o resultado do teste foi de 0,97, indicando também uma associação alta e positiva.

CONCLUSÃO

O conhecimento possui papel relevante na economia. Inovação e conhecimento estão interligados, visto que, a inovação é resultado da busca constante por novos conhecimentos. A criação de novos produtos, novos processos, novas ideias, a aquisição de um novo mercado, a descoberta de um novo método de produção, todos esses são os conceitos estabelecidos a inovação. A inovação determina o desenvolvimento econômico, dos países e regiões, e transforma o sistema produtivo. O Sistema Nacional de Inovação é responsável pela difusão do conhecimento e na determinação do nível de desenvolvimento de cada país. O Governo, Universidades e empresas possuem papel fundamental nesse processo.

Quanto ao desenvolvimento regional, no Brasil existem grandes desigualdades sociais e econômicas, que são resultado de um processo histórico e se faz presente até os dias atuais. Através da análise dos resultados, podemos constatar verificar a relevância da inovação para o desenvolvimento e confirmar a desigualdade que os Estados e Regiões enfrentam. A Região Sudeste e Sul é destaque em todos os indicadores utilizados, apontando para alto grau de concentração regional. Apenas no subíndice de interação empresas-universidades que há o mesmo padrão entre as regiões.

Em termos gerais, através do índice de C, T&I podemos confirmar que a disparidade regional e estadual se faz presente na C, T&I. Ao compará-lo com indicadores de patentes, constatamos que os estados com melhores resultados no índice, possuem também os melhores resultados no pedido de patentes. Mostrando que existe disparidades no indicador, cujo Estado de São Paulo possui a maior concentração de pedidos. Com relação aos indicadores de desenvolvimento, através da comparação entre ambos com o índice, é possível verificar a relação positiva entre as variáveis. Podemos concluir que, os resultados da C, T&I afetam os resultados do IDHM e do PIB *per capita*. Com isso, as disparidades presentes na área, também podem ser constatadas nos indicadores de desenvolvimento.

Para melhorias e continuidade do trabalho, podem ser utilizados modelos estatísticos para verificar a relação do índice de C, T&I com outros indicadores sociais e de desenvolvimento. Um novo índice pode ser desenvolvido, através da pesquisa e elaboração de dados primários.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. M. Sistema Nacional de Inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. **Revista de Economia Política**, v. 16, n. 3 (63), p. 56-72, jul./set., 1996. Disponível em <<http://www.rep.org.br/pdf/63-4.pdf>>. Acesso em 27 fev 2017.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL - PNUD. **Radar DHM** - 2015. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/radar-idhm/>>. Acesso em 15 mar 2017.

CASALI, G. F. R.; SILVA, O. M.; CARVALHO, F. M. A. Sistema regional de inovação: estudo das regiões brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 14, n. 3, p. 515-550, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-98482010000300004>. Acesso em 27 fev 2017.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo: São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n.1, p.p.34-45, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000100003>. Acesso em 27 fev 2017

COLLET, L. **Mensuração das Inovações**: Construção de um índice de Ciência, Tecnologia e Inovação (IC, T&I) para os Estados brasileiros. 2012. 112 p. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.

DIRETÓRIO DE GRUPO DE PESQUISAS DO CNPQ. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/planotabular/>>. Acesso em 09 fev 2017.

DIRETÓRIO DE GRUPO DE PESQUISAS DO CNPQ. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>. Acesso em 09 fev 2017.

GEOCAPES. Dados estatísticos. Disponível em: <<http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds/#>>. Acesso em 07 fev 2017.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL - INPI. Disponível em: <<Http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas>>. Acesso em 06 abr 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativa da população**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/default.shtm>>. Acesso em 19 fev 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PIB Municípios**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2010_2013/default_xls.shtm>. Acesso em 07 abr 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PNAD**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pnad_continua/>. Acesso em 19 fev 2017.

JANNUZZI, P. M. Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. **Revista do Serviço Público Brasília**. v. 56, n. 2, p. 137-160 Abr./Jun. 2005.

LENHARI, L. C. **Existe uma Economia Baseada no Conhecimento?** Uma Análise sobre o Papel do Conhecimento na Economia. 2005. 136 p. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil, 2005.

LOPES, H. C. O desenvolvimento econômico: uma proposta de abordagem teórica evolucionária e institucionalista. **Estudos Econômicos**, v. 45, p. 377-400, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612015000200377>. Acesso em: 27 out 2016.

LOPES, H. C. Os determinantes do desenvolvimento (catching up) na abordagem neoschumpeteriana: integrando a teoria microeconômica evolucionária com conceito de revoluções tecnológicas. **Nexos Econômicos**, Salvador, v. 8, p. 33-57, 2014. Disponível em: <www.portalseer.ufba.br/index.php/revnexeco/article/download/9284/10522>. Acesso em: 08 out 2016.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - MCTI. **Indicadores nacionais de Ciência e tecnologia (C&T)**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview=>>>. Acesso em 06 fev 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. **Relatório de Gestão do MCT (2003-2006)**. Brasília: MCT, 2006.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE. **RAIS - Relação anual de informações sociais**. Programa de disseminação de estatísticas do trabalho. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/pdet/index.asp>>. Acesso em 02 mar 2017.

MORICCHI, L.; GONÇALVES, J. S. Teoria do desenvolvimento econômico de Schumpeter: uma revisão crítica. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 8, p. 27-35, ago. 1994. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/tec3-0894.pdf>>. Acesso em: 20 out 2016.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **Uma teoria evolucionária da mudança tecnológica**. Campinas: Unicamp, 2005.

OCDE. **Manual de Oslo: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação**, 3 ed. Rio de Janeiro: FINEP, 2005.

PINTEC. Pesquisa Industrial de Inovação tecnológica 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/>>. Acesso em 01 fev 2017.

PINTO, L. C. T. **O esforço dos Estados nordestinos na construção de capacitações para a inovação**: Uma análise para 2010. 2014. 105 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Alagoas, Brasil, 2014.

REIGADO, F. M. Inovação e competitividade empresarial. **Ci. & Tróp.**, Recife, v. 25, n. 1, p. 57-82, jan/jun., 1997. Disponível em: <<https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/article/view/645>>. Acesso em: 08 out 2016.

ROCHA, E. M. P.; FERREIRA, M. A. T. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação: mensuração dos sistemas de CT&I nos Estados brasileiros. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 61-68, set./dez., 2004. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-19652004000300008&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em 14 nov 2016.

SANTOS, E. C. do C. Índice estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação como contribuição à melhoria da capacidade de gerência pública. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 21, n. 3, p. 399-421, set./dez., 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512011000300004>. Acesso em 11 nov 2016.

SANTOS, M. A. **Interação Universidade-Empresa-Governo a partir da Análise De Grupos De Pesquisa: O Caso da UFBA no período de 2002-2010**. 2013. 138 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Núcleo de Pós-Graduação em Economia, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2013.

SCHUMPETER, J. A. 1883-1950. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. (Coleção Os economistas).

VERASZTO, E. V. *et al.* Tecnologia: Buscando uma definição para o conceito. **Prima.com**, n.7, p. 60 – 85, 2008. Disponível em: <<http://revistas.ua.pt/index.php/prisma.com/article/view/681>>. Acesso em: 08 out 2016.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e Evolução dos Indicadores de C, T&I. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2003. p. 41-88.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

O IMPACTO ECONÔMICO DO FINANCIAMENTO DA CIÊNCIA NO BRASIL: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE IMPORTAÇÃO E PRODUÇÃO DE UM BEM DE CAPITAL EM NANOTECNOLOGIA

Márcia Rapini (UFMG), Celso Sessa (UFMG), Ado Vasconcelos (UFMG) e Márcia Costa (UFMG)

RESUMO: Esse artigo apresenta uma análise sobre o impacto gerado na economia brasileira pela nacionalização e comercialização de um determinado bem de capital para uso em pesquisas científicas em nanociência e nanotecnologia. Tal impacto é calculado utilizando a Matriz de Insumo-Produto Brasileira, considerando três cenários: (i) compra do equipamento importado; (ii) compra do equipamento nacional, considerando montagem no Brasil a partir de componentes importados e nacionais; e (iii) compra do equipamento nacional, considerando a situação, fictícia no presente, em que todos os componentes do equipamento são produzidos no Brasil. Demonstra-se que o impacto econômico da compra de equipamentos nacionais torna o investimento em ciência superavitário, independentemente dos resultados científicos, tecnológicos ou de inovação advindos das pesquisas a serem realizadas, e propõe-se a nacionalização de bens de capital e insumos para pesquisa como modelo sustentável para viabilizar economicamente o desenvolvimento científico e tecnológico nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Instrumentação Científica; Matriz de Insumo-Produto, Impacto Econômico.

ABSTRACT: This article presents an analysis about the economic impact in the Brazilian economy by the nationalization and commercialization of a capital asset used in scientific research in nanoscience and nanotechnology. This impact is calculated using the Brazilian Input-Output Matrix, considering three scenarios: (i) purchase of imported equipment; (ii) purchase of national equipment, considering assembly in Brazil from imported and domestic components; and (iii) purchase of national equipment, considering the situation, fictitious at present, in which all components of the equipment are produced in Brazil. It is demonstrated that the economic impact of the purchase of national equipment makes a surplus to investment in science, regardless of the scientific, technological or innovation results coming from the researches to be carried out, and it proposes the nationalization of capital goods and research inputs as sustainable model to economically make possible the national scientific and technological development.

KEYWORDS: Scientific Instrumentation; Matrix Input-Output, Economic Impact.

JEL-CODES: C67, D57, O30.

1. Introdução

As pesquisas científicas, dado o aumento da complexidade dos estudos em determinadas áreas, requerem cada vez mais investimentos em infraestrutura tecnológica para aumentar a capacidade de se observar e medir fenômenos naturais. Especificamente em relação às ciências experimentais, o acesso a equipamentos de alta tecnologia é fundamental para o avanço do conhecimento, embora a pesquisa para o desenvolvimento de tais equipamentos seja pouco considerada pelo meio científico brasileiro.

A ênfase dada ao papel da instrumentação científica no progresso do conhecimento variou ao longo dos últimos 80 anos (SHINN, 2001). Neste período, os instrumentos científicos foram classificados desde meros aparatos para comprovação de teorias até elementos fundamentais para o nascimento de novas disciplinas. Ao tratar deste assunto, Shinn (2001) destaca que foi primeiramente no campo da astronomia que houve a percepção da instrumentação como dando estrutura a um campo científico. De fato, só com o desenvolvimento dos primeiros radiotelescópios foi possível desvendar eventos e descobrir corpos celestes.

Além de dar estrutura a um campo científico, a instrumentação pode ampliar o rol de aplicações interdisciplinares de um efeito mensurável e, quando altamente difundida, pode modificar

a estrutura de organização do trabalho nas instituições. De um ponto de vista mais estratégico, a instrumentação pode garantir o monopólio do conhecimento ao grupo que detém o acesso à tecnologia e, com isso, proporcionar vantagens a profissionais e a instituições.

Porém, ao se considerar os custos e os riscos envolvidos nas atividades de pesquisa necessárias para o desenvolvimento de instrumentos científicos, o papel desempenhado pelo Estado passa a ser fundamental para criar as condições adequadas de estímulo à realização das atividades de pesquisa científica. A literatura acadêmica e as evidências empíricas reforçam a ideia de que elevados níveis de investimento em ciência e tecnologia são essenciais para garantir o crescimento econômico no longo prazo.

Sob a perspectiva socioeconômica, o domínio do conhecimento de tecnologias de instrumentação é condição básica para a competitividade científica e industrial do país. As necessidades de investimento e de indução da pesquisa em ciência no Brasil, apesar dos avanços, ainda contrastam com os modelos de industrialização historicamente adotados pelo país, que basicamente foram estruturados sobre a importação maciça de tecnologia e que, em geral, inibiram o desenvolvimento de soluções tecnológicas nacionais.

Neste trabalho, além de se apontar a relevância do tema, procura-se demonstrar, por meio de um estudo de caso, que a estratégia de investimento governamental em estruturas para gerar instrumentação de alta tecnologia pode gerar efeitos positivos sobre a economia brasileira, em oposição aos efeitos diretos da importação de tecnologia. A mensuração do impacto econômico do investimento em instrumentação será feita a partir da Matriz de Insumo-Produto do Brasil, que reflete as relações de interdependência entre os setores. Uma das principais contribuições deste trabalho reside na identificação das distribuições, intensidades e transmissões dos efeitos projetados no sistema produtivo.

Para melhor entendimento, o artigo será dividido em quatro seções, além desta introdução e das considerações finais. A seção 2 aborda a discussão sobre os argumentos econômicos em favor do financiamento público à ciência e um breve histórico do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia no Brasil, com a finalidade de contextualizar o cenário no qual esse investimento em instrumentação irá ocorrer. Na seção 3 é apresentado um panorama da nanotecnologia no Brasil, sendo apresentado o projeto do LabNS (Laboratório de Nanoespectroscopia), estudo de caso deste trabalho. Na seção 4 é apresentado o modelo de insumo-produto, base metodológica deste artigo para o estudo de impacto econômico. E, finalmente, a seção 5 será composta pelo estudo de impacto econômico realizado através da matriz de insumo-produto. Esta seção conterá, ainda, uma breve descrição dos resultados obtidos, seguido pela última seção: as considerações finais.

2. Financiamento Público e o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia no Brasil

A seção 2 aborda a discussão sobre os argumentos econômicos em favor do financiamento público à ciência e um breve histórico do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia no Brasil, com a finalidade de contextualizar o cenário no qual esse investimento em instrumentação irá ocorrer.

2.1 Financiamento Público à Ciência

A relação da ciência com a tecnologia apresenta grande complexidade, de maneira que as ideias comumente aceitas sobre essa relação (a da ciência sendo produzida e, posteriormente, se transformando em tecnologia), definitivamente não se resume à única possibilidade. Rosenberg (2006) pondera que, em muitos casos, a tecnologia molda os empreendimentos científicos, ao fornecer problemas de ordem prática a serem explicados pela pesquisa básica. Ao analisar inúmeros exemplos ao longo da história, Rosenberg (1982) observou que muitas tecnologias foram desenvolvidas a partir de tentativas e erros e que, à época, não havia nenhum conhecimento científico que as explicassem. Apenas após o desenvolvimento dessas tecnologias é que se procurava criar teorias para explicá-las. Para ele, a tecnologia é um “enorme repositório de conhecimento empírico para ser investigado e avaliado pelos cientistas” (ROSEMBERG, 1982, p. 144). Isso significa que a ciência é, até certo ponto, endógena e, muitas vezes, *ad hoc*. Portanto, a ciência deve ser considerada como líder e, ao mesmo tempo, seguidora dos avanços tecnológicos.

O argumento econômico a favor do financiamento público à ciência só foi elaborado em profundidade após a Segunda Guerra Mundial com o manifesto de Vannevar Bush de 1946. Contudo, conforme indicado por Freeman e Soete (2005), o argumento já havia sido apresentado em um passado distante. A primeira defesa clara de uma política nacional de Ciência e Tecnologia (C&T) de apoio público à pesquisa foi realizada por Francis Bacon (1627), que defendia a criação de um grande instituto de pesquisa - “A casa de Salomão” - que utilizaria os resultados de expedições e exploração científica de todo o mundo para estabelecer o “conhecimento das causas e dos movimentos secretos das coisas” (pg.639). No Reino Unido, Bernal (1939), físico e socialista, argumentava a favor de um programa de governo no qual alocações de recursos para a ciência seriam orientadas para as necessidades sociais e os programas deveriam ser monitorados pelo governo.

A Segunda Guerra Mundial e o período posterior evidenciaram a importância da ciência pública no progresso tecnológico. No final de 1944, o presidente Roosevelt pediu a Vannevar Bush, diretor do *Office for Scientific Research and Development* (OSRD), criado durante a guerra, que argumentasse a favor da extensão do apoio do governo à ciência básica mesmo nos tempos de paz. Antes que Vannevar apresentasse seu relatório, Roosevelt estava morto, mas o relatório "*Science, the Endless Frontier*" estabelecia a visão de como os EUA poderiam manter seu investimento em pesquisa básica quando a guerra terminasse, ao mesmo tempo que sinalizava para a redução do controle do governo sobre a realização das pesquisas. Mais tarde, a visão da ciência básica e de sua relação com inovação tecnológica, apresentada por Bush, tornou-se alicerce da política científica nacional, sendo também a inspiração para a implementação da política científica em vários países.

O argumento econômico para o financiamento público à ciência foi elaborado posteriormente por Nelson (1959) e Arrow (1962). Para Arrow (1962), os processos de invenção e de pesquisa são caracterizados pela produção de informação e envolvem risco, no sentido de que os resultados não podem ser previstos perfeitamente a partir dos insumos. Em vista disto, para o autor, se uma empresa considera um projeto que possui risco que ela mesma é incapaz de reduzir, então ela teria menor propensão a arcar com este investimento, comparativamente a um investimento seguro, principalmente por ter dificuldade em apropriar-se de todo o retorno de seus esforços de P&D. Desta forma, há um problema claro de subalocação de recursos para atividades desta natureza. Para as atividades de pesquisa básica, este subinvestimento seria ainda maior. Como as incertezas envolvidas desencorajam os investidores privados, Arrow conclui que, para uma alocação ótima de recursos para a invenção e a pesquisa, seria necessário que o governo ou uma instituição não governamental financiasse este tipo de atividade.

Para Nelson (1959), o subinvestimento privado em pesquisa básica é causado por características da atividade de pesquisa básica: incerteza, presença do acaso e a existência de grandes externalidades. A pesquisa básica é caracterizada pela incerteza quanto aos resultados esperados. Esta incerteza aumenta com a distância entre as questões levantadas pela pesquisa científica e sua aplicação prática. A pesquisa pode levar para resultados e aplicações longe do esperado, indicando a presença do acaso. As descobertas da pesquisa básica podem ter muitas aplicações, em diferentes áreas, caracterizando-se, assim, pela presença de externalidades. Há, portanto, um *trade-off* intrínseco e dinâmico associado a medidas políticas que objetivam aumentar os incentivos para pesquisa básica realizada privadamente porque podem envolver, ao mesmo tempo, limitações de segredo ou de patente para a difusão do conhecimento. Em vista disto, para Nelson, as universidades possuem vantagem comparativa na realização de pesquisa básica. A universidade é um local melhor do que empresa privada para desempenhar a pesquisa básica financiada publicamente. Além da realização de pesquisa básica, nos países em desenvolvimento as universidades funcionam como uma “antena” para identificar os avanços científicos e tecnológicos da fronteira internacional. Assim, alguns investimentos públicos em pesquisas nas universidades serviriam, principalmente, para garantir acesso a redes de fluxos de informações tecnológicas relevantes que funcionam como um instrumento de focalização para identificar oportunidades tecnológicas e como forma de ampliar a capacidade de absorção de um sistema de inovação (CASSIOLATO e ALBUQUERQUE, 1998).

2.2 Substituição de Importação e Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia no Brasil

Na América Latina, as ideias de Raul Prebisch e de Celso Furtado deram origem às teorias que justificaram a criação, durante os anos 1950 e 1960, de programas voltados para a substituição de importações. Essas teorias atribuíam o baixo grau de desenvolvimento alcançado pelos países latino-americanos às suas estruturas econômicas, que estavam fortemente baseadas na exportação de produtos primários de baixo valor agregado ao mesmo tempo em que eram muito dependentes de produtos industrializados importados (SESSA, 2009).

As ideias que surgiram a partir de então se baseavam na constatação de que para tornar o processo de absorção de tecnologias pelos países menos desenvolvidos mais eficiente, seria necessária uma infraestrutura científica e tecnológica mais adequada (WOLFFENBÜTTEL, 2001). Isso significava que seria necessário que se consolidasse uma estrutura científica e tecnológica que estivesse constantemente articulada com o governo e com o setor produtivo, indicando que a inserção da ciência e da tecnologia, de forma mais incisiva na economia, era condição *sine qua non* para o processo de desenvolvimento.

Apenas após o término da Segunda Guerra Mundial é que as atividades industriais no Brasil foram intensificadas. Assim como ocorreu em muitos países da América Latina, houve grande esforço para se promover o processo de substituição de importações para atender ao mercado interno, que já existia e estava em crescimento. A política industrial que foi implantada no Brasil a partir dos anos 1950 procurou promover a substituição de importações através de uma excessiva proteção do mercado interno. A estratégia adotada foi importar a tecnologia utilizada para a produção de bens de consumo e bens intermediários (VOGT e CIACCO, 1998). O que houve, porém, foi a importação maciça de tecnologia e um transplante intenso de fábricas prontas com tecnologias já muito bem dominadas (RAPPEL, 1999).

Neste mesmo período, a política científica e tecnológica começou a ganhar forma com a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ambos voltados para a formação de pessoal qualificado para atender as demandas do setor produtivo. Posteriormente, criou-se, em 1967, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), que procurava apoiar estudos e projetos de interesse para o desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico do país, seguindo as metas e prioridades setoriais estabelecidas pelo governo federal.

O que se observou, portanto, foi a montagem, durante os anos 1950 e 1960, da base institucional brasileira necessária ao desenvolvimento científico e tecnológico. Porém, os acontecimentos da época, como a implantação da indústria automobilística, a construção de estradas e hidrelétricas e a expansão das fronteiras agrícolas no cerrado, ao invés de servirem como oportunidade para geração de tecnologias próprias, só causaram aumento da dívida externa e da dependência tecnológica (MAIA, 2005).

Embora tenha havido a criação dessa base institucional, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia no Brasil só se tornou um objetivo claro e específico na política do governo federal quando foi criado, em 1968, o Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED). Esse programa propôs a criação do Sistema Nacional de Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia (SNDCT), de Planos Básicos de Ciência e Tecnologia, que seriam responsáveis pela execução dos planos nacionais de desenvolvimento, e do Fundo Nacional de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia (FNDCT), que financiaria o SNDCT (RAPINI, 2004).

Durante a década de 1970, parte significativa do desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil ficou restrito às universidades, aos institutos de pesquisa e às empresas estatais. E as empresas continuavam importando tecnologias de outros países. A partir de 1971, a Finep passou a administrar os recursos do FNDCT. Desde então, até o início dos anos 1990, a Finep foi a principal responsável pela implantação de infraestrutura de ciência e de tecnologia no Brasil (CASSIOLATO e ALBUQUERQUE, 1998).

Até o início dos anos 1980, estabeleceu-se no Brasil um parque industrial diversificado que demandava, de forma geral, apenas prestação de serviços de caráter rotineiro, principalmente em

relação a análises e ensaios de produtos. Esse baixo requerimento de ciência e de tecnologia gerava, conseqüentemente, pequena participação do setor industrial no sistema de inovação. Além disso, em função dos efeitos da crise econômica de 1979, os investimentos públicos em ciência e tecnologia durante esta década foram reduzidos e houve transferência de recursos públicos de atividades de pesquisa e desenvolvimento das universidades para centros do governo e empresas estatais. O resultado foi, inevitavelmente, o sucateamento dos laboratórios das universidades (VOGT e CIACCO, 1998).

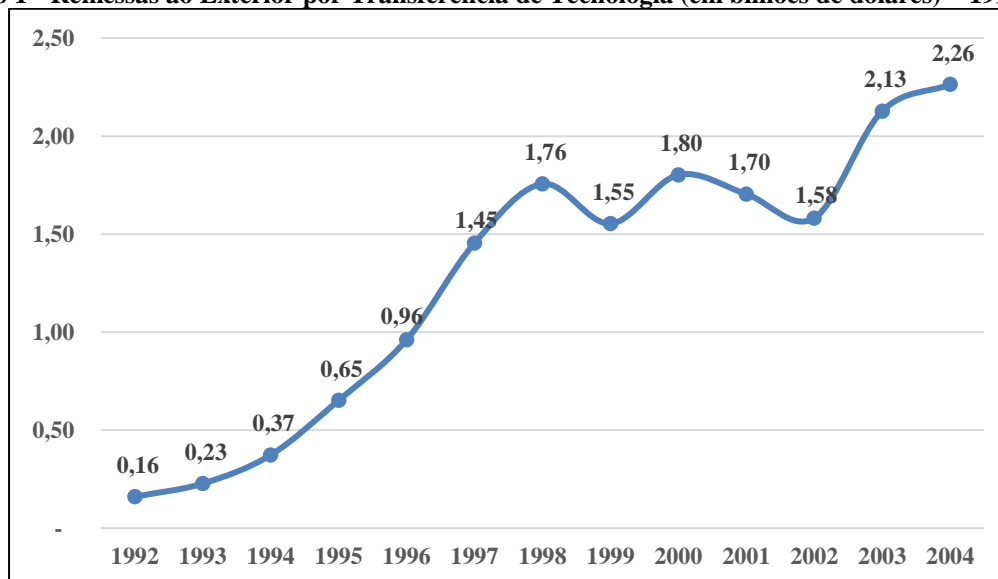
Em 1985 foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia⁶⁹, cujas ações procuraram expandir a infraestrutura de ciência e tecnologia através, principalmente, do estímulo ao desenvolvimento de recursos humanos. Como exemplo, cita-se a criação, em 1987, do Programa de Formação de Recursos Humanos para Áreas Estratégicas (RHAE), que procurava atender demandas específicas das instituições através de projetos de pesquisa e desenvolvimento nas áreas de biotecnologia, informática e microeletrônica, novos materiais, mecânica de precisão e química fina (ASSAD, 1998).

O setor privado, durante os anos 1980, pouco se envolveu nas atividades de pesquisa e desenvolvimento, refletindo, por um lado, a situação das empresas nacionais e, por outro, as características das políticas industriais implementadas. A estrutura industrial montada no país não colocou o setor de ponta, em termos tecnológicos, sob o comando das empresas brasileiras. Na verdade, foram as multinacionais que se constituíram nas empresas mais complexas em termos tecnológicos. Essa situação foi resultado das políticas industriais implementadas, que beneficiavam as empresas através de proteções e subsídios dados pelo setor público sem, no entanto, exigir contrapartidas em termos de capacitação tecnológica. Dessa forma, a infraestrutura de ciência e tecnologia que foi montada no Brasil se limitou, em grande medida, ao setor público (CASSIOLATO e ALBUQUERQUE, 1998).

Assim como em muitos países latino-americanos, o Brasil, na década de 1990, intensificou seu processo de abertura com os governos Collor e Itamar (1992 a 1994). Esperava-se que as empresas fossem estimuladas a modificarem suas estratégias para adquirir maior competitividade. Com o processo de abertura, especialmente por meio da revogação da Lei do Similar Nacional e de várias restrições à importação, as atenções se voltaram para a busca de qualidade, produtividade e competitividade por parte das empresas. Os resultados esperados, porém, não foram alcançados, pois a especialização da indústria brasileira em bens e serviços de baixo conteúdo tecnológico não possibilitou a inserção rápida do país naquele alto nível de tecnologia incorporado nas empresas estrangeiras. Esses setores não estavam suficientemente preparados, seja em termos de aprendizado, seja em termos de interação, para tal inserção (FERRARI, 2006).

Em função da reduzida capacidade interna de desenvolvimento de atividades de pesquisa e desenvolvimento, no Brasil a estrutura industrial ainda permanece bastante dependente de desenvolvimentos tecnológicos exteriores. Conforme pode ser observado no Gráfico 1, de 1992, ano em que se iniciou o processo de abertura da economia nacional à concorrência externa, a 2004, houve crescimento significativo das remessas ao exterior em função de contratos de transferência de tecnologia. Esse crescimento indica que, apesar dos esforços internos para desenvolvimento tecnológico próprio, ainda se importa e se licencia muita tecnologia dos países mais avançados. No caso brasileiro, a situação se agrava mais em virtude da forte presença de empresas transnacionais, que desenvolvem grande parte de suas tecnologias em seus países de origem.

⁶⁹ No início de 1989, o governo Sarney extinguiu o MCT, transferindo suas funções ao Ministério do Desenvolvimento Industrial, Ciência e Tecnologia. Por pressão da comunidade científica, o governo criou a Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia, sendo transformada, em dezembro daquele ano, em Ministério. Porém, o Ministério foi novamente extinto meses depois com a reforma administrativa implementada pelo governo Collor. Somente ao final do ano de 1992, durante o governo Itamar, é o que o Ministério de Ciência e Tecnologia foi novamente recriado (FRANÇA, 2001).

Gráfico 1 - Remessas ao Exterior por Transferência de Tecnologia (em bilhões de dólares) – 1992 a 2004

Fonte: MCTI – Indicadores de Ciência e Tecnologia

Ao longo dos anos 2000, foram propostas Políticas Industriais que procuraram ampliar a competitividade e eficiência das empresas brasileiras, bem como fomentar o processo de inovação nas empresas. A estrutura de investimentos nacionais em ciência e tecnologia tem apresentado evolução significativa ao longo dos últimos anos, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Dispendio Nacional em Ciência e Tecnologia, em bilhões de R\$ (2000 – 2014)

| Ano | Ciência e Tecnologia (C&T) | | | | | | Total |
|------|----------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------|
| | Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) | | | Atividades Científicas e Técnicas Correlatas (ACTC) | | | |
| | Total | Público (%) | Privado (%) | Total | Público (%) | Privado (%) | |
| 2000 | 12,56 | 51,70 | 48,30 | 3,27 | 65,76 | 34,24 | 15,83 |
| 2001 | 13,97 | 53,30 | 46,70 | 3,68 | 57,17 | 42,83 | 17,65 |
| 2002 | 15,03 | 51,63 | 48,37 | 4,72 | 47,29 | 52,71 | 19,75 |
| 2003 | 17,16 | 51,41 | 48,59 | 5,10 | 44,47 | 55,53 | 22,27 |
| 2004 | 18,86 | 49,49 | 50,51 | 6,57 | 49,47 | 50,53 | 25,43 |
| 2005 | 21,75 | 47,66 | 52,34 | 6,42 | 50,25 | 49,75 | 28,18 |
| 2006 | 23,80 | 50,03 | 49,97 | 6,73 | 57,14 | 42,86 | 30,54 |
| 2007 | 29,41 | 51,62 | 48,38 | 8,05 | 56,96 | 43,04 | 37,46 |
| 2008 | 35,11 | 50,36 | 49,64 | 10,31 | 52,69 | 47,31 | 45,42 |
| 2009 | 37,28 | 52,29 | 47,71 | 14,11 | 52,45 | 47,55 | 51,39 |
| 2010 | 45,07 | 51,12 | 48,88 | 17,15 | 56,79 | 43,21 | 62,22 |
| 2011 | 49,87 | 52,90 | 47,10 | 18,32 | 48,90 | 51,10 | 68,19 |
| 2012 | 54,25 | 54,93 | 45,07 | 22,21 | 46,11 | 53,89 | 76,46 |
| 2013 | 63,74 | 57,70 | 42,30 | 21,90 | 50,77 | 49,23 | 85,65 |
| 2014 | 73,25 | 52,67 | 47,33 | 22,68 | 50,11 | 49,89 | 95,94 |

Fonte: MCTI – Indicadores de Ciência e Tecnologia. Elaboração própria.

Os gastos em pesquisa e desenvolvimento, que correspondem à maior parte do gasto total em ciência e tecnologia no país, passaram de 12,56 bilhões de reais em 2000 para 73,25 bilhões em 2014, sendo que a participação dos gastos públicos flutuou em torno da metade do total gasto. Um aumento importante nos valores também é observado nas atividades científicas e técnicas correlatas, que apesar de representarem menor parcela dos gastos totais, passaram de 3,27 bilhões de reais em 2000 para 22,68 bilhões em 2014. Nestas atividades, a participação do gasto público inicialmente era bastante superior ao gasto privado, porém, ao longo dos anos, as diferenças entre as duas esferas se reduz gradativamente, de modo a encerrarem a série histórica com igual participação nos gastos.

Apesar das participações dos gastos públicos e privados no total investido em ciência e tecnologia serem similares, o perfil destes gastos apresenta diferenças significativas, em consonância com as discussões sobre o financiamento público à ciência. Dos gastos públicos entre 2000 e 2014, em média 35,96% do total foram investidos na pós-graduação nas instituições de ensino superior.

Isso evidencia o importante papel desempenhado pelo poder público no financiamento das atividades de pesquisa básica, uma vez que tais atividades buscam novos conhecimentos e diferentes compreensões científicas, gerando novas hipóteses, teorias e leis, e que não estão direcionadas, a princípio, a nenhuma aplicação prática específica. Do gasto privado, no mesmo período, em média 72,92% do total foram destinados às atividades de pesquisa e desenvolvimento nas próprias empresas, enquanto apenas 2,95% foram gastos na pós-graduação. Isso porque as pesquisas aplicadas, voltadas para atingir objetivos específicos e possíveis usos para os descobrimentos da pesquisa básica, ocorrem com mais frequência internamente às firmas.

3. A Instrumentação Científica e a Nanociência

3.1 Panorama Geral

A nanociência tem apresentado grande potencial para revolucionar a tecnologia de forma ampla, da medicina à engenharia (ALVES, 2005; FERREIRA e ALBUQUERQUE, 2005). Os bens de capital e de consumo para o avanço da nanociência ainda estão em fase de desenvolvimento no mundo e têm valores muito elevados devido ao alto grau tecnológico agregado, ficando obsoletos com alguns anos de uso devido à velocidade do desenvolvimento da nanotecnologia. Em muitos casos, são segredos de estado, não chegando ao Brasil, ou chegando em suas versões menos avançadas. Porém, apesar disso, o Brasil possui significativa formação de recursos humanos nessa área, formação fundamentada no trabalho realizado com equipamentos e materiais de consumo majoritariamente importados. De acordo com uma pesquisa realizada feita pela Sociedade Brasileira de Física (Tabela 2), a instrumentação científica foi apontada como um dos principais gargalos a serem superados para que a Física brasileira se torne mais competitiva.

Tabela 2 - Gargalos de infraestrutura de acordo com cada comunidade de Física

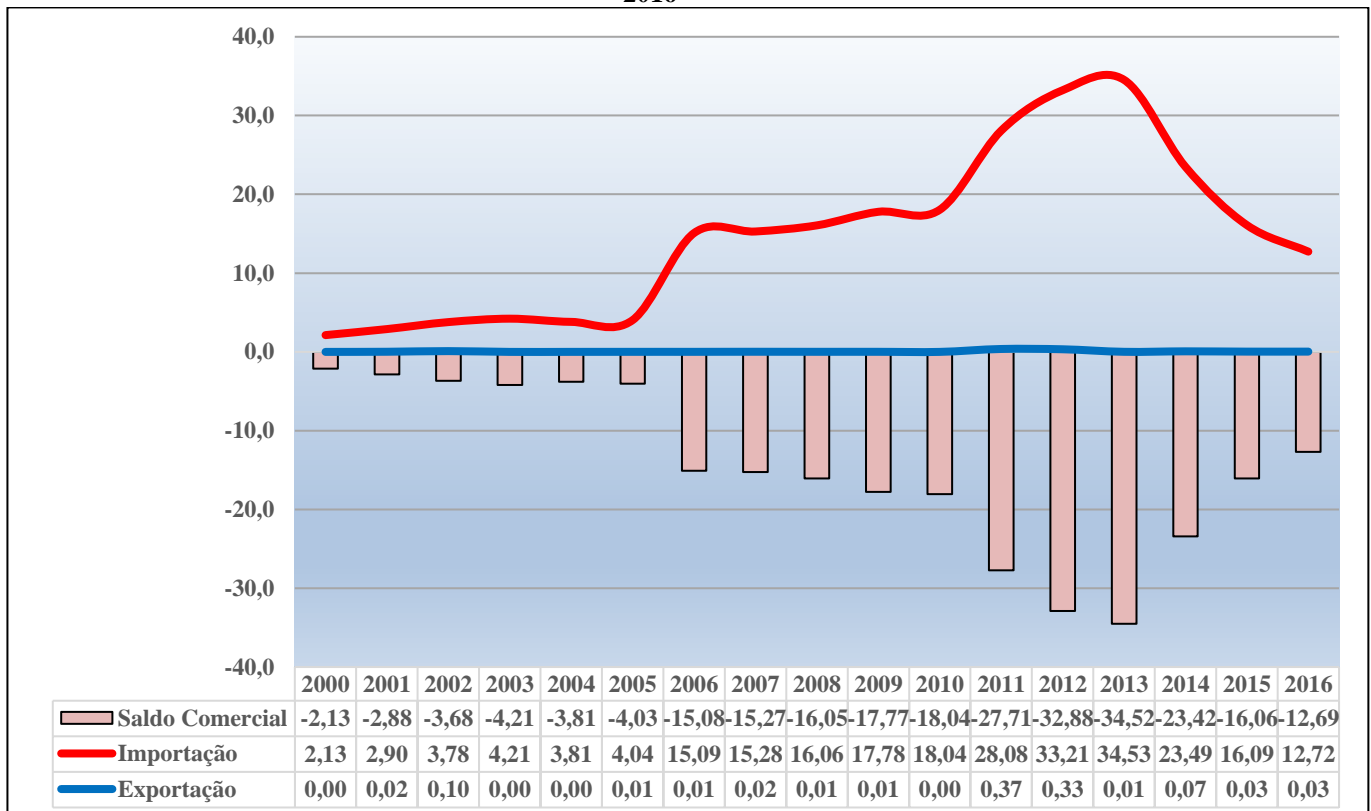
| Comunidades de Física | Respostas | Gargalos | | | | | | |
|-----------------------|-----------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------|------------------|--------|
| | | Laboratórios Nacionais Multiusuários | Instrumentação Científica | Registro de Patentes | Computação de Larga Escala | Programa Espacial | Programa Nuclear | Outros |
| Universidade | 3.260 | 833 | 814 | 532 | 477 | 257 | 189 | 158 |
| Colégio/Escola | 864 | 212 | 199 | 121 | 144 | 78 | 84 | 26 |
| Empresa | 214 | 55 | 45 | 45 | 28 | 17 | 14 | 10 |
| Instituto de Pesquisa | 703 | 163 | 163 | 102 | 80 | 81 | 77 | 37 |
| Outros | 2.623 | 629 | 617 | 424 | 402 | 233 | 224 | 94 |
| TOTAL | 7.664 | 1.892 | 1.838 | 1.224 | 1.131 | 666 | 588 | 325 |
| | 100% | 24,68% | 23,98% | 15,97% | 14,75% | 8,68% | 7,67% | 4,24% |

Fonte: SBF (2012).

No Brasil, toda a infraestrutura que tem sido montada para o desenvolvimento da nanociência está fundamentada na importação destes bens de capital. Centros de microscopia eletrônica têm sido estruturados em Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) abrangendo um parque de equipamentos bastante custosos. Ao se adicionar a isto os custos de manutenção, esta soma ainda cresce, tanto do ponto de vista financeiro quanto econômico, influenciada por fatores como o tempo ocioso do equipamento e a dificuldade de acesso a assistência técnica estrangeira.

De acordo com o Gráfico 2, entre os anos de 2000 e 2016, o setor de microscopia eletrônica foi constantemente deficitário, com as importações superando as exportações. Mesmo com a redução das importações a partir de 2013, o déficit da balança comercial referente a estes produtos indica a dependência tecnológica do país em relação aos produtos estrangeiros, de forma que o fornecimento de tais produtos para atender a demanda de produção em nanotecnologia depende basicamente do aumento das importações.

Gráfico 2 – Importação e Exportação de Produtos de Microscopia Eletrônica⁷⁰ (em milhões de dólares) – 2000 a 2016



Fonte: SECEX/MDIC. Elaboração própria.

Apesar de alguns avanços no desenvolvimento científico, o Brasil ainda se apresenta em condição desfavorável quando em competição com países mais desenvolvidos, ampliando o espaço para o questionamento dos atuais investimentos em nanociência no Brasil. Piketty (2014) defende que o compromisso do progresso científico está atrelado à geração de bens intangíveis, razão pela qual estes investimentos são historicamente frágeis, sofrendo cortes desestruturantes sempre que a economia nacional passa por processos de contração⁷¹.

Um dos principais avanços na nanociência está atrelado ao desenvolvimento da Espectroscopia Raman (RAMAN, 1928; RODRIGUES & GALZERANI, 2012), que é um método poderoso de análise para caracterização química de compostos, vastamente utilizado em campos como a física, a química, a ciência dos materiais e, mais recentemente, nos campos da biologia e da medicina (SCHRADER, 2008). Suas aplicações atuais vão desde a ciência básica, na determinação de propriedades da matéria condensada (CARDONA, 1983), até aplicações em estudos antropológicos de características do solo (JORIO *et al.*, 2012; RIBEIRO-SOARES *et al.*, 2013), protocolos de referência para análise da composição de biodiesel (MIRANDA *et al.*, 2014) e métodos diagnósticos diferenciais para doenças (RYZHIKOVA *et al.*, 2015).

Universidade Federal de Sergipe

⁷⁰ Os dados se referem aos códigos 9012.10.10 (Microscópios eletrônicos) e 9012.90.10 (Partes e acessórios de microscópios eletrônicos), seguindo a Nomenclatura Comum do Mercosul.

⁷¹ Um exemplo específico, mas não limitante, é a pesquisa sobre grafeno, uma folha de átomos de carbono com propriedades eletrônicas, mecânicas e térmicas únicas, importante objeto da ciência de nanoestruturas, que promete modificações drásticas nas áreas tecnológicas, da engenharia à medicina (GEIM e NOVOSELOV, 2007; NOVOSELOV, 2012). A Comunidade Europeia lançou, em 2010, com aporte da ordem de um bilhão de euros, um projeto intitulado “*Graphene Flagship*”, focado no desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao grafeno. No Brasil, o estado de Minas Gerais, através da Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (Codemig), investiu em 2016 cerca de 21,3 milhões de reais no projeto MGgrafeno, uma planta piloto para a produção de grafeno a base de grafite mineral. O estado de São Paulo criou, em 2010, o centro MackGrafe, com um investimento de R\$ 26 milhões para o desenvolvimento de tecnologia a base de grafeno.

Os avanços da nanociência nos últimos anos provocam uma demanda por desenvolvimentos técnicos e de instrumentação na nanoescala (ZHANG *et al.*, 2012). No caso da espectroscopia Raman, há dois principais limitantes para sua aplicação em escala nanométrica. Um deles é o limite de difração, que restringe a resolução óptica mínima a aproximadamente metade do comprimento de onda da luz incidente, que é da ordem de centenas de nanômetros. Outro limitante é a baixa probabilidade de ocorrência do efeito Raman em relação aos outros efeitos da interação luz-matéria. Apesar de específico – e por isso uma poderosa técnica de caracterização – o efeito Raman é pouco provável e de baixa eficiência.

Em 2000 (STÖCKLE *et al.*, 2000) foi relatado o primeiro experimento demonstrando o efeito TERS (sigla em inglês para *Tip-Enhanced Raman Spectroscopy*, ou espectroscopia Raman auxiliada por sonda), embora o desenvolvimento dos conceitos relacionados a técnica seja bem anterior (NOVOTNY, 2007; YEO *et al.*, 2009). O conceito teórico foi relatado em 1985 (WESSEL, 1985), fundamentado em conceitos de campo próximo, introduzidos pela primeira vez em 1928 (SYNGE, 1928). Nos experimentos conduzidos, os autores incidiram uma fonte de laser monocromática, usualmente utilizada em medidas do efeito Raman e, ao mesmo tempo, aproximaram da amostra uma sonda metálica com ápice de dimensões nanométricas, similar às sondas utilizadas em técnicas já conhecidas de microscopia de varredura por sonda (ou *Scanning Probe Microscopy* - SPM na sigla em inglês). Os principais efeitos da aproximação da sonda são o aumento do sinal Raman devido à ressonância plasmônica na sonda, e o aumento da resolução espacial por efeitos de campo próximo, que é nesse caso limitada pela dimensão do ápice da ponta metálica. Dessa forma, a nova técnica passou a permitir realizar experimentos de detecção do efeito Raman em nanoestruturas (HARTSCHUH *et al.*, 2003), com eficiência para medir a resposta espectral relacionada a um único átomo (MACIEL *et al.*, 2008).

A técnica TERS, portanto, é uma combinação de duas técnicas anteriormente conhecidas, que permite caracterizar amostras por meio da obtenção de informação química e estrutural, como resultado da realização simultânea da espectroscopia Raman e da microscopia de varredura por sonda. Ao longo dos últimos 15 anos, houve a difusão principalmente acadêmica da técnica TERS, e uma série de conferências internacionais no tema se iniciou no ano de 2009, no *National Physical Laboratory* (NPL) no Reino Unido.

No âmbito do avanço do conhecimento teórico, pesquisas são direcionadas para a compreensão dos fenômenos de ressonância plasmônica (CANÇADO *et al.*, 2009) e a coerência espacial no regime de campo próximo (BEAMS *et al.*, 2014), ambas fundamentadas em conceitos fundamentais de simetria (JORIO *et al.*, 2017), cujo domínio tem possibilitado aperfeiçoamentos instrumentais, principalmente nas técnicas de fabricação de sondas, o elemento chave da tecnologia.

Da perspectiva de mercado, empresas como NT-MDT, Horiba, Renishaw e RHK já introduziram soluções comerciais, ainda pouco difundidas no mercado mundial, em parte devido à baixa reprodutibilidade e confiabilidade das medições. A falta de reprodutibilidade em medidas em tais equipamentos deve-se, em parte, à precariedade dos processos de reprodutibilidade na produção de sondas de qualidade. A engenharia dos processos de produção de sondas é complexa, e é foco de pesquisas de fronteira. Trata-se de um consumível com alto valor agregado e, por representar o “*core*” da tecnologia, crucial na obtenção da resolução e do aumento do sinal Raman proporcionado pelo efeito TERS.

Conforme apontou Von Hippel (1998), as fontes de inovação de produtos estão em diferentes ambientes e podem ser desempenhadas por diferentes atores, sejam eles profissionais da indústria de manufatura, fornecedores de componentes, ou mesmo usuários finais. E isto varia conforme o tipo de inovação. Para inovações em instrumentação científica, os maiores inovadores são os usuários, e não os fabricantes. Inovadores, sob esta perspectiva, são definidos como indivíduos ou firmas que primeiramente desenvolvem uma inovação até um estado útil, segundo uma prova documentada, qual seja, a publicação de resultados em revistas científicas, a partir o equipamento melhorado. De acordo com Rosenberg (1982) as novas técnicas de instrumentação, muitas vezes surgidas não

intencionalmente, e a difusão de suas aplicações em áreas diversas daquela em que foram originados, são produtos da academia com forte impacto econômico. Tal impacto é muitas vezes subestimado e raramente mensurado.

3.2 O Laboratório de Nanoespectroscopia

O Laboratório de Nanoespectroscopia – LabNS da UFMG foi criado em 2006 no Departamento de Física, focado no desenvolvimento das técnicas de espectroscopia Raman e microscopia por varredura de sonda. Contando com financiamento do CNPq, um dos coordenadores do LabNS foi coordenador científico da Rede de Microscopia de Varredura por Sonda – Rede SPM Brasil, no período de 2006 a 2011, com o objetivo de incentivar desenvolvimentos em instrumentação em SPM. Como produto deste projeto, um equipamento para realizar TERS foi construído no LabNS/UFMG. Com este resultado, uma nova rede foi financiada pelo CNPq e também coordenada pelo coordenador do LabNS, a Rede Brasileira de Pesquisa e Instrumentação em Nanoespectroscopia Óptica, com duração de 2012 a 2016, projeto com financiamento recentemente renovado. Por meio deste projeto, o LabNS conduziu a replicação do protótipo laboratorial do equipamento para TERS em duas outras instituições de pesquisa do Brasil: o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro, e a Universidade Federal do Ceará – UFC, instituições pertencentes à rede e com recursos humanos capacitados para conduzir e dar continuidade às pesquisas em TERS. As principais informações sobre o financiamento das atividades do grupo estão na tabela 3.

Tabela 3 – Financiamento das Atividades do LabNS – 2002 a 2017

| Ano | Recursos | Fonte | Descrição |
|-------|--------------|----------------------|---|
| 2002 | 30.350,00 | PRPq/UFMG | Equipamentos/consumo |
| 2003 | 12.432,00 | Fapemig | Equipamentos/consumo |
| 2004 | 16.000,00 | CNPq | Equipamentos/consumo |
| 2005 | 9.109,00 | Fapemig | Equipamentos/consumo |
| 2006 | 45.000,00 | CNPq | Equipamentos/consumo |
| | 25.000,00 | Capes/DAAD | Custeio |
| | 117.066,00 | Instituto do Milênio | Compra do 1º RHK |
| | 174.814,06 | Rede SPM Brasil | Equipamentos/consumo |
| 2008 | 246.194,00 | Rede Nanotubos | Equipamentos/consumo |
| 2009 | 150.000,00 | AFOSR/USA | Equipamentos/consumo |
| | 122.000,00 | INCT Nanocarbono | Compra do 2º RHK |
| | 200.000,00 | CNPq/MCT | Equipamentos/consumo |
| 2010 | 144.600,00 | Pronex/Fapemig | Equipamentos/consumo |
| | 6.000,00 | CNPq/MCT | Bolsa de produtividade |
| 2011 | 1.347.854,50 | CNPq/MCT | Equipamentos/consumo e Bolsa de produtividade |
| 2012 | 2.000,00 | i-Vision | Equipamentos (doação de câmera para o TERS) |
| | 6.000,00 | CNPq/MCT | Bolsa de produtividade |
| 2013 | 2.167.000,00 | Finep | Equipamentos/consumo |
| | 6.000,00 | CNPq/MCT | Bolsa de produtividade |
| 2014 | 611.000,00 | CNPq/MCT | Equipamentos/consumo e Bolsa de produtividade |
| | 104.000,00 | CNPq e Capes | Organização de evento (TERS 4) |
| 2015 | 6.000,00 | CNPq/MCT | Bolsa de produtividade |
| | 1.000,00 | Governo Suíço | Divulgação Tecnológica |
| | 4.932,00 | IBM Research Brasil | Recursos humanos |
| 2016 | 200.000,00 | USArmy Research Lab | Equipamentos/consumo |
| | 6.000,00 | CNPq/MCT | Bolsa de produtividade |
| | 7.700,00 | Governo Suíço | Divulgação Tecnológica |
| | 6.125,00 | IBM Research Brasil | Recursos humanos |
| 2017 | 6.000,00 | CNPq/MCT | Bolsa de produtividade |
| TOTAL | 5.780.176,56 | | |

Fonte: LabNS. Elaboração própria.

A especialização adquirida pela equipe de pesquisadores do LabNS deve-se, em grande proporção, a avanços conquistados na automatização de processos, na concepção e produção de sondas de alta qualidade, por meio de diferentes métodos de fabricação, bem como à compreensão teórica do efeito TERS. Este fato, aliado à extensa colaboração internacional com grupos de especialistas, construiu autoridade científica e reputação do grupo, refletidos nas publicações científicas e pedidos de patente por seus pesquisadores (CANO-MARQUEZ *et al.*, 2015;

VASCONCELOS *et al.*, 2015; PI 1105968-0; PI 1105972-9; PI 1107185-0; BR 1020120269732; BR 1020120333040; BR1020150103522 e PCT/IB2016/052610; BR1020160291267; PCT/IB2016/057583 e PCT/IB2016/057583). Em termos de recursos humanos, o projeto envolveu, até o momento, 11 alunos de iniciação científica, 4 de mestrado, 7 de doutorado, 5 de pós-doutorado e 1 sênior (externo), resultando em 10 patentes nacionais e 5 internacionais.

A partir desses investimentos, o atual estágio de maturidade do grupo contempla o objetivo do eventual empreendimento que seria a comercialização de equipamento completo, contendo todos os componentes necessários à realização de uma medida TERS. E o segmento de clientes foco da comercialização seria o acadêmico (pesquisadores de ICTs), visto que este mercado é bem conhecido do grupo idealizador do projeto. O modelo inicial do empreendimento seria desenhado com o objetivo secundário de profissionalizar a produção do equipamento, sendo isto possível a partir do momento que o protótipo laboratorial evoluísse para um produto comercial, e transpusesse as fronteiras da universidade, por exemplo, por meio da criação de uma *spinoff*.

4. A Matriz de Insumo-Produto

Esta seção abordará a teoria de insumo-produto, desenvolvida inicialmente por Wassily Leontief, com vistas a servir de base metodológica para o estudo de impacto econômico realizado. Elaborada a partir dos dados do Sistema de Contas Nacionais, a matriz de insumo-produto (MIP) apresenta o fluxo de bens e serviços entre os setores da economia, sendo um quadro de dupla entrada que registra, por um lado, os insumos utilizados pelas diversas atividades econômicas e, por outro, o destino da produção, demonstrando as relações de interdependência entre os setores e permitindo avaliar os impactos de variações na demanda final dos produtos (KURESKI, NUÑEZ e RODRIGUES, 2007).

O modelo de insumo-produto faz uso dos diversos fluxos entre as distintas atividades econômicas, tendo como base as informações necessárias para descrever as relações entre si e com a demanda final a formação bruta de capital fixo (I), exportações (X), variação de estoques (VE), consumo do governo (G) e consumo pessoal (CF), sua conta de renda e as importações (M). Para Leontief (1964), o ponto central da análise de insumo produto é a ideia segundo a qual há uma relação fundamental entre o volume de produto de uma indústria e a quantidade de insumo que a mesma absorve. Para o modelo são adotadas duas hipóteses, resumidas por Guilhoto (2011): a) homogeneidade, não se considera diferenciação de produtos, havendo razão fixa de insumos (tecnologias fixas no processo produtivo), com rendimento constante de escala (apenas uma tecnologia é empregada na produção de um produto); e b) proporcionalidade, os insumos consumidos em cada atividade são função somente do nível de produção da respectiva atividade.

O modelo de Insumo-Produto, representado na Figura 1, é dividido em setores ($1, 2, \dots, n$), obtendo para cada um deles a demanda intermediária ($\sum x_{ij}$), a demanda final (Y_n) e o valor bruto da produção (X_n). A diferença entre o valor bruto da produção e o consumo intermediário resulta no valor adicionado, que é usado como a remuneração dos fatores de produção como salários, aluguéis, lucros e juros (KURESKI, NUÑEZ e RODRIGUES, 2007).

Figura 1 – Fluxo de bens por setores de origem e destino

| ATIVIDADES | DEMANDA INTERMEDIÁRIA | | | | Total da Demanda Final | Valor Bruto da Produção |
|-------------------------|-----------------------|----------|-----|------------|------------------------|-------------------------|
| | Sector 1 | Sector 2 | ... | Sector n | | |
| Sector 1 | x_{11} | x_{12} | ... | x_{1n} | Y_1 | X_1 |
| Sector 2 | x_{21} | x_{22} | ... | x_{2n} | Y_2 | X_2 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| Sector n | x_{n1} | x_{n2} | ... | x_{nn} | Y_n | X_n |
| Valor Adicionado | Z_1 | Z_2 | ... | Z_n | | |
| Valor Bruto da Produção | X_1 | X_2 | ... | X_n | | |

Fonte: Kureski, Nuñez e Rodrigues (2007)

Os coeficientes técnicos⁷² são conceituados como as necessidades diretas de insumos dos diversos setores, ou pelas relações intra e interindustriais diretas, calculadas pela seguinte fórmula:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad (1)$$

Onde:

- a_{ij} = coeficiente técnico;
- x_{ij} = consumo intermediário;
- X_j = valor da produção.

Dessa forma, com o aumento da demanda final, ocorrem impactos diretos e indiretos de um aumento unitário da produção da atividade j sobre a produção i . Assim, o valor bruto da produção X_i é dado por:

$$\begin{aligned} X_1 &= x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} + Y_1 \\ X_2 &= x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} + Y_2 \\ &\vdots \\ X_n &= x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} + Y_n \end{aligned} \quad (2)$$

Isolando-se o valor do insumo da fórmula (1), tem-se:

$$x_{ij} = a_{ij}X_j \quad (3)$$

Substituindo a equação (3) na equação (2), obtém-se:

$$\begin{aligned} X_1 &= a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 \\ X_2 &= a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + Y_2 \\ &\vdots \\ X_n &= a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + Y_n \end{aligned} \quad (4)$$

Em forma matricial, a equação (4) pode ser escrita assim:

$$X = AX + Y \quad (5)$$

Onde:

- X = vetor-coluna do valor bruto da produção;
- A = matriz dos coeficientes técnicos;
- Y = vetor-coluna do valor da demanda final.

Isolando-se Y_i na equação (4), obtém-se:

$$\begin{aligned} (1 - a_{11})X_1 - a_{12}X_2 - \dots - a_{1n}X_n &= Y_1 \\ -a_{21}X_1 + (1 - a_{22})X_2 - \dots - a_{2n}X_n &= Y_2 \\ &\vdots \\ -a_{31}X_1 - a_{32}X_2 - \dots + (1 - a_{nn})X_n &= Y_n \end{aligned} \quad (6)$$

E na forma de matriz, a equação (6) pode ser representada por:

$$(I - A)X = Y \quad (7)$$

Em que:

- I = matriz identidade;
- A = matriz dos coeficientes técnicos;
- X = vetor-coluna do valor bruto da produção;
- Y = vetor-coluna do valor da demanda final.

⁷² Esses coeficientes refletem a estrutura da economia e não apresentam mudanças significativas a curto e médio prazos, o que os tornam importantes indicadores para previsões (LOPES e VASCONCELLOS, 2009).

Para a determinação dos efeitos diretos e indiretos resultantes do aumento de uma unidade monetária na demanda final (Y), é necessário isolar o valor bruto da produção na equação (7), assim:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (8)$$

Onde:

- X = valor bruto da produção;
- $(I - A)^{-1}$ = matriz de Leontief;
- Y = demanda final.

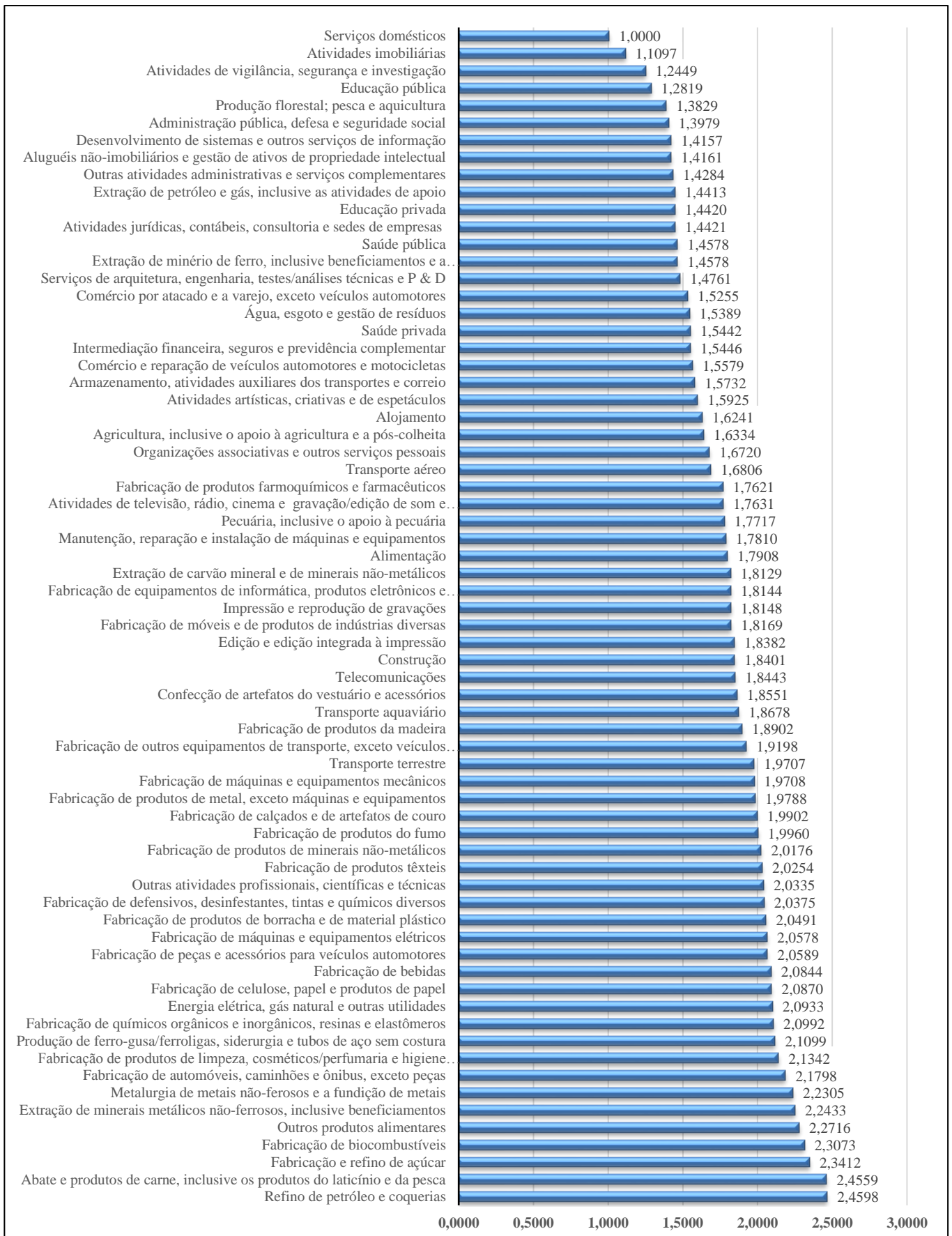
Para avaliar os reais impactos sobre a economia determinados pela matriz insumo-produto é necessário identificar e quantificar os efeitos multiplicadores de impacto setorial de cada atividade econômica. Os dois multiplicadores principais são: (1) multiplicador direto: mede o impacto de um aumento unitário da demanda final de uma determinada atividade sobre uma variável de renda, considerando apenas as atividades que fornecem insumos diretamente a esta atividade; (2) multiplicador total (direto mais indireto): mede o impacto de um aumento unitário da demanda final de uma determinada atividade sobre uma variável de renda, considerando todas as atividades que fornecem insumos, direta e indiretamente a essa atividade. Ao se aplicar um valor de choque pertinente à alteração das demandas, observa-se o impacto causado pelos efeitos multiplicadores dos setores.

Para este trabalho foi utilizada a matriz Insumo-Produto do Brasil de 2013, que é dividida em 68 setores e 128 produtos. A matriz foi construída a partir de dados das Contas Nacionais segundo a metodologia apresentada por Guilhoto e Sesso Filho (2005, 2010). No Gráfico 3 são apresentados os multiplicadores de impacto dos setores da matriz.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Gráfico 3 - Multiplicadores Totais de Impacto dos Setores da MIP

Fonte: MIP

5. Estudo do Impacto Econômico e a Nacionalização

5.1 A Base de Dados

A base de dados utilizada para as simulações se refere às informações dos investimentos necessários para a operação da *spinoff* FabNS no mercado brasileiro pela comercialização de 13 equipamentos TERS durante seus primeiros cinco anos. Para tanto, calculou-se qual seria o gasto ou desembolso total da empresa para este montante de produção, segundo os elementos de despesa do quadro 1, contabilizando também um equipamento permanente da empresa designado para o desenvolvimento. Este cálculo é uma extrapolação do orçamento inicial do modelo de negócios. O modelo parte da produção e entrega sob demanda, onde a receita de uma venda é utilizada para a produção do equipamento seguinte. Para os cálculos da presente análise, já se considera os gastos com a produção e venda do total dos 13 equipamentos no período de cinco anos.

Quadro 1 – Total de desembolsos por elemento de despesa para cinco anos de operação da *spinoff*

| Elemento de Despesa | Desembolso (R\$) |
|--|---------------------|
| Material de consumo em geral | 16.800,00 |
| Componentes internacionais para a montagem de 13 TERS | 3.593.060,12 |
| Impostos (despesas de internação) de componentes importados para a montagem de 13 TERS | 1.827.347,47 |
| Componentes nacionais para a montagem de 13 TERS | 1.069.097,25 |
| Salários de equipe própria | 869.352,00 |
| Viagens e Diárias | 288.668,19 |
| Serviços de terceiros/consultorias/testes | 103.852,84 |
| Obras e instalações | 32.503,74 |
| Softwares | 39.036,00 |
| Máquinas e equipamentos nacionais | |
| Componentes nacionais TERS de desenvolvimento | 82.239,25 |
| Demais | 69.716,21 |
| Máquinas e equipamentos importados | |
| Componentes importados TERS de desenvolvimento | 276.389,24 |
| Demais | 24.071,51 |
| Despesas operacionais e administrativas | 529.365,08 |
| TOTAL | 8.685.142,32 |

Fonte: Elaboração própria.

5.2 Estimativas de Impacto e Análise de Cenários

As estimativas de impacto foram realizadas no sentido de avaliar a diferença de impacto na economia entre confeccionar o produto a partir de componentes adquiridos no mercado nacional, ou internacional, ou ambos. Para tanto, desenhou-se três cenários:

Cenário 1: venda do produto a partir de componentes importados

Cenário 2: venda do produto a partir de componentes nacionais e importados

Cenário 3: venda do produto a partir de componentes nacionais

Os Cenários 1 e 2 representam situações factíveis, cuja escolha se daria a partir do direcionamento estratégico da *spinoff*. O Cenário 1, entretanto, não seria o foco deste estudo, nem tampouco a missão da empresa, uma vez que o argumento proposto neste artigo é a nacionalização na geração de instrumentação científica; sua hipótese é utilizada para comparação. O Cenário 2 é o mais provável e o que reflete a realidade atual do projeto. Já o Cenário 3 é hipotético, uma vez que determinados padrões de qualidade e confiabilidade ainda não podem ser garantidos atualmente pela *spinoff* a partir somente de componentes nacionais. Entretanto, este último cenário é particularmente relevante para a discussão de que a demanda a partir da operação da empresa poder fomentar o desenvolvimento, no mercado local, de fornecedores especializados.

Por meio da MIP foram calculados os choques nos setores pertinentes, provocados pela alteração das demandas. O Quadro 2 apresenta o detalhamento dos impactos totais nos três cenários em termos de valor bruto da produção⁷³.

Quadro 2 – Detalhamento dos impactos totais nos 3 cenários

| Setores | Cenário 1 | | Cenário 2 | | Cenário 3 | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Choque | Impacto | Choque | Impacto | Choque | Impacto |
| 1 Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita | 0,000 | 0,015 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,021 |
| 2 Pecuária, inclusive o apoio à pecuária | 0,000 | 0,006 | 0,000 | 0,006 | 0,000 | 0,005 |
| 3 Produção florestal; pesca e aquicultura | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,005 | 0,000 | 0,009 |
| 4 Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,004 |
| 5 Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio | 0,000 | 0,020 | 0,000 | 0,043 | 0,000 | 0,070 |
| 6 Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,005 |
| 7 Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,005 |
| 8 Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca | 0,000 | 0,012 | 0,000 | 0,010 | 0,000 | 0,006 |
| 9 Fabricação e refino de açúcar | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,004 | 0,000 | 0,005 |
| 10 Outros produtos alimentares | 0,000 | 0,011 | 0,000 | 0,011 | 0,000 | 0,012 |
| 11 Fabricação de bebidas | 0,000 | 0,006 | 0,000 | 0,007 | 0,000 | 0,005 |
| 12 Fabricação de produtos do fumo | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 13 Fabricação de produtos têxteis | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,005 | 0,000 | 0,006 |
| 14 Confecção de artefatos do vestuário e acessórios | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,004 | 0,000 | 0,004 |
| 15 Fabricação de calçados e de artefatos de couro | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 |
| 16 Fabricação de produtos da madeira | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,011 | 0,000 | 0,013 |
| 17 Fabricação de celulose, papel e produtos de papel | 0,000 | 0,010 | 0,000 | 0,043 | 0,000 | 0,111 |
| 18 Impressão e reprodução de gravações | 0,000 | 0,011 | 0,000 | 0,059 | 0,000 | 0,079 |
| 19 Refino de petróleo e coquearias | 0,000 | 0,034 | 0,000 | 0,079 | 0,000 | 0,144 |
| 20 Fabricação de biocombustíveis | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,004 | 0,000 | 0,005 |
| 21 Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros | 0,000 | 0,008 | 0,000 | 0,026 | 0,000 | 0,061 |
| 22 Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos | 0,000 | 0,006 | 0,000 | 0,018 | 0,000 | 0,041 |
| 23 Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,005 | 0,000 | 0,008 |
| 24 Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,003 |
| 25 Fabricação de produtos de borracha e de material plástico | 0,000 | 0,008 | 0,000 | 0,043 | 0,000 | 0,127 |
| 26 Fabricação de produtos de minerais não-metálicos | 0,000 | 0,011 | 0,000 | 0,012 | 0,000 | 0,011 |
| 27 Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura | 0,000 | 0,008 | 0,000 | 0,021 | 0,000 | 0,038 |
| 28 Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais | 0,000 | 0,003 | 0,000 | 0,015 | 0,000 | 0,035 |
| 29 Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos | 0,000 | 0,011 | 0,016 | 0,046 | 0,000 | 0,075 |
| 30 Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos | 0,000 | 0,006 | 1,141 | 1,371 | 5,011 | 5,979 |
| 31 Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos | 0,000 | 0,005 | 0,016 | 0,052 | 0,016 | 0,138 |
| 32 Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos | 0,000 | 0,004 | 0,000 | 0,011 | 0,000 | 0,024 |
| 33 Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,004 |
| 34 Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores | 0,000 | 0,006 | 0,000 | 0,008 | 0,000 | 0,015 |
| 35 Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,002 | 0,000 | 0,003 |
| 36 Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas | 0,000 | 0,003 | 0,056 | 0,064 | 0,056 | 0,070 |
| 37 Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos | 0,000 | 0,012 | 0,006 | 0,032 | 0,006 | 0,045 |
| 38 Energia elétrica, gás natural e outras utilidades | 0,000 | 0,050 | 0,063 | 0,152 | 0,063 | 0,164 |
| 39 Água, esgoto e gestão de resíduos | 0,000 | 0,051 | 0,017 | 0,052 | 0,017 | 0,035 |
| 40 Construção | 0,000 | 0,080 | 0,000 | 0,057 | 0,000 | 0,028 |
| 41 Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas | 0,000 | 0,012 | 0,000 | 0,017 | 0,000 | 0,035 |
| 42 Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores | 0,000 | 0,068 | 0,000 | 0,291 | 0,000 | 0,796 |
| 43 Transporte terrestre | 0,000 | 0,040 | 0,000 | 0,101 | 0,000 | 0,245 |
| 44 Transporte aquaviário | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,005 | 0,000 | 0,014 |
| 45 Transporte aéreo | 0,000 | 0,009 | 0,122 | 0,142 | 0,122 | 0,156 |
| 46 Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio | 0,000 | 0,027 | 0,000 | 0,057 | 0,000 | 0,108 |
| 47 Alojamento | 0,000 | 0,007 | 0,075 | 0,084 | 0,075 | 0,088 |
| 48 Alimentação | 0,000 | 0,045 | 0,000 | 0,036 | 0,000 | 0,018 |
| 49 Edição e edição integrada à impressão | 0,000 | 0,005 | 0,002 | 0,032 | 0,002 | 0,034 |
| 50 Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem | 0,000 | 0,014 | 0,000 | 0,389 | 0,000 | 0,422 |
| 51 Telecomunicações | 0,000 | 0,039 | 0,017 | 0,096 | 0,017 | 0,134 |
| 52 Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação | 0,000 | 0,059 | 0,042 | 0,141 | 0,042 | 0,138 |
| 53 Intermediação financeira, seguros e previdência complementar | 0,000 | 0,270 | 0,000 | 0,238 | 0,000 | 0,231 |
| 54 Atividades imobiliárias | 0,000 | 0,021 | 0,084 | 0,131 | 0,084 | 0,155 |
| 55 Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas | 0,000 | 0,046 | 0,034 | 0,159 | 0,034 | 0,312 |
| 56 Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D | 0,000 | 0,029 | 0,003 | 0,039 | 0,003 | 0,074 |
| 57 Outras atividades profissionais, científicas e técnicas | 0,000 | 0,034 | 0,894 | 0,986 | 0,894 | 1,065 |
| 58 Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual | 0,000 | 0,017 | 0,010 | 0,046 | 0,010 | 0,065 |
| 59 Outras atividades administrativas e serviços complementares | 0,000 | 0,126 | 0,000 | 0,131 | 0,000 | 0,143 |
| 60 Atividades de vigilância, segurança e investigação | 0,000 | 0,037 | 0,000 | 0,034 | 0,000 | 0,031 |
| 61 Administração pública, defesa e seguridade social | 3,412 | 3,422 | 1,827 | 1,848 | 0,000 | 0,035 |
| 62 Educação pública | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,003 |
| 63 Educação privada | 0,000 | 0,006 | 0,000 | 0,012 | 0,000 | 0,014 |
| 64 Saúde pública | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 65 Saúde privada | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 66 Atividades artísticas, criativas e de espetáculos | 0,000 | 0,004 | 0,000 | 0,019 | 0,000 | 0,022 |
| 67 Organizações associativas e outros serviços pessoais | 0,000 | 0,007 | 0,000 | 0,020 | 0,000 | 0,041 |
| 68 Serviços domésticos | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| TOTAL | 3,412 | 4,770 | 4,424 | 7,357 | 6,450 | 11,792 |

Fonte: Elaboração própria a partir da MIP.

⁷³ Valor bruto da produção representa toda a receita bruta gerada na economia, ou seja, compreende a totalidade das transferências realizadas mais as vendas efetuadas mais as variações dos estoques.

A Tabela 4 mostra o resumo dos resultados obtidos e contém a descrição dos cenários, do choque aplicado, do impacto gerado e do multiplicador geral resultado da matriz.

Tabela 4 – Resultados da aplicação da MIP na estimativa de impacto econômico da *spinoff*

| Cenários | Descrição | Produção (R\$) | | |
|------------------|---|----------------|---------------|---------------------|
| | | Choque | Impacto | Multiplicador Geral |
| Cenário 1 | Todos os equipamentos são importados, a um preço unitário médio de R\$ 1.749.719,16, sendo o choque na economia causado apenas pela arrecadação de impostos (aquisição pela universidade com alíquota de 15% do imposto de importação). | 3.411.952,36 | 4.769.548,56 | 1,398 |
| Cenário 2 | A FabNS está em operação produzindo os TERS, importando apenas parte dos componentes dos equipamentos. | 4.407.508,24 | 7.357.160,58 | 1,669 |
| Cenário 3 | A FabNS está em operação e a importação dos componentes é substituída pela produção nacional, ou seja, substituição de importação via desenvolvimento de capacidade tecnológica nacional. | 6.449.610,13 | 11.791.593,35 | 1,828 |

Fonte: Elaboração própria a partir da MIP.

No Cenário 1, o choque de R\$ 3,4 milhões está relacionado ao pagamento de impostos com a importação dos equipamentos, sendo o choque aplicado ao setor “Administração pública, defesa e seguridade social”. O impacto gerado seria de R\$ 4,7 milhões na economia, o que representa um fator multiplicador de 1,398. Apesar da importação de todos os componentes, este cenário movimentaria, ainda que pouco, a economia. No Cenário 2, o choque é aplicado em 17 setores da economia, com valor de R\$ 4,4 milhões, o que causaria um impacto de R\$ 7,3 milhões. O fator multiplicador geral neste caso é de 1,668. No Cenário 3, onde todos os componentes seriam adquiridos nacionalmente para a montagem, produção e venda do equipamento, o choque é de R\$ 6,4 milhões em 16 setores da economia. Neste caso, exclui-se o setor impactado pelos impostos de importação (“Administração pública, defesa e seguridade social”), em relação ao Cenário 2. O choque para o Cenário 3 causa um impacto de R\$ 11,8 milhões na economia, com fator multiplicador geral de 1,828.

Destaca-se que nesta análise preliminar, para todos os cenários, consideraram-se apenas os investimentos ou desembolsos a serem realizados para a produção dos equipamentos e não as receitas advindas da atividade. Portanto, as projeções mostradas podem ser consideradas como um limite inferior dos impactos totais⁷⁴. Os setores impactados em cada um dos cenários podem ser observados no quadro 2. Cabe ressaltar que o crescimento dos diversos setores, apesar da ausência de investimento direto, demonstra a interdependência entre os setores como preconizado por Leontief.

6. Considerações Finais

O cenário do desenvolvimento científico brasileiro, no qual a pesquisa acadêmica foi instalada tardiamente e com base produtiva dominada, em setores-chave, por multinacionais, levou a um quadro de baixa inovação para o tamanho da economia brasileira. A compra de equipamentos científicos de alta tecnologia para a pesquisa acadêmica no Brasil é realizada, na maioria das vezes, por meio de financiamento de órgãos de fomento através de aquisição internacional. A participação do Estado no apoio à inovação não é apenas desejável, é condição *sine qua non* para o desenvolvimento rumo à sociedade do conhecimento.

No caso analisado neste artigo, demonstrou-se que a criação de uma *spinoff* para a venda de 13 equipamentos para TERS, para o segmento de clientes do mercado acadêmico, causaria um impacto de aproximadamente R\$ 7,3 milhões (Cenário 2), mesmo com parte dos componentes importados. Em comparação à importação total do equipamento, o Cenário 2 é mais favorável que o

⁷⁴ As projeções de um modelo de insumo-produto já são sobrevalorizadas em razão dos preços serem rígidos e, portanto, não captar efeitos de substituição entre os insumos. Como se trata de um modelo de equações lineares em um ambiente econômico com hipóteses de retornos constantes de escala e oferta ilimitada de insumos, os cenários elaborados apresentam resultados proporcionais e similares em termos de estrutura, apenas com modificações nos valores das variações projetadas.

Cenário 1, ou seja, produzir os equipamentos no país movimenta mais a economia que importá-los, mesmo que o valor dos impostos seja elevado.

Os resultados obtidos com a análise da aplicação da MIP ao estudo de caso da criação de *spinoff* para a venda de equipamentos TERS indicam que o investimento em empresas de base tecnológica de instrumentação a partir do conhecimento gerado na universidade é de relevante impacto econômico e deveria ser foco de políticas públicas específicas no país. O argumento se fortalece quando se considera os outros transbordamentos possíveis com a produção nacional: formação de recursos humanos especializados, fomento à criação de fornecedores de componentes de alto valor agregado, fluxo de conhecimento entre os atores da cadeia de valor e soberania científica e industrial.

Ao integrar atores (academia, governo, indústria) e grandes áreas do conhecimento (ciência, engenharia, metrologia, economia), o campo da instrumentação pode assumir um protagonismo na agenda da inovação tecnológica de um país, como é o caso da Alemanha e dos Estados Unidos. Sob a perspectiva socioeconômica, deter o conhecimento de tecnologias de instrumentação é sinônimo de soberania e competitividade científica e industrial para um país. Neste trabalho, além de apontar a relevância do tema, demonstrou-se que o investimento governamental em estruturas para gerar instrumentação de alta tecnologia pode ser superavitário. Em adição à perspectiva econômica, os transbordamentos do investimento chegariam também à formação de recursos humanos, construção de uma indústria forte de fornecedores especializados, fluxo de informação, conhecimento e aprendizado entre setores diretamente envolvidos, para citar alguns. Apesar de não ser medido diretamente, esses elementos reforçam uma função importante da universidade, pois é dela o papel essencial, e praticamente exclusivo, de treinamento de mão-de-obra qualificada, principalmente de cientistas e engenheiros que serão absorvidos pelas firmas. O desempenho da *spinoff*, dentro do sentido de eficiência schumpeteriana, passa a ser explicado, em primeiro lugar, pelos recursos que possui e, em segundo, pelo conhecimento e capacitações que foram acumulados e que estão incorporados em seus ativos e em suas rotinas, principalmente as dinâmicas.

A ideia do negócio na universidade se beneficia por terem acesso a novos conhecimentos e ao avanço científico, talvez abrindo novas oportunidades a serem exploradas, principalmente por meio de uma atividade de pesquisa continuada. Em segundo, por ter acesso aos laboratórios e equipamentos das universidades, além de acesso a recursos humanos altamente qualificados, inclusive para identificação de alunos para recrutamento futuro. As universidades, por outro lado, adquirem maior competência ao conhecer os problemas reais, conhecendo a realidade empresarial e os problemas existentes e, assim, obtendo novas informações para suas atividades de ensino, incorporando novas informações nos processos de ensino e pesquisa, principalmente para a pós-graduação. Além disso, a interação com empresas abre a possibilidade para geração de rendas adicionais para os pesquisadores universitários e para os centros de pesquisa, permitindo, inclusive, a expansão das expectativas profissionais dos pesquisadores individuais.

Esse estudo mostra que, com a nacionalização da produção de bens de consumo ou capital, é possível amenizar o processo de dependência tecnológica. Através da estruturação de um setor industrial voltado para a produção de bens de capital e consumo, e políticas públicas voltadas ao estímulo à criação de empresas nacionais de alta tecnologia, o investimento em ciência torna-se superavitário, independentemente dos resultados científicos, tecnológicos ou de inovação advindos da pesquisa relacionada. Defende-se, ainda, que esta é uma transformação necessária no ambiente de inovação brasileiro, caso queira-se adotar o conhecimento como base para o desenvolvimento científico e tecnológico. Em nanociência e nanotecnologia, esta transformação faz-se especialmente necessária, por ser um campo tecnológico que está em sua infância.

7. Referências

- ALVES, Oswaldo Luiz. Nanotecnologia e desenvolvimento. Campinas, SP: LQES NEWS, 2005.
- ARROW, K. J. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: NELSON, R. *The rate and direction of inventive activity*. NBER: Princeton University Press, 1962, p. 609-629.
- ASSAD, A. L. D. **Integração Universidade-Empresa: buscas e desafios em época de globalização**. In: Instituto Brasileiro Informação em C&T. (Org.). *Interação Universidade-Empresa*. Brasília: IBICT, 1998.
- BEAMS, R.; CANÇADO, L.G.; OH, S-H.; JORIO, A., NOVOTNY, L. *Spatial coherence in near-field Raman scattering*. Physical Review Letters, 113, 186101 (2014).
- BERNAL, J.D. *The Social Function of Science*. London: Routledge & Kegan Paul, 1939.
- CANÇADO, L.G.; JORIO, A.; ISMACH, A.; JOSELEVICH, E.; HARTSCHUH, A.; NOVOTNY, L. *Mechanism of near-field Raman enhancement in one-dimensional systems*. Physical Review Letters 103, 186101 (2009).
- CANO-MARQUEZ, A. G.; SCHMIDT, W.G.; RIBEIRO-SOARES, J.; CANÇADO, L.G.; RODRIGUES, W.N.; SANTOS, A.P.; FURTADO, C.A.; AUTRETO, P.A.S.; PAUPITZ, R.; GALVÃO, D.S.; JORIO, A. *Enhanced Mechanical Stability of Gold Nanotips through Carbon Nanocone Encapsulation*. *Sci. Rep.* **5**, 10408; doi: 10.1038/srep10408 (2015).
- CARDONA, M. Ed. *Light Scattering in Solids*. Springer Topics in Applied Physics. First Ed. 1983.
- CASSIOLATO, J. e ALBUQUERQUE, E. M. **Cooperação empresa-universidade: uma revisão geral**. In: Instituto Brasileiro Informação em C&T. (Org.). *Interação Universidade-Empresa*. Brasília: IBICT, 1998.
- DAGNINO, R. **A relação universidade-empresa no Brasil e o ‘argumento da Hélice Tripla’**. *Convergência*, v. 11, n. 35, 2004.
- FEIJÓ, Carmem Aparecida; RAMOS, Roberto Luis Olinto (Org.). **Contabilidade Social: a nova referência das contas nacionais do Brasil**. 3 ed. rev. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2007, 326 p.
- FERRARI, M. A. R. **A Economia Evolucionária Neo-schumpeteriana e o Novo Institucionalismo: Em Busca de Explicações para a Mudança Tecnológica e Institucional**. Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Política. Vitória, 2006.
- FERREIRA, Paulo J.; ALBUQUERQUE, José Maria. A nova economia: nanotecnologia. *Jornal Público*, v. 20, 2005.
- FRANÇA, T. C. V. **Redes de Difusão Universidade-Empresa: um estudo exploratório para a UFSC**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. *A Economia da Inovação Industrial*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2005.
- GEIM, Andre K.; NOVOSELOV, Konstantin S. The rise of graphene. *Nature materials*, v. 6, n. 3, p. 183-191, 2007.
- GUILHOTO, J. J. M. (2011). **Análise de Insumo-Produto: Teoria, Fundamentos e Aplicações**. Livro em Elaboração. Departamento de Economia. FEA-USP. Disponível em <http://mpr.ub.unimuechen.de/32566/2/MPRA_paper_32566.pdf>. Acesso em: 01 de mar. 2012.
- GUILHOTO, J.J.M., U.A. SESSO FILHO. “Estimação da Matriz Insumo-Produto a Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais”. *Economia Aplicada*. Vol. 9. N. 2. pp. 277-299. Abril-Junho, 2005.

_____. "Estimação da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005". *Economia & Tecnologia*. UFPR/TECPAR. Ano 6, Vol 23, Out, 2010.

HARTSCHUH, A. et al. "High-resolution near-field Raman microscopy of single-walled carbon nanotubes." *Physical Review Letters* 90.9 (2003): 095503.

JORIO, A. et al. Microscopy and spectroscopy analysis of carbon nanostructures in highly fertile Amazonian anthrosoils. *Soil and Tillage Research*, v. 122, p. 61-66, 2012.

JORIO, A et al. Symmetry-derived selection rules for plasmon-enhanced Raman scattering. *Physical Review B* 2017. Submetido.

KURESKI, R.; NUÑEZ, B. C; RODRIGUES, R. L. Multiplicadores de emprego e renda da indústria brasileira de celulose, papel e gráfica em 2003: uma aplicação da matriz de insumo-produto In: **Anais do Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, 45, 2007, Londrina – PR: SOBER, 2007, 19 p.

MACIEL, Indhira O. et al. Electron and phonon renormalization near charged defects in carbon nanotubes. *Nature materials*, v. 7, n. 11, p. 878-883, 2008.

MAIA, M. das G. S. F. **A Integração Universidade/Empresa como Fator de Desenvolvimento Regional: Um Estudo da Região Metropolitana de Salvador**. Tese de Doutorado. Barcelona: UB, 2005.

MCTI. **Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**. Indicadores de Ciência e Tecnologia. Brasília, DF, 2017.

MIRANDA, A.M.; CASTILHO-ALMEIDA, E.W.; FERREIRA, E.H.M.; MOREIRA, G.F.; ACHETE, C.A.; ARMOND, R.A.S.Z.; DOS SANTOS, H.F.; JORIO, A. *Line shape analysis of the Raman spectra from purê and mixed biofuels esters compounds*. *Fuel* 115 (2014) 118-125.

MORANDI, A. M. *et al.* Convergência de Renda e dinâmica regional no Espírito Santo. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DO ESPÍRITO SANTO, 3, 2012, Vitória. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.encontroeconomiaes.com/index.html>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

NELSON, R. The simple economics of basic scientific research (1959). In: MIROWSKI, P.; SENT, E-M. (Ed.). *Science bought and sold: essays in the economics of science*. Chicago: University of Chicago, 2002.

NOVOSELOV, Konstantin S. et al. A roadmap for graphene. *Nature*, v. 490, n. 7419, p. 192-200, 2012.

NOVOTNY, Lukas. The history of near-field optics. *Progress in optics*, v. 50, p. 137, 2007.

PAGANO, M.C.; RIBEIRO-SOARES, J.; CANÇADO, L.G.; FALCÃO, N.P.S.; GONÇALVES, V.N.; ROSA, L.H.; TAKAHASHI, J.A.; ACHETE, C.A.; JORIO, A. *Depth dependence of black carbon structure, elemental and microbiological composition in anthropic Amazonian dark soil*. *Soil & Tillage Research*, v. 155, p. 298-307, 2016.

PIKETTY, T. *Capital in the twenty-first century*. 2014.

RAMAN, C. V. "A new radiation". *Indian J. Phys.* 2: 387–398. 1928.

RAPINI, M. S. **Interação universidade-indústria no Brasil: uma análise exploratória a partir do diretório dos grupos de pesquisa do CNPq**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 2004.

RAPPEL, E. **Integração universidade-indústria: os “porquês” e os “comos”**. In: Instituto Brasileiro Informação em C&T. (Org.). *Interação Universidade-Empresa*. Brasília: IBICT, 1999.

- RIBEIRO-SOARES, J. et al. The use of Raman spectroscopy to characterize the carbon materials found in Amazonian anthrosoils. *Journal of Raman Spectroscopy*, v. 44, n. 2, p. 283-289, 2013.
- RODRIGUES, Ariano De Giovanni; GALZERANI, José Cláudio. Espectroscopias de infravermelho, Raman e de fotoluminescência: potencialidades e complementaridades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 4, p. 4309-1, 2012.
- ROSENBERG, N. *Quão exógena é a ciência?* In: *Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia*. Tradutor: José Emílio Maiorino – Campinas, SP: Editora Unicamp, 2006, 215-241.
- ROSENBERG, N. *Scientific instrumentation and university research*. In: *Exploring the Black Box: Technology, economics and history*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1982, 250-263.
- RYZHIKOVA, E.; KAZAKOV, O.; HALAMAKOVA, L.; CELMINS, D.; MALONE, P.; MOLHO, E.; ZIMMERMAN, E.A.; LEDNEV, I.K. *Raman spectroscopy of blood serum for Alzheimer's disease diagnostics: specificity relative to other types of dementia*. *J Biophotonics*. 2015 July; 8(7): 584-596.
- SCHRADER, B. (Ed.). *Infrared and Raman spectroscopy: methods and applications*. John Wiley & Sons, 2008.
- SESSA, C. B. **Uma abordagem integrada da Economia Evolucionista e da Nova Economia Institucional para entendimento da relação universidade-empresa: o caso NEXEM/UFES**. Dissertação de Mestrado. Vitória: UFES/ME, 2009.
- SHINN, T. *Scientific instrumentation, history and sociology of*. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2001, pp. 13737-13741.
- SBF. **Sociedade Brasileira de Física**. A Física e o desenvolvimento nacional. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Brasília, DF, 2012.
- STÖCKLE, R.M.; SUH, Y.D.; DECKERT, V.; ZENOBI, R. *Nanoscale chemical analysis by tip-enhanced Raman Spectroscopy*. *Chem. Phys. Lett.* 318 (2000): 131-36.
- SYNGE, E. H. "A suggested model for extending microscopic resolution into the ultra-microscopic region," *Phil. Mag.*, vol. 6, pp. 356–362, 1928.
- VASCONCELOS, T.L.; ARCHANJO, B.S.; FRAGNEAUD, B.; OLIVEIRA, B.S.; RIIKONEN, J.; LI, C.; RIBEIRO, D.S.; RABELO, C.; RODRIGUES, W.N.; JORIO, A.; ACHETE, C.A.; CANÇADO, L.G. *Tuning Localized Surface Plasmon Resonance in Scanning Near-Field Optical Microscopy Probes*. *ACS Nano* 9, 6297 (2015)
- VOGT, C. e CIACCO, C. **O papel do Instituto Unimep nas relações universidade e empresa**. In: Instituto Brasileiro Informação em C&T. (Org.). *Interação Universidade-Empresa*. Brasília: IBICT, 1998.
- VON HIPPEL, E. *The Sources of Innovation*. Oxford University Press, Oxford, UK (1988).
- WESSEL, J., "Surface-enhanced optical microscopy," *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 2, pp. 1538–1540, 1985.
- WOLFFENBUTTEL, A. P. **Incubadoras universitárias de empresas: um estudo de caso na incubadora de empresas de base tecnológica da UNISINOS**. Dissertação de Mestrado em Administração. Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- YEO, B-S.; STADLER, J.; SCHMID, T.; ZENOBI, R.; ZHANG, W. Tip-enhanced Raman spectroscopy – its status, challenges and future directions. *Chemical Physics Letters* 472 (2009) 1-13.
- ZHANG, M.Q.; WANG, R.; WU, X.B., WANG, J. *Principle, systems, and applications of tip-enhanced Raman spectroscopy*. *Sci. China Phys. Mech. Astron.* August 2012 Vol.55 N°8: 1335-1344.

Sessão IV:

TEORIA ECONÔMICA E MÉTODOS QUANTITATIVOS

II ENCONTRO DE
ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

AVALIANDO O NEXO CAUSAL ENTRE CRÉDITO RURAL E CRESCIMENTO AGROPECUÁRIO EM DIFERENTES FAIXAS DE FREQUÊNCIA: EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL

Fábio Rodrigues de Moura (UFS)

RESUMO

O nexo causal entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico vem ganhando destaque na literatura desde o início dos anos 1990. As principais linhas teóricas nessa área buscam demonstrar qual a significância da relação e o sentido da causalidade, se houver. Causalidade unidirecional no sentido do desenvolvimento financeiro para o crescimento econômico, bicausalidade entre ambos, e causalidade reversa, no sentido do crescimento para o desenvolvimento financeiro, são as principais hipóteses testadas nas pesquisas empíricas. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o nexo causal entre crédito (como um indicador do desenvolvimento financeiro) e crescimento econômico no setor agropecuário brasileiro. Sob a hipótese de não linearidade na relação, foi testada a causalidade do tipo Granger no domínio da frequência, com o uso do método de Breitung e Candelon (2006) (causalidade pointwise). Os resultados mostram causalidade unidirecional do crédito para o crescimento do produto agropecuário em frequências médias do espectro. Não obstante, evidências de causalidade reversa, no sentido do crescimento agropecuário para o crédito rural não foi observada em nenhuma frequência.

Palavras-chave: Granger causalidade; Crédito rural; Crescimento agropecuário; Domínio da Frequência

ABSTRACT

The finance and growth nexus literature has been gaining prominence in the academy since early 1990s. The main theoretical branches in this area try to evaluate if the relationship between financial development and economic growth is significant, and what is the direction of causality, if any. Causality running from financial development to economic growth, bi-causality and reverse causality from finance to economic growth are the main hypotheses tested in empirical research. This paper aims to assess the causal linkage between credit (as an indicator of financial development) and growth in Brazilian rural sector. Assuming non-linearity, we test Granger causality in the frequency domain using the framework developed by Breitung e Candelon (2006) (pointwise causality) and Breitung e Schreiber (2016) (causality within a frequency band). Ours results show that the evidence of causality is highly sensitive to structural breaks specification in credit. Causality running from rural credit to agricultural growth is found in some frequencies of the spectrum. Evidence of reverse causality, from agricultural growth to rural credit, in contrast, is not found.

Keywords: Granger causality; Rural Credit; Agricultural growth, Frequency Domain

Classificação JEL: Q18, Q14

1 Introdução

A concessão de crédito rural no Brasil vem crescendo continuamente ao longo da última década. Entre 1999 e 2015, o financiamento total concedido a produtores e cooperativas, incluindo agricultura familiar, cresceu a uma taxa média nominal de 17,99% por ano-safra. Em termos reais (IGP-DI), o crédito obtido pelos agricultores cresceu em média 9,27% por ano-safra nesse período. O PIB da

agropecuária, por sua vez, cresceu em média 11,16% em termos nominais e 2,95% em termos reais por ano-safra entre 1999 e 2015. Como resultado, o valor concedido de crédito rural como proporção do PIB agropecuário aumentou de 23,96% no ano-safra 1999/2000 para 58,60% no ano-safra 2015/2016.

O Plano Agrícola e Pecuário, ou Plano Safra, é o instrumento de política agrícola do Governo Federal para a concessão de crédito aos agricultores. O Plano Safra 2015/2016, cuja vigência abrange o período de julho de 2015 a junho de 2016, disponibilizou um montante de R\$ 187,7 bilhões à agricultura empresarial, via linhas de custeio, comercialização e investimento, e mais R\$ 28,9 bilhões para a agricultura familiar, via Pronaf, totalizando R\$ 216,6 bilhões de recursos programados para o financiamento rural, o que significou um aumento de 20,20% na oferta de crédito em relação ao Plano Agrícola e Pecuário da safra 2014/2015. Já o Plano Agrícola e Pecuário 2016/2017 destinará R\$ 185 bilhões à agricultura empresarial, e R\$ 30 bilhões para a agricultura familiar.

Desde o ano-safra 1999/2000, a safra 2016/2017 foi a primeira em que se observou uma redução nominal no volume de recursos do Plano Agrícola e Pecuário destinado à agricultura empresarial. Não obstante, entre os anos-safra 1999/2000 e 2015/2016, a taxa de crescimento média anual dos recursos programados para o crédito rural foi de 22,57% em termos nominais, e 13,51% em termos reais (IGP-DI).

À luz da moderna teoria sobre a relação entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o nexos causal entre o crédito rural e o crescimento do produto agropecuário no Brasil. Será utilizada a abordagem desenvolvida por Breitung e Candelon (2006) e Breitung e Schreiber (2016) para testar a causalidade do tipo Granger nos ciclos do crédito rural e do produto agropecuário.

O teste de Breitung e Candelon (2006) testa a causalidade no domínio da frequência, o que permite identificar a existência de não linearidade no nexos causal entre crescimento agropecuário e crédito rural, isto é, se a direção e/ou significância do nexos causal modifica-se a depender da frequência analisada (baixa, média ou alta frequência).

Os resultados mostram, sem ambiguidade, causalidade unidirecional na direção do crédito rural para o crescimento agropecuário. Contudo, a evidência de causalidade reversa, no sentido do crescimento agropecuário para o crédito do setor, não é encontrada em nenhuma das frequências do espectro.

2 O Nexos causal entre crédito e crescimento econômico, e evidências para o setor agropecuário no Brasil

A base teórica moderna sobre a importância do crédito para o crescimento e desenvolvimento econômico remonta à obra clássica de Joseph Schumpeter, de 1911, “A Teoria do Desenvolvimento Econômico”. Em sua tese, Schumpeter elucida o papel dos empresários como os principais agentes capazes de gerar desenvolvimento econômico através de inovações (no sentido schumpeteriano, desenvolvimento econômico como mudanças endógenas e descontínuas nos canais que geram o fluxo da renda, as quais alteram permanentemente o estado de equilíbrio previamente existente). O sistema econômico evolui através das ações empreendedoras inovativas, na busca por novas oportunidades de lucro; contudo, muitas vezes o empresário não dispõe do capital necessário para produzir novas combinações, o que o faz recorrer ao crédito (SCHUMPETER, 1983). Na realidade, Schumpeter defende a ideia de que os empresários são os agentes tipicamente devedores em uma economia de mercado, já que aqueles que desejam empreender não costumam poupar para obter os meios necessários para se criar novas combinações. O crédito exerce um papel fundamental no ciclo de negócios ao ligar o desejo da atividade inovativa à efetiva criação de novos canais de produção.

Na concepção schumpeteriana, os intermediários financeiros, por meio da sua capacidade de avaliar projetos e prospectar riscos, destinam crédito aos empresários com maior probabilidade de gerar novos produtos. Como os empresários são os principais atores no processo de desenvolvimento econômico, haveria um nexos causal entre o desenvolvimento do sistema financeiro e o crescimento econômico, onde a causalidade corre no sentido do primeiro para o segundo.

O debate acadêmico sobre a relação entre crédito e crescimento econômico que se seguiu após Schumpeter desenvolveu-se em diversas linhas teóricas distintas no que toca à significância da relação e direção da causalidade.⁷⁵ O corpo teórico se expandiu, e o crédito passou a ser analisado como um dos vários componentes do sistema financeiro que potencialmente mantém um nexo causal com o crescimento econômico. A literatura se fundamenta na importância (ou não) do desenvolvimento financeiro, entendido, de forma mais ampla, como o aumento no volume, eficiência e acesso aos mais diversos serviços de intermediação financeira, incluindo as transações no mercado acionário. Não obstante, o nível de crédito é assumido como uma das principais proxies do desenvolvimento financeiro (LEVINE; ZERVOS, 1998).

Dentre as linhas teóricas que analisam o nexo causal entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico, cinco ocupam espaço de destaque na literatura:

- i. O desenvolvimento das atividades de intermediação financeira como causador do crescimento;
- ii. O crescimento econômico como causador do desenvolvimento financeiro;
- iii. A bicausalidade entre desenvolvimento financeiro e crescimento;
- iv. O desaparecimento dos efeitos do desenvolvimento financeiro sobre o crescimento econômico a partir de certo estágio de crescimento do país (*vanishing effects*);
- v. O debate sobre o nível excessivo de intermediação financeira (*too much finance*), hipótese na qual o sistema financeiro apresenta um tamanho ótimo, que depende das características específicas de cada país, e sua contribuição sobre o crescimento econômico depende da distância em que se encontra do tamanho ótimo. A contribuição dos serviços de intermediação financeira sobre o crescimento econômico, via oferta de crédito, por exemplo, é positiva ao longo da trajetória do sistema financeiro até o seu nível ótimo, a partir do qual sua influência sobre o crescimento torna-se negativa.

As hipóteses sobre a relação entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico vêm sendo sistematicamente testadas por um crescente número de estudos empíricos ao longo das últimas duas décadas. Concentrando-se no crédito como indicador do desenvolvimento financeiro, muitas pesquisas são capazes de identificar seu efeito positivo sobre o crescimento econômico, evidenciando ligações de curto e longo prazo. No entanto, os resultados dificilmente convergem para uma linha teórica única. Ao se avaliar os trabalhos publicados, fica claro que as estimativas do efeito do crédito sobre o crescimento econômico são bem sensíveis à estratégia empírica adotada. Especificação econométrica, forma funcional do modelo e janela temporal da amostra são alguns dos fatores determinantes para a diversidade de resultados encontrados.

Além disso, os estudos se dividem entre aqueles que buscam estimar a relação de influência do crédito sobre o produto, e aqueles que buscam testar se há causalidade dinâmica entre essas variáveis, e qual o sentido. Testar a Granger causalidade entre crédito e crescimento econômico não só nos permite identificar a hipótese teórica mais plausível que se opera no local do experimento, i.e, se o crédito direciona o produto, se ocorre o reverso, ambos, ou se não há causalidade, mas também oferece suporte para advogar a discussão sobre as políticas públicas voltadas ao mercado de crédito.

As evidências para o Brasil, em nível agregado para as séries de crescimento e crédito, apontam, em geral, causalidade unidirecional no sentido do crédito para o produto real do país, ou bicausalidade entre ambos (DAL COLLE, 2010; MARQUES JR; PORTO JR, 2004; MATOS, 2002). Em menor nível de agregação, há também evidências de causalidade na direção do crédito para o produto dos estados brasileiros (ROCHA; NAKANE, 2007). Outra boa seleção de trabalhos produzidos por pesquisadores nacionais, embora não testem a causalidade no sentido Granger, obtêm estimativas de um impacto positivo e significativo do crédito sobre o crescimento econômico dos estados e municípios brasileiros (KROTH; DIAS, 2006; MISSIO; JAYME JR; OLIVEIRA, 2015; entre outros). Por outro lado, há

⁷⁵ Para uma resenha sobre a evolução do pensamento teórico e das aplicações empíricas sobre o nexo entre desenvolvimento financeiro e crescimento, ver Ang (2008).

estudos com painel de países que não detectam efeito significativo do crédito sobre o crescimento econômico, no qual o Brasil faz parte da amostra (MHADHBI, 2014).

Sensivelmente menor é o número de estudos que analisam o efeito do crédito rural sobre o produto agrícola dos países. Esse número se reduz ainda mais se o interesse for nonexo causal entre crescimento agrícola e crédito rural. Para o Brasil, dois estudos com o objetivo de testar a Granger causalidade entre crédito rural e produto agropecuário foram detectados. Melo, Marinho e Silva (2013) testaram a Granger causalidade das séries agregadas de crédito rural e produto agropecuário em base trimestral, para o período 1995-2009, utilizando uma especificação VAR, e Cavalcanti (2008) testou a Granger causalidade em um painel formado pelos dados anuais de crédito rural e produção agropecuária de 5240 municípios no período 1999-2004. No primeiro, identificou-se bicausalidade entre o crédito rural e o PIB agropecuário do país. No segundo, identificou-se causalidade unidirecional do produto agropecuário para o crédito rural de cada município.

A identificação de causalidade entre crédito e crescimento é algo complexo e de intenso debate na literatura, pois envolve diferenças entre as ligações de curto e longo prazo dessas variáveis, além da possível não linearidade na relação. Entende-se que é possível avançar em termos da estratégia empírica, do período amostral e dos métodos para se testar a causalidade entre as séries temporais de crédito rural e PIB agropecuário, se comparado aos trabalhos existentes no país. Novos resultados, com técnicas mais robustas, e em linha com a abordagem empírica mainstream que avalia o nexo causal entre crédito e crescimento econômico, poderão dar suporte à conclusão de bicausalidade, como em Melo, Marinho e Silva (2013), ou poderão ir em linha diversa, como na encontrada por Cavalcanti (2008). Ambos utilizam uma pequena janela temporal, se comparada aos períodos amostrais usualmente empregados nos trabalhos da área de desenvolvimento financeiro e crescimento (40 anos ou mais), o que já se torna um ponto de partida para questionar as conclusões dos referidos trabalhos.

As idiosincrasias do setor rural amplamente debatidas na literatura econômica fortalecem a motivação em se estudar o nexo causal entre crédito rural e crescimento agropecuário. A alta heterogeneidade entre os produtores agrícolas, seja no modelo de produção, tamanho, patrimônio líquido e localização geográfica, e a influência determinante das condições climáticas, são fatores que potencializam as assimetrias de informação (risco moral, seleção adversa) entre tomadores e emprestadores, gerando imperfeições no mercado de crédito rural distintas das encontradas em outros setores. As características do setor rural elevam a expectativa média dos ofertantes de crédito quanto à possibilidade de default dos produtores. A dispersão geográfica e as assimetrias de informação quanto à capacidade produtiva e quanto ao histórico de sucesso dos produtores elevam os custos de monitoramento e a necessidade de colateral. Como explicam Swinnen e Gow (1999), os custos de transação no mercado de crédito rural podem ser tão altos que o racionamento de crédito e elevadas taxas de juros acabam se tornando as respostas ótimas dos emprestadores aos problemas de assimetria de informação.

As políticas governamentais de subsídio ao custo do empréstimo visam aliviar os elevados custos de transação e disseminar o crédito no mercado rural. O Plano Safra do Governo Federal justifica-se, do ponto de vista da política agrícola, na medida em que o acesso ao crédito, em especial a pequenos e médios produtores, comprova-se essencial para a composição do produto no setor rural. Logo, a causalidade unidirecional do crédito rural para o produto agropecuário e a causalidade bidirecional são, portanto, as hipóteses a serem testadas.

3 Crédito rural e produto Agropecuário Brasileiro

O crédito rural é o grande fundamento da política agrícola no Brasil. A política de crédito rural pode ser entendida como um conjunto de mecanismos de suporte governamental que permitem o financiamento aos produtores em condições especiais, sobretudo no que tange às taxas de juros e ao prazo dos empréstimos.

O crédito rural se divide em três linhas (ou finalidades): crédito de custeio, crédito de investimento e crédito de comercialização. O crédito de custeio tem como finalidade fornecer capital de giro para o ciclo produtivo, da compra de insumos à fase de colheita. O crédito de investimento tem como finalidade a aplicação em bens e serviços duráveis. O crédito de comercialização tem como finalidade cobrir as despesas após a coleta da produção, de forma a garantir o abastecimento e o armazenamento, ou para converter em espécie os títulos oriundos da venda ou entrega da produção pelos produtores ou suas cooperativas.

As fontes de recursos para a concessão do crédito rural são classificadas em duas categorias: recursos controlados e recursos não controlados. Os recursos controlados são aqueles que contam com taxa de juros fixada pelo Governo. O subsídio à taxa de juros nos contratos de crédito rural com recursos controlados ocorre por meio de instrumentos como os aportes do Tesouro Nacional para a ETJ, os recursos oriundos dos fundos constitucionais de financiamento regional, e a exigibilidade bancária sobre os depósitos à vista e sobre a poupança rural, definida como a obrigação legal das instituições financeiras em manter aplicado em crédito rural um percentual dos valores dos depósitos à vista e da poupança rural. Por meio dos recursos controlados, o Governo busca fixar as taxas de juros cobradas nos contratos de crédito rural em patamar inferior às taxas médias de mercado.

Segundo o Manual de Crédito Rural, os recursos controlados têm origem nos chamados recursos obrigatórios, provenientes da exigibilidade bancária sobre os depósitos à vista nas instituições financeiras;⁷⁶ nas Operações Oficiais de Crédito, sob supervisão do Ministério da Fazenda; nos recursos administrados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES); nos recursos de qualquer fonte destinados ao crédito rural, quando sujeitos à subvenção da União, sob a forma de equalização de encargos financeiros (por exemplo, recursos do FAT); nos recursos da poupança rural;⁷⁷ recursos dos fundos constitucionais de financiamento regional (Fundos Constitucionais do Centro-Oeste, do Nordeste e do Norte); e nos recursos do Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé). Do total de recursos classificados como controlados, há aqueles que contam com subvenção econômica da União, na forma de equalização da taxa de juros (ETJ). Os financiamentos de crédito rural concedidos com recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), e com parte dos recursos do BNDES e da poupança rural, contam com equalização da taxa de juros.

O Governo, por meio do Banco Central, também estipula um limite para a concessão de crédito rural com recursos obrigatórios. O limite é fixado por beneficiário, por modalidade (custeio, comercialização e investimento) e por ano-safra. Por exemplo, para o ano-safra 2015/2016 o limite de crédito de investimento por beneficiário foi fixado em R\$ 385.000,00.

Os recursos não controlados, por sua vez, são aqueles que podem ser utilizados livremente pelas instituições financeiras para a concessão de crédito rural. Nessa modalidade, a taxa de juros cobrada é livremente pactuada entre as partes. Vale ressaltar que uma parcela dos recursos com origem na poupança rural e no BNDES podem ser utilizados livremente pelas instituições nos contratos de crédito rural. No ano-safra 2014/2015, as principais fontes de recursos para a concessão do crédito rural foram os recursos obrigatórios (34,39%, não equalizáveis), a poupança rural com recursos equalizáveis (33,75%), os recursos do BNDES/FINAME equalizáveis (11,74%) e os fundos constitucionais de financiamento regional e de defesa da economia cafeeira (9,54%, não equalizáveis). Os recursos livres, incluindo recursos livres da Poupança Rural e do BNDES, corresponderam a 7,45% do crédito rural concedido no ano-safra 2014/2015.

⁷⁶ A exigibilidade dos recursos obrigatórios consiste na obrigação legal das instituições financeiras em aplicar em crédito rural um percentual da média aritmética do Valor Sujeito a Recolhimento (VSR) dos depósitos à vista, média essa que deve ser deduzida de R\$ 44 milhões. Atualmente, o percentual de exigibilidade dos recursos obrigatórios é de 34% da média do VSR, após a dedução.

⁷⁷ As instituições que estão sujeitas ao cumprimento da exigibilidade da poupança rural são o Banco da Amazônia, o Banco do Brasil, o Banco do Nordeste, os bancos cooperativos e as instituições integrantes do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE), quando operarem em crédito rural. Essas instituições devem manter aplicado em crédito rural o valor de 74% da média aritmética do VSR da poupança rural.

Na Figura 3 observa-se a participação das principais fontes de recursos do crédito rural ao longo do período 1999-2015. As séries de dados nos mostram que a poupança rural, com recursos equalizáveis, foi a fonte de recursos com maior crescimento no período, alcançando e superando os recursos obrigatórios no ano de 2015, o que mostra o aumento no peso da subvenção da União por meio da equalização das taxas de juros.⁷⁸ Houve também a redução progressiva da importância dos recursos do FAT, que em 1999 representavam 16,56% dos recursos do crédito rural, caindo para menos de 0,30% de participação em 2015.

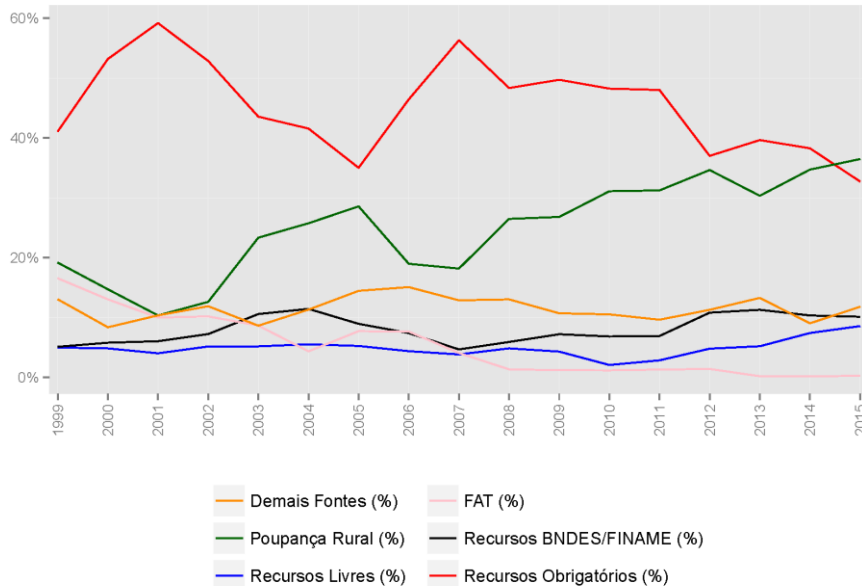


Figura 3 – Fonte de recursos do crédito rural (1999-2015): proporção de cada fonte em relação ao total
Fonte: Elaboração própria com base em dados do Bacen.

O marco institucional do crédito rural no Brasil remonta aos anos 1960, quando foi criado o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), em 1965.⁷⁹ Ao longo das cinco décadas desde a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural, o setor agropecuário internalizou diversos choques oriundos da política econômica vigente, como a forte tributação e a constante intervenção do governo na política de preços e exportação durante o modelo Cepalino de substituição de importações, os descompassos fiscais oriundos da crise da dívida e do processo inflacionário no final dos anos 1980, o choque de competitividade com a abertura da economia no início da década de 90, e a retomada do crescimento a partir da estabilização da moeda em 1994 (LOPES; LOPES; BARCELOS, 2007; WEDEKIN, 2005). A Figura 4 apresenta a trajetória do crédito rural e do PIB da agropecuária a partir de 1969, quando se inicia a série dados agregados do crédito rural disponível no Banco Central. Os valores estão em preços constantes de 2014, com o uso do deflator implícito do PIB da agropecuária.

Universidade Federal de Sergipe

⁷⁸ Os dados apresentados na Figura 3 são para os anos civis, e não para os anos-safra.

⁷⁹ Uma discussão detalhada sobre a história do crédito rural no Brasil pode ser vista em Gasques e Villa Verde (1995), Wedekin (2005), Bacha, Danelon e Bel Filho (2006), Araújo et al. (2007), Ramos e Martha Junior (2010), entre outros.

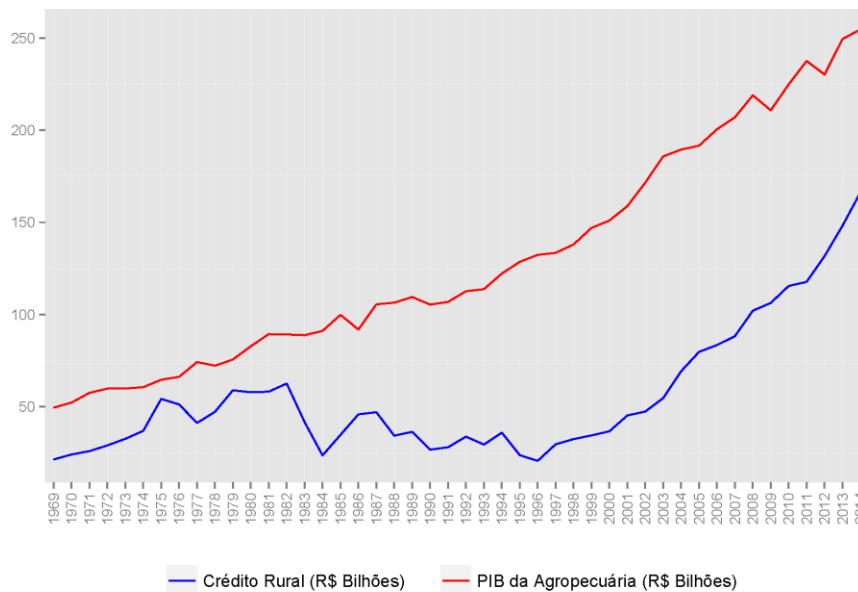


Figura 4 – Crédito rural e PIB da agropecuária (1969-2014)

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Bacen e IBGE.

Nota: Preços constantes de 2014, com o uso do deflator implícito do PIB da Agropecuária.

Devido à crise da dívida e a escalada inflacionária que permeou os anos 1980, o governo passou a reformular os mecanismos de subsídio ao crédito rural, reduzindo a participação direta via transferências do Tesouro e adotando novos instrumentos como a poupança rural e os Fundos Constitucionais. Um ponto relevante na trajetória institucional do crédito rural se deu em 1986, quando o Plano Cruzado trouxe consigo a extinção da Conta Movimento, que permitia a transferência significativa de recursos do Orçamento para o crédito rural. Outro ponto relevante foi a adoção de indexadores para a correção dos empréstimos rurais. Como as taxas de juros eram pré-fixadas, a elevada inflação gerava taxas de juros reais altamente negativas, o que se caracterizava como forte subsídio indireto (ARAÚJO et al., 2007; BACHA; DANELON; BEL FILHO, 2006).

A correção monetária aplicada sobre os empréstimos rurais agravou a problemática do endividamento dos produtores no final da década de 80. Instrumentos de política agrícola voltados ao refinanciamento da dívida rural somente foram introduzidos a partir de 1996, com o Programa de Securitização para dívidas de até duzentos mil reais, com lastro nos Títulos do Tesouro. Dívidas de valor superior passaram a ser refinanciadas com o Programa Especial de Saneamento de Ativos (PESA) em 1996. A introdução dos instrumentos de reescalonamento da dívida coincide com a retomada na trajetória de crescimento do crédito rural, conforme se observa na Figura 4 após 1996.⁸⁰

Há uma sensível diferença entre os valores reais do PIB da agropecuária e do crédito rural calculados a partir do deflator implícito da agropecuária e os valores calculados com o uso do IGP-DI. Como se observa na Figura 5, o uso do IGP-DI gera prováveis duas quebras estruturais na série histórica do PIB agropecuário: uma após 1986, com queda acumulada de 62,48% entre 1986 e 1988, e outra em 1994, com aumento de 166,99% em relação à 1993. Também se gera uma provável quebra estrutural no crédito rural após 1986, com contração acumulada de 75,84% entre 1986 e 1988. Além disso, a redução real no crédito rural entre 1982 e 1984 é muito mais acentuada com o uso do IGP-DI: queda acumulada de 45,40% entre 1982 e 1984, enquanto que, com o deflator implícito da agropecuária, a redução acumulada foi de 28,04%. Em termos nominais, o crédito rural apresentou crescimento

⁸⁰ Rezende e Kreter (2007) explicam que, a partir de 1995, o endividamento agrícola tornou-se um endividamento de longo prazo, devido à massa crescente de crédito de investimento demandado, cuja finalidade principal é a compra de máquinas e equipamentos. Se a elasticidade de substituição entre capital e trabalho for baixa, um aumento na dotação relativa de capital físico reduz a elasticidade da oferta no curto prazo, o que eleva a instabilidade da renda, sendo este um dos efeitos perversos do endividamento de longo prazo.

negativo apenas nos anos de 1995 e 1996. Após 1999, as séries de valores reais do crédito rural com base nos dois índices de preço tornam-se bem mais próximas.

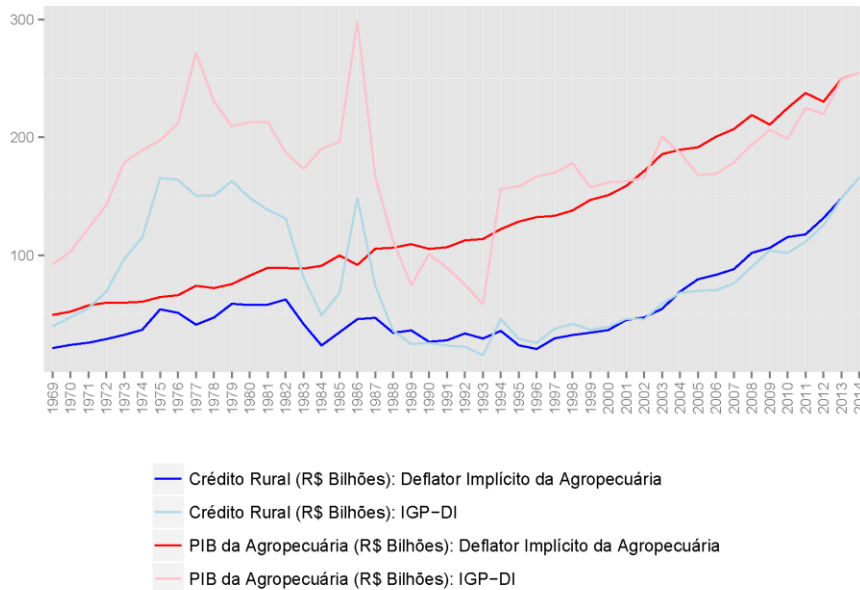


Figura 5 – Crédito rural e PIB da agropecuária (1969-2014): preços constantes de 2014 com o uso do deflator implícito da agropecuária e do IGP-DI

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Bacen e IBGE.

A Figura 6 mostra a diferença nas variações anuais do IGP-DI e do deflator implícito da agropecuária. Em 1986, o IGP-DI apresentou variação anual de 65,03%, contra 235,11% em 1985. Em 1987, o índice passou para 415%, o que ajuda a entender a diferença no comportamento das séries deflacionadas pelo IGP-DI e pelo deflator da agropecuária nesse período. O mesmo se observa na diferença de sincronia entre os índices em 1994.

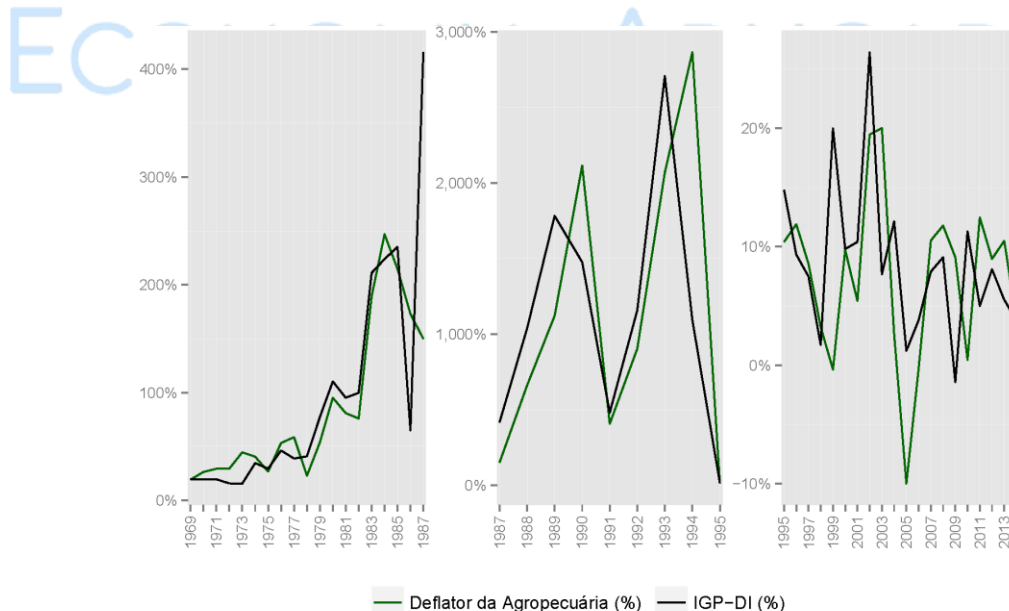


Figura 6 – Variação anual do IGP-DI e do deflator implícito do PIB da agropecuária

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE.

Entre 1982 e 1996, há uma forte redução no crédito rural como proporção do PIB da agropecuária. De acordo com a Figura 7, há uma provável quebra na tendência da razão credito/PIB do setor agropecuário entre 1982 e 1984: a razão caiu de 70,08% em 1982 para 25,74% em 1984. O maior valor

alcançado pela relação entre crédito rural e PIB agropecuário ocorreu em 1975, com 83,83%, e a menor ocorreu em 1996, quando o volume de crédito rural correspondeu a apenas 15,44% do PIB agropecuário. Com a mudança na trajetória de crescimento do crédito rural após 1996, a razão entre crédito e PIB do setor agropecuário elevou-se até alcançar 65,24% ao fim de 2014.

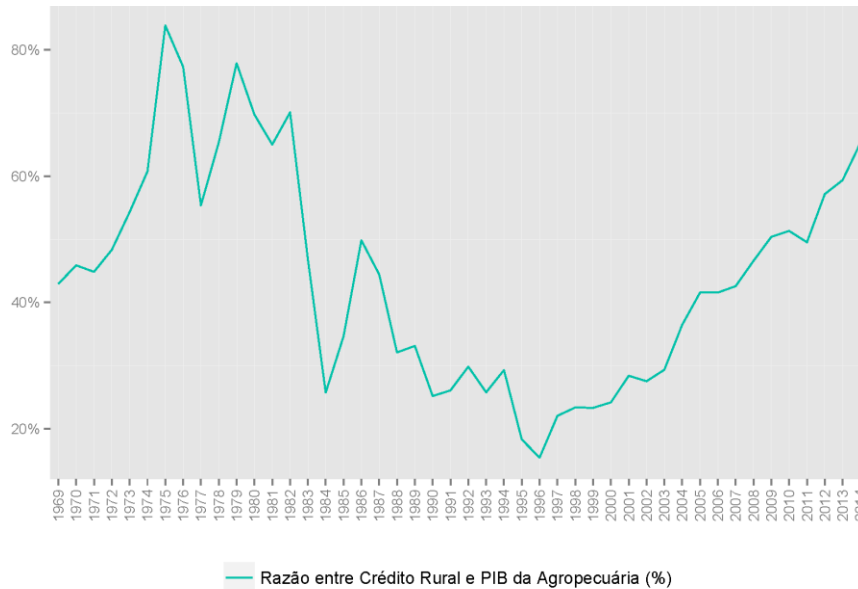


Figura 7 – Crédito rural como proporção do PIB da agropecuária (1969-2014)
Fonte: Elaboração própria com base em dados do Bacen e IGBE.

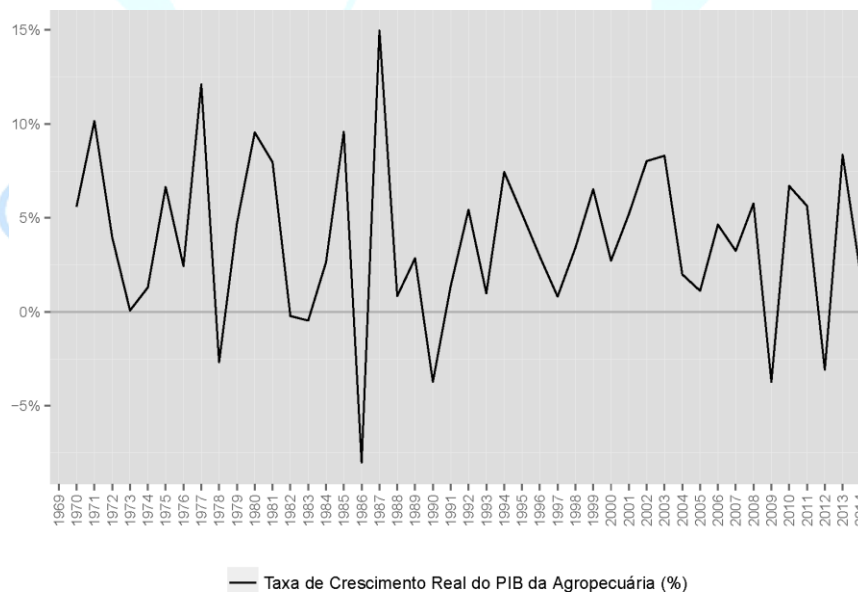


Figura 8 – Taxa de crescimento real do PIB da agropecuária (1969-2014)
Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE.

Nota: Preços constantes de 2014, com o uso do deflator implícito do PIB da Agropecuária.

Entre 1969 e 2014, a taxa de crescimento real do PIB da agropecuária apresentou valores negativos em 7 dos 48 anos, conforme se observa na Figura 8. A maior variação negativa anual no PIB agropecuário ocorreu em 1986, com queda de 8,02% em relação a 1985. No período amostral, o PIB agropecuário cresceu, em média, 3,76% ao ano, com desvio-padrão de 4,44%. O crédito rural cresceu

em média 4,68% ao ano, com desvio-padrão de 19,78%. A razão entre crédito rural e PIB Agropecuário apresentou uma média de 43,87% entre 1969 e 2014, com desvio-padrão de 17,48%.

4 Avaliando a causalidade de Granger no domínio da frequência

Testes de causalidade no domínio da frequência vêm ganhando importante espaço na literatura nos últimos anos, devido à possibilidade de flexibilizar a hipótese de causalidade ao longo das diferentes frequências dos ciclos. Um dos destaques nessa área é o método desenvolvido por Breitung e Candelon (2006), baseado na representação VAR e na representação espectral das variáveis de interesse. Por meio do método de Breitung e Candelon é possível testar se a causalidade ocorre de forma não linear entre duas variáveis, i.e, se a relação causal se modifica quando ciclos de diferentes tamanhos são considerados (baixa, média e alta frequência).

Seguindo Breitung e Candelon (2006), considere o vetor bivariado $z_t = [y_t, x_t]'$, $t = 1, K, T$, com representação VAR de ordem finita dada por

$$\Theta(L)z_t = \varepsilon_t \quad (1)$$

onde $\Theta(L) = I - \Theta_1 L - \dots - \Theta_p L^p$ é o polinômio de defasagem do sistema, L é o operador de defasagem, $L^p z_t = z_{t-p}$, ε_t é o vetor do termo de erro, assumido como ruído branco, com $E(\varepsilon_t) = 0$, $E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \Sigma$ e Σ positiva definida.

Assumindo que as variáveis são estacionárias, o sistema apresenta a seguinte representação em MA (média móvel):

$$\begin{aligned} z_t = \Phi(L)\varepsilon_t &= \begin{bmatrix} \Phi_{11}(L) & \Phi_{12}(L) \\ \Phi_{21}(L) & \Phi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \\ &= \Psi(L)\eta_t = \begin{bmatrix} \Psi_{11}(L) & \Psi_{12}(L) \\ \Psi_{21}(L) & \Psi_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (2)$$

onde $\Phi(L) = \Theta(L)^{-1}$, $\Psi(L) = \Phi(L)G^{-1}$, e G é a matriz triangular inferior da decomposição de Cholesky, onde $G'G = \Sigma^{-1}$, $E(\eta_t \eta_t') = I$ e $\eta_t = G\varepsilon_t$. Se há Granger causalidade no sentido $y_t \rightarrow x_t$, então a equação de x_t assume o formato $x_t = \Psi_{11}(L)\eta_{1t} + \Psi_{12}(L)\eta_{2t}$. Se não há causalidade, as defasagens de y não fornecem informação para o valor contemporâneo de x , de forma que $x_t = \Psi_{11}(L)\eta_{1t}$.

A densidade espectral de x_t , $f_x(\omega)$, pode ser obtida através de uma transformação de Fourier na representação MA do VAR:

$$f_x(\omega) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \left| \Psi_{11}(e^{-i\omega}) \right|^2 + \left| \Psi_{12}(e^{-i\omega}) \right|^2 \right\} \quad (3)$$

onde ω é a frequência angular. O termo $\left| \Psi_{11}(e^{-i\omega}) \right|^2$ é o componente da representação espectral de x gerado pelos seus valores defasados no VAR, e o termo $\left| \Psi_{12}(e^{-i\omega}) \right|^2$ representa o efeito explicativo das defasagens de y no espectro de x . Breitung e Candelon (2006) utilizam a seguinte medida de causalidade:

$$M_{y \rightarrow x}(\omega) = \log \left[\frac{2\pi f_x(\omega)}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] + \log \left[1 + \frac{|\Psi_{12}(e^{-i\omega})|^2}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] \quad (4)$$

A variável y não causa x na frequência ω se $|\Psi_{12}(e^{-i\omega})|^2 = 0$, isto é, se os valores defasados de y não afetam a variância do processo x na frequência ω . Nesse caso, a densidade espectral de x é dada por $f_x(\omega) = \frac{1}{2\pi} |\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2$, de sorte que a medida de causalidade resulta em

$$M_{y \rightarrow x}(\omega) = \log \left[\frac{2\pi f_x(\omega)}{|\Psi_{11}(e^{-i\omega})|^2} \right] = \log[1] = 0.$$

Para testar a hipótese nula $M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ para um dado ω , Breitung e Candelon (2006) consideram o fato de que $\Psi(L) = \Phi(L)G^{-1} = \Theta(L)^{-1}G^{-1}$ e $\Psi_{12}(L) = -\frac{g_{22}\Theta_{12}(L)}{\det[\Theta(L)]}$, onde g_{22} é o elemento (2,2) da matriz G^{-1} . Assim, outra forma de expressar que y não causa x na frequência ω é transformando $\Theta_{12}(L)$ do domínio do tempo para o domínio da frequência, $\Theta_{12}(e^{i\omega})$, e aplicando a restrição $\Theta_{12}(e^{i\omega}) = 0$. Pelo teorema de De Moivre, podemos expressar a restrição $\Theta_{12}(e^{i\omega}) = 0$ como

$$|\Theta_{12}(e^{-i\omega})| = \left| \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) - \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \sin(k\omega) i \right| = 0 \quad (5)$$

onde $\theta_{12,k}$ é o elemento (1,2) da k defasagem de $\Theta(L)$, estimada a partir da representação VAR. A hipótese nula $H_0 : M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ pode ser testada por meio da restrição conjunta

$$\sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \cos(k\omega) = \sum_{k=1}^p \theta_{12,k} \sin(k\omega) = 0.$$

Representando o VAR bivariado como

$$\begin{aligned} y_t &= \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_k y_{t-p} + \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_k x_{t-p} + \varepsilon_{1,t} \\ x_t &= \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_k x_{t-p} + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_k y_{t-p} + \varepsilon_{2,t} \end{aligned} \quad (6)$$

a hipótese $M_{y \rightarrow x}(\omega) = 0$ é equivalente à restrição linear

$$H_0 : R(\omega)\alpha = 0 \quad (7)$$

onde $\alpha = [\alpha_1, \dots, \alpha_k]'$ e $R(\omega) = \begin{bmatrix} \cos(\omega) & \cos(2\omega) & \dots & \cos(p\omega) \\ \sin(\omega) & \sin(2\omega) & \dots & \sin(p\omega) \end{bmatrix}$. Sob a nula, a estatística de teste segue aproximadamente uma distribuição $F(2, T-p)$ para $\omega \in (0, \pi)$.

A estatística $R(\omega)$ é condicionada à frequência de Fourier escolhida, calculada como $\omega_j = \frac{2\pi j}{T}$, $T = 1, \dots, K$.⁸¹ Cada frequência de Fourier corresponde ao período de um ciclo no domínio do tempo,

⁸¹ Intervalo contínuo entre T e $\frac{T}{2}$.

dado por $P_j = \frac{2\pi}{\omega_j}$. Algumas representações espectrais utilizam como frequência o inverso do período cíclico no domínio do tempo, $\frac{1}{P_j}$.

Breitung e Candelon (2006) demonstram como o teste de causalidade no domínio da frequência pode ser aplicado para uma representação VAR com mais de duas dimensões. Além disso, os autores explicam que o procedimento de Toda e Yamamoto (1995) pode ser utilizado para representar o VAR em nível quando há variáveis $I(1)$ no sistema, de forma que não é necessário diferenciar as variáveis não estacionárias para que o teste seja válido. Trabalho mais recente desenvolvido por Breitung e Schreiber (2016) ampliam o método de Breitung e Candelon, possibilitando o teste de causalidade em intervalos de frequência, sem a necessidade de especificar a priori a frequência a ser testada.

5 Avaliando o nexo causal entre crédito rural e crescimento agropecuário

A análise da potencial ligação causal entre o crédito concedido ao setor rural e o produto agropecuário no Brasil seguirá o raciocínio estabelecido na literatura sobre o nexo causal entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico. Um dos principais indicadores utilizados como proxy para o desenvolvimento financeiro de um país é a razão entre o crédito concedido ao setor privado (bancário apenas, ou bancário e não bancário) e o produto interno bruto. De forma análoga, a variável de crédito utilizada neste estudo será dada pelo volume total de crédito concedido ao setor rural como proporção do PIB agropecuário. A taxa de crescimento do produto agropecuário e o produto agropecuário em nível serão utilizados como indicadores do crescimento do setor rural.

Testes de causalidade em um ambiente bivariado estão sujeitos a forte viés causado pela omissão de variáveis relevantes. Em geral, as variáveis de controle utilizadas para testar o nexo causal entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico são obtidas a partir da literatura empírica da moderna Teoria do Crescimento, na qual os trabalhos de Robert J. Barro são seminais (BARRO, 1991; BARRO; SALA-I-MARTIN, 1992).

As variáveis utilizadas por Barro (1991) para as estimações das regressões de crescimento são classificadas em sete categorias principais: contas nacionais (PIB per capita, investimento), variáveis de educação, população e fertilidade, gastos do Governo, deflatores ou índices de preço, variáveis políticas e variáveis de comércio internacional. Para o mercado rural, buscou-se selecionar variáveis de controle que se aproximem de algumas dessas categorias.

Os dados correspondem ao período de 1969 a 2014, em base anual. O ano de 1969 foi escolhido como ponto de partida devido à indisponibilidade de dados de crédito rural em anos anteriores. As seguintes variáveis compõem o banco de dados deste estudo:

- i. PIBAGRO: PIB do setor agropecuário, em valores reais de 2014 (R\$ bilhões). Fonte: IBGE. Categoria Barro: Contas Nacionais.
- ii. CRES: Taxa de crescimento real do PIB agropecuário. Fonte: IBGE. Categoria Barro: Contas Nacionais.
- iii. CREDVOL: Crédito rural total concedido, em valores reais de 2014 (R\$ bilhões). Fonte: Banco Central do Brasil.
- iv. CRED: Razão entre o crédito rural total concedido e o PIB agropecuário. A variável CRED é o indicador de desenvolvimento financeiro para o setor rural, e é a variável de interesse para os testes de causalidade. A variável CRED pode ser entendida como o peso do crédito em relação ao valor gerado no setor agropecuário (uma medida do desenvolvimento das atividades de intermediação financeira no setor rural).

- v. MAQ: Número de máquinas agrícolas vendidas no ano. Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). O número de máquinas agrícolas vendidas foi escolhido como uma proxy do investimento real no setor agropecuário. Categoria Barro: Contas Nacionais.
- vi. DEF: Deflator implícito do PIB agropecuário. Fonte: IBGE. O deflator implícito da agropecuária foi utilizado para deflacionar os valores nominais do PIB agropecuário e do crédito rural para o ano-base 2014. Categoria Barro: Deflatores.
- vii. EXPO: Razão entre o valor das exportações agropecuárias e o PIB agropecuário. Fonte: De 1969 a 1979 utilizou-se os dados do World Development Indicators (WDI), do Banco Mundial; de 1980 a 2014 utilizou-se os valores das exportações agropecuárias disponíveis na Organização Mundial de Comércio (OMC). Categoria Barro: Comércio Internacional.
- viii. CAMBIO: Taxa de câmbio real média R\$/US\$. Fonte: O câmbio real foi construído utilizando-se a média anual do câmbio nominal R\$/US\$, disponível do WDI, o deflator da agropecuária, disponível no IBGE, e o deflator do PIB dos Estados Unidos, disponível no WDI. Decidiu-se utilizar o câmbio real R\$/US\$ devido à falta de dados para a taxa de câmbio efetiva real de exportações em anos anteriores a 1980.⁸² Como se observa na figura 09 em praticamente todo o período de 1980 a 2014 a taxa de câmbio real média R\$/US\$ subestima a taxa de câmbio efetiva real média de exportações com o uso do IPA-OG (Índice de Preços ao Produtor Amplo – Oferta Global) como índice interno, bem como subestima a taxa de câmbio efetiva real média de exportações com o uso do INPC (Índice Nacional de Preços ao Consumidor) como índice doméstico. Categoria Barro: Comércio Internacional.

A Tabela 7 traz as estatísticas descritivas de todas as variáveis selecionadas e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra as séries de tempo dessas seis variáveis.

Tabela 7 – Estatísticas descritivas das variáveis selecionadas

| Variáveis | Média | Med. | Max. | Min. | D.P | Assi. | Curt. | C.V | Obs. |
|-----------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|-------|------|
| PIBAGRO | 129,731 | 111,005 | 254,759 | 49,349 | 60,479 | 0,574 | 2,105 | 0,466 | 46 |
| CREDVOL | 55,344 | 43,312 | 166,217 | 20,434 | 35,511 | 1,491 | 4,460 | 0,642 | 46 |
| CRED | 0,439 | 0,437 | 0,838 | 0,154 | 0,175 | 0,418 | 2,290 | 0,399 | 46 |
| CRES | 0,039 | 0,037 | 0,150 | -0,080 | 0,044 | -0,126 | 3,359 | 1,128 | 46 |
| MAQ | 42801,2 | 38910,5 | 82992 | 12117 | 18971,2 | 0,292 | 2,028 | 0,443 | 46 |
| DEF | 2,591 | 0,265 | 28,668 | -0,100 | 6,109 | 3,013 | 11,367 | 2,358 | 46 |
| EXPO | 0,504 | 0,425 | 0,846 | 0,219 | 0,191 | 0,568 | 1,811 | 0,379 | 46 |
| CAMBIO | 2,608 | 2,378 | 4,826 | 1,351 | 0,848 | 0,883 | 3,127 | 0,325 | 46 |

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: Med. – Mediana; Max. – Valor Máximo; Min. – Valor Mínimo; D.P – Desvio-Padrão; Curt. – Curtose; Assi. – Assimetria; C.V – Coeficiente de Variação; Obs. – Observações.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

⁸² Na OMC, é possível obter informações sobre os principais mercados de destino das exportações agropecuárias do Brasil apenas a partir de 1980, o que dificulta a elaboração da taxa de câmbio efetiva real antes desse período.

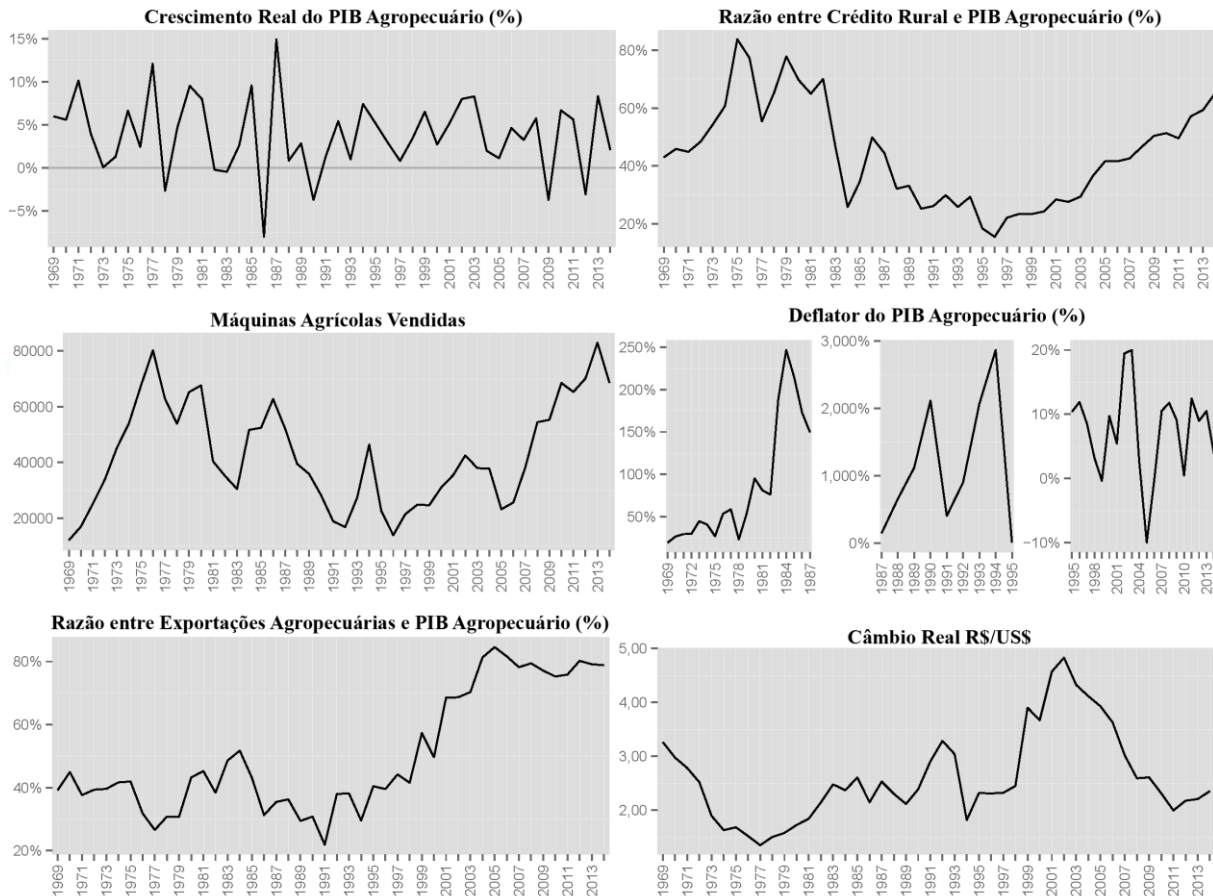


Figura 9 – Séries de tempo das variáveis selecionadas para o VAR

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados de diversas fontes (IBGE, WDI, Banco central, OMC).

Tabela 8 – Testes de raiz unitária

| Teste | H ₀ | PIBAGRO | CRES | CRED | MAQ | DEF | EXPO | CAMBIO |
|------------------|----------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dickey-Pantula | Max. 2 UR | -9,44*** | 13,99** | -5,93*** | -5,33*** | -7,84*** | -8,55*** | -6,32*** |
| BDS | Linear | 0,51*** | 0,03 | 0,25*** | 0,15*** | 0,33*** | 0,35*** | 0,21*** |
| KSS | UR | 5,06 | — | -1,12 | 0,37 | -4,77*** | 0,49 | -1,21 |
| ADF | UR | -2,86 | -9,55*** | -1,27 | -2,19 | -1,57 | -1,93 | -2,25 |
| KPSS | ST | 0,09 | 0,23 | 0,16** | 0,13* | 0,15 | 0,17** | 0,08 |
| Zivot-Andrews | UR e SB | -4,52 | -10,02*** | -2,30 | -4,45 | -1,70 | -3,59 | -3,41 |
| Lee e Strazicich | UR e 2 SB | -7,16*** | -10,16*** | -6,13** | -4,94 | -8,80*** | -4,28 | -4,49 |

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: *** 1%; ** 5%; * 10%. UR – Raiz Unitária; ST – Estacionária; SB – Quebra Estrutural. O critério de informação de Akaike foi utilizado para a seleção das defasagens dos testes de raiz unitária. Todas as variáveis, exceto CRES, foram testadas assumindo-se constante e tendência como termos determinísticos nos testes de uma raiz unitária.

Universidade Federal de Sergipe

A Tabela 3 apresenta os testes de raiz unitária. O teste de Dickey e Pantula aponta para a rejeição da hipótese nula de no máximo duas raízes unitárias em todas as séries. O teste BDS, por sua vez, aponta linearidade no processo temporal apenas da variável CRES. Todos os demais testes indicam pela rejeição da hipótese nula de raiz unitária na taxa de crescimento do produto agropecuário.

Para as demais variáveis onde se rejeitou a hipótese nula de linearidade, a variável DEF foi a única que rejeitou a hipótese de raiz unitária pelo teste KSS (recomendado quando o processo temporal tem evidência de não linearidade). O teste KPSS aponta estacionariedade no deflator do PIB agropecuário, mas há divergência com o teste ADF, que aponta pela presença de uma raiz unitária.

Além do teste KSS, o teste ADF mostra evidência da presença de uma raiz unitária para as variáveis PIBAGRO, CRED, MAQ, EXPO e CAMBIO. O teste KPSS mostra divergência com o teste ADF para as variáveis PIBAGRO, MAQ e CAMBIO, indicando a não rejeição da hipótese de estacionariedade com nível de significância até 10%. Para as variáveis EXPO e CRED, o teste KPSS indica a presença de raiz unitária.

O teste de Zivot-Andrews assume a presença de uma quebra estrutural sob a hipótese nula e alternativa, e o teste de Lee e Strazicich assume a presença de duas quebras. Nesses dois testes, as quebras são endogenamente detectadas. Vale ressaltar que o teste de Lee e Strazicich e de Zivot-Andrews não se propõem a testar se o processo gerador dos dados apresenta quebras estruturais. Os testes buscam avaliar a hipótese de raiz unitária condicionada à possibilidade de quebras. Os pontos de quebra endogenamente determinados pelos testes podem auxiliar na investigação da existência de quebras estruturais, após o uso do teste de múltiplas quebras de Bai-Perron.

O teste para a detecção de quebras estruturais foi conduzido segundo o indicado por Bai e Perron (2003b)⁸³. Assumiu-se a presença de constante e tendência linear para todas as séries, exceto para CRES, na qual se assumiu apenas a presença do termo constante. Observa-se que há pelo menos duas quebras detectadas em cada série (salvo CRES), o que dá suporte ao teste de raiz unitária com a possibilidade de mais de uma quebra estrutural na série.⁸⁴

Tabela 9 – Teste de Bai-Perron para múltiplas quebras estruturais

| Variáveis | Componente Determinístico | Quebras significativas a 5% |
|-----------|---------------------------|-----------------------------|
| PIBAGRO | C e Tend. | 1990, 2002 |
| CRED | C e Tend. | 1983, 1995, 2004 |
| CRES | C | - |
| MAQ | C e Tend. | 1977, 1996 |
| DEF | C e Tend. | 1988, 1995 |
| EXPO | C e Tend. | 1999, 2006 |
| CAMBIO | C e Tend. | 1979, 1999 |

Fonte: Elaboração Própria.

O teste de Zivot-Andrews indica a hipótese de raiz unitária com uma quebra na variável DEF. Porém, quando se assume a presença de duas quebras, o teste de Lee e Strazicich aponta pela rejeição da hipótese nula a 1%.

De acordo com o teste de Zivot-Andrews, não se rejeita a hipótese de raiz unitária condicionada a uma quebra estrutural em PIBAGRO, CRED, MAQ, EXPO e CAMBIO. Os resultados mudam para a variável de crédito e para o PIBAGRO quando verificamos os resultados do teste de Lee e Strazicich. O teste rejeita a 5% a hipótese de raiz unitária sob duas quebras estruturais na variável CRED, a favor da hipótese alternativa de estacionariedade com duas quebras. O teste de Lee e Strazicich foi conduzido supondo-se a possibilidade de duas quebras estruturais tanto no intercepto quanto na tendência. As quebras foram significativas e detectadas para os anos de 1983 e 1998 para a variável de crédito.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o resumo dos testes de raiz unitária, considerando-se o nível de significância de até 5% como ponto de corte para a rejeição da hipótese nula. Sem ambiguidade, a estratégia empregada aponta para a presença de persistência apenas na variável EXPO, com a detecção de uma raiz unitária. Há convergência dos resultados de todos os testes também para a variável CRES, indicando a hipótese de estacionariedade. A divergência nos resultados dos testes

⁸³ Matriz de covariância robusta à heterocedasticidade e autocorrelação (HAC), pre-whitening com uma defasagem, kernel quadratic spectral e método automático de Andrews para seleção da largura de banda. Permitiu-se que a distribuição dos erros variasse entre as quebras.

⁸⁴ Bai e Perron (2003b), contudo, excluem a possibilidade de que as séries sejam $I(1)$ para a construção dos intervalos de confiança do procedimento de detecção de quebras.

de raiz unitária corrobora o uso da abordagem de Toda e Yamamoto na especificação do VAR proposta por Breitung e Candelon (2006).

Tabela 10 – Resumo dos testes de raiz unitária

| Evidência de Raiz Unitária | PIBAGRO | CRES | CRED | MAQ | DEF | EXPO | CAMBIO |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 raízes | – | – | – | – | – | – | – |
| 1 raiz | 3 testes | – | 4 testes | 4 testes | 2 testes | 5 testes | 4 testes |
| Estacionária | 2 testes | 5 testes | 1 teste | 1 teste | 3 testes | – | 1 teste |

Fonte: Elaboração Própria.

A Figura 10 mostra o periodograma do PIB agropecuário e da variável de crédito rural. O periodograma decompõe a variância da série, gerada pelos seus componentes periódicos (componente senoide e cossenoide), nas suas diversas frequências, sendo uma ferramenta estatística utilizada para avaliar os períodos de maior variabilidade no espectro. Segundo Clive Granger (GRANGER, 1966), muitas séries econômicas apresentam maior variabilidade em baixas frequências. Podemos observar que isso também ocorre com as séries do PIB agropecuário e com o crédito rural.

No gráfico do periodograma, a frequência é dada por $1/P_j$, onde P_j é o período cíclico no domínio do tempo. Logo, o inverso de cada frequência no eixo das abcissas nos dá o período cíclico em anos. Para o PIBAGRO, por exemplo, grande parte da variabilidade do processo temporal encontra-se até a frequência 0,05, que corresponde ao ciclo de 20 anos. O periodograma do crédito rural é mais errático, mostrando uma elevação na variabilidade da série nos ciclos de aproximadamente 7 anos (frequência 0,15) e 4 anos (frequência 0,25).

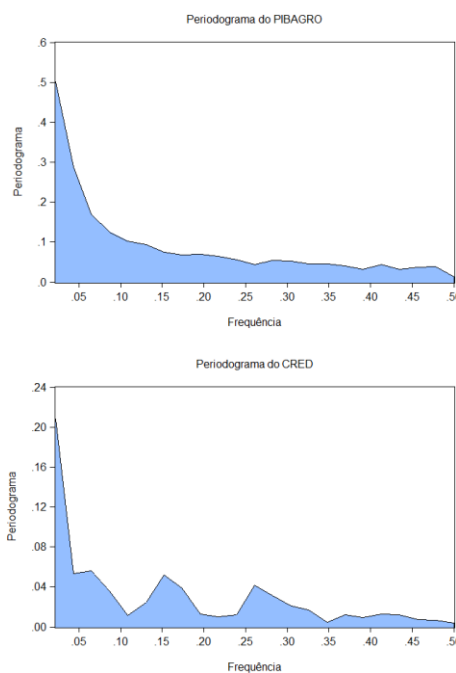


Figura 10 – Periodograma do PIB agropecuário e do crédito rural

Fone: Elaboração própria.

Na Figura 11 observamos os p-valores para o teste de significância do periodograma do crédito rural e do PIB agropecuário em cada frequência. Os componentes periódicos de baixa frequência do PIB agropecuário respondem de forma significativa pela alta variabilidade do processo, ao contrário do crédito rural, onde o p-valor na baixa frequência rapidamente sobe para níveis acima dos usualmente

aceitos. Os ciclos de alta frequência do PIB agropecuário também não respondem de forma significativa pela variância detectada no periodograma.

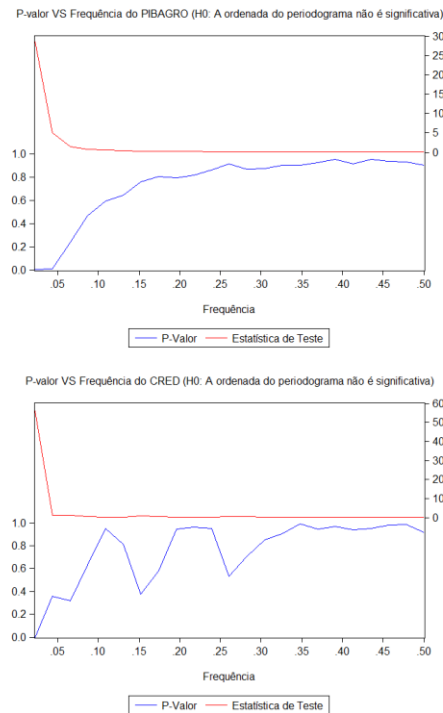


Figura 11 – Teste de significância do periodograma do PIB agropecuário e do crédito rural
Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 11 exibe os resultados do teste de causalidade de Breitung e Candelon para algumas frequências selecionadas. O VAR do sistema, que precede a representação espectral, foi composto pelas variáveis [CRES, CRED, MAQ, DEF, EXPO, CAMBIO], com MAQ e CAMBIO em logaritmo. O VAR foi estimado com quatro defasagens, de acordo com o procedimento de Toda e Yamamoto. A causalidade entre crédito rural e o crescimento do produto agropecuário foi testada em cada frequência desejada do espectro, condicionada às demais variáveis da representação VAR.

O primeiro ponto a ser observado é a detecção de um cluster de causalidade na baixa e média frequência no sentido CRED → CRES. A um nível de significância de 5%, o crédito rural causa o crescimento agropecuário no sentido Granger entre ciclos de 2,90 anos e ciclos de 6,88 anos. Em ciclos de mais alta frequência, abaixo de 2,90 anos, a causalidade ocorre apenas a 10% de significância. Na baixa frequência, há causalidade apenas a 10%, detectada nos períodos cíclicos de 24 anos a 44 anos. O período com maior significância na rejeição de não causalidade do crédito rural sobre o crescimento agropecuário foi em ciclos de aproximadamente 4,3 anos.

Tabela 11 – Teste de Granger causalidade no domínio da frequência

| Sentido da Causalidade | Frequência (ω_j): | 0,16 | 0,31 | 0,63 | 1,26 | 1,57 | 3,14 |
|------------------------|----------------------------|-------|------|------|----------|----------|-------|
| | Período (anos): | 40 | 20 | 10 | 5 | 4 | 2 |
| CRED → CRES | | 4,77* | 4,50 | 3,97 | 10,48*** | 11,45*** | 5,39* |
| CRES → CRED | | 0,64 | 0,65 | 0,94 | 2,97 | 3,40 | 1,20 |

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: *** 1%; ** 5%; * 10%.

Na Figura 12 pode-se melhor visualizar os resultados do teste de Breitung e Candelon ao longo do continuum das frequências, com valor crítico de corte estabelecido a 5%.⁸⁵ Observa-se que a causalidade reversa, no sentido CRES \rightarrow CRED, não foi detectada em nenhuma frequência $\omega \in (0, \pi)$. O teste de Breitung e Candelon corrobora os resultados encontrados nos três métodos anteriores: não foi possível detectar causalidade significativa do crescimento agropecuário sobre o crédito no setor rural, seja no curto, médio ou longo prazo.

Há outras ferramentas de análise espectral que nos auxiliam a caracterizar a causalidade já detectada no sentido CRED \rightarrow CRES. Uma delas é a coerência quadrática, apresentada na Figura 13. A coerência quadrática mede a correlação entre séries no domínio da frequência, fornecendo uma informação sobre a importância relativa dos ciclos que são comuns às variáveis analisadas.

A mais alta correlação significativa identificada (bandas de confiança de 95%) entre as variáveis de crédito rural e crescimento agropecuário foi 0,73, nos ciclos de aproximadamente 3,7 anos.⁸⁶ A segunda maior correlação significativa foi 0,48 nos ciclos de 6 anos.

Outra importante ferramenta de análise é o espectro de fase cruzado do crédito rural e do crescimento do produto agropecuário, ilustrado na Figura 14. Por meio do espectro de fase podemos identificar se a relação entre o movimento periódico de duas séries ocorre com sincronia, isto é, ambas em frequências próximas, ou se há defasagem no co-movimento cíclico.

O espectro de fase cruzado foi construído com o ordenamento [CRES, CRED], de forma que, para cada frequência $1/P_j$ no eixo das abscissas, valores positivos no eixo das ordenadas significam que o movimento periódico da variável CRES ocorre à frente da variável CRED na frequência ω . Ou, alternativamente, que a variável CRED interfere com defasagem na variável CRES. Valores negativos no eixo das ordenadas significa que CRES está interferindo com defasagem ω sobre CRED.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

⁸⁵ Neste caso, as frequências são dadas por $w_j = \frac{2\pi j}{T}$, $T = 1, K \frac{T}{2}$.

⁸⁶ Frequência dada por $\frac{1}{P_j}$.

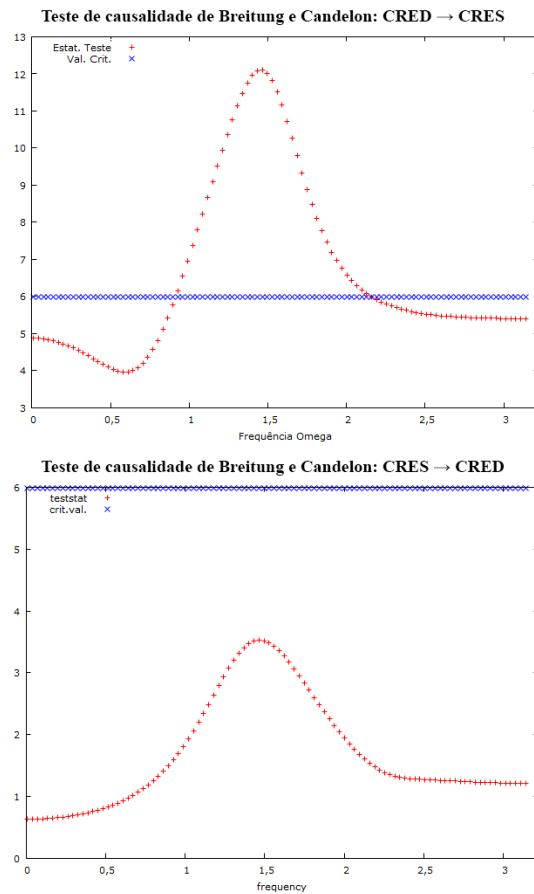


Figura 12 – Teste de causalidade de Breitung e Candelon para o domínio da frequência

Fonte: Elaboração própria

Nota: Valor crítico a 5%.

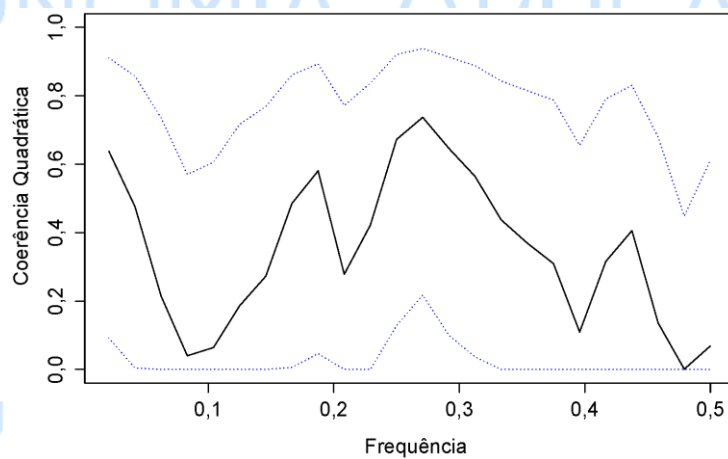


Figura 13 – Coerência quadrática entre crédito rural e crescimento agropecuário

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Bandas de confiança de 95%.

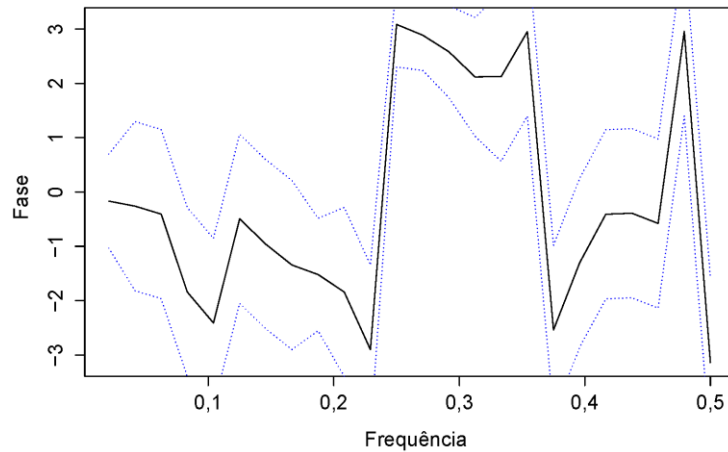


Figura 14 – Espectro de fase cruzado entre crédito rural e crescimento agropecuário

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Bandas de confiança de 95%.

Combinamos então as informações da coerência quadrática com os resultados do espectro cruzado de fase para identificar se, em uma determinada frequência $1/P_j$, a correlação está ocorrendo de forma sincronizada ou em defasagem. A maior correlação significativa entre os componentes cíclicos de CRES e CRED ocorre na frequência $1/P_j = 0,27$ (3,7 anos). Nessa frequência, obtemos no espectro de fase que o crescimento agropecuário está $2p/2,88 = 2,17$ anos à frente do crédito rural.⁸⁷ Esse resultado condiz com a causalidade no sentido Granger encontrada na direção CRED → CRES: na frequência em que ocorre a maior correlação no movimento cíclico das duas séries, o crédito rural está em defasagem de 2,17 anos com relação ao crescimento agropecuário.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nexó causal entre desenvolvimento financeiro e crescimento econômico não é algo trivial. Desde Schumpeter, diversas linhas teóricas nessa temática se desenvolveram, buscando oferecer uma resposta para a complexa relação *finance-growth*. Maiores níveis de intermediação financeira são capazes de impulsionar o crescimento de forma sustentada? Haveria um limite para o efeito do crédito sobre o crescimento econômico, eventualmente tornando-se negativo? Devemos esperar um nexó bicausal entre crédito e crescimento econômico? Ou seria o crescimento econômico o responsável pelo desenvolvimento do setor financeiro?

Arestis e Demetriades (1997) e Demetriades e Hussein (1996) buscam demonstrar que o nexó causal entre desenvolvimento financeiro e crescimento é condicionado às características individuais de cada país, como regime político, grau de governança efetiva, e a estrutura institucional do sistema financeiro. Isso levaria a resultados bastante divergentes na avaliação do nexó causal entre desenvolvimento financeiro e crescimento entre diferentes países. Shen e Lee (2006) também demonstram que, a depender das variáveis de controle utilizadas na avaliação empírica, o efeito do nível de intermediação financeira, a exemplo de um maior volume de crédito em relação ao produto, pode se alterar de positivo para negativo, evidenciando a importância de se controlar pelos parâmetros individuais de cada economia.

⁸⁷ Fazemos $\frac{2\pi}{\omega}$, onde ω é obtida no eixo das ordenadas do espectro cruzado de fase. A defasagem entre os

movimentos periódicos é significativa se as bandas de confiança estiverem totalmente acima ou abaixo da fase 0 no eixo das ordenadas.

Neste trabalho, objetivou-se investigar onexo causal entre crédito e crescimento no mercado rural. O volume de crédito rural como proporção do PIB agropecuário alcançava 42,92% em 1969, chegou a cair para 15,44% em 1996, e elevou-se até atingir 65,24% em 2014. Por sua vez, o Governo Federal vem elevando os níveis de subsídio ao custo do crédito rural, por meio da equalização da taxa de juros, além de se utilizar de instrumentos legais que elevam os níveis da exigibilidade bancária, direcionando recursos para a aplicação em crédito rural. Durante toda a década de 1970 e 1980, o Governo também executou diversas políticas com forte subsídio à concessão de crédito para os produtores rurais.

A dinâmica entre o crédito rural e o produto agropecuário no Brasil motivou a construção deste estudo. Aliado a isso, há uma considerável falta de trabalhos empíricos visando avaliar a causalidade entre crédito e crescimento agropecuário, não obstante a importância do setor, principalmente quando consideramos o agronegócio, na geração de renda no país.

Um dos métodos mais consolidados na literatura para se testar causalidade entre séries temporais é o teste de causalidade no sentido Granger, onde avaliamos precedência temporal e fornecimento de informação preditiva. A detecção (ou não) de Granger causalidade entre variáveis econômicas de interesse visa, dentre outros objetivos, auxiliar na formação e reformulação de políticas governamentais.

Para garantir maior robustez à avaliação donexo causal entre crédito rural e crescimento agropecuário, foi utilizado o teste de causalidade no domínio da frequência, por meio do método desenvolvido por Breitung e Candelon (2006).

Identificou-se causalidade apenas no sentido do crédito rural para o crescimento agropecuário. Causalidade no sentido reverso, do crescimento agropecuário para o crédito rural, não foi identificada de forma significativa em nenhuma frequência na análise espectral. Em particular, na análise espectral verificou-se que a causalidade do crédito sobre o crescimento agropecuário concentra-se nos ciclos de médio de curto prazo.

Uma das possíveis explicações para a não existência de causalidade reversa, do produto agropecuário para o crédito rural, são as políticas governamentais de forte no subsídio no setor. Ao passo em que o Governo busca promover a disseminação e o acesso facilitado ao crédito, ele induz os agentes bancários públicos e privados a elevar a oferta de crédito sem se valer de uma contrapartida com relação à trajetória de crescimento do setor.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS

- ANG, J. B. A survey of recent developments in the literature of finance and growth. **Journal of Economic Surveys**, v. 22, n. 3, p. 536–576, 2008.
- ARAÚJO, P. F. C. et al. Política de crédito para a agricultura brasileira: Quarenta e cinco anos à procura do desenvolvimento. **Revista de Política Agrícola**, n. 4, p. 27–51, 2007.
- ARESTIS, P.; DEMETRIADES, P. Financial Development and Economic Growth: Assessing the Evidence. **The Economic Journal**, v. 107, n. 442, p. 783–799, 1997.
- BACHA, C. J. C.; DANIELON, L.; BEL FILHO, E. D. Evolução da Taxa de Juros Real do Crédito Rural no Brasil - Período de 1985 a 2003. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 14, n. 26, p. 43–69, 2006.
- BAI, J.; PERRON, P. Computation and analysis of multiple structural change models. **Journal of Applied Econometrics**, v. 18, n. 1, p. 1–22, jan. 2003.
- BARRO, R. J. Economic growth in a cross section of countries. **Quarterly Journal of Economics**, v. 106, n. 2, p. 407, 1991.
- BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. X. Convergence. **Journal of Political Economy**, v. 100, n. 2, p. 223–251, 1992.
- BREITUNG, J.; CANDELON, B. Testing for short- and long-run causality: A frequency-domain approach. **Journal of Econometrics**, v. 132, n. 2, p. 363–378, 2006.
- BREITUNG, J.; SCHREIBER, S. **Assessing Causality and Delay within a Frequency Band**. [s.l.] IMK Working Paper, 165, 2016.
- CAVALCANTI, I. M. **Crédito Rural e Produto Agropecuário Municipal: Uma Análise de Causalidade**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas): Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- DAL COLLE, A. Finance–growth nexus: does causality withstand financial liberalization? Evidence from cointegrated VAR. **Empirical Economics**, v. 41, n. 1, p. 127–154, 2010.
- DEMETRIADES, P. O.; HUSSEIN, K. A. Does financial development cause economic growth? Time-series evidence from 16 countries. **Journal of Development Economics**, v. 51, n. 2, p. 387–411, 1996.
- GASQUES, J. G.; VILLA VERDE, C. M. **Novas Fontes de Recursos, Propostas e Experiências de Financiamento Rural**. Brasília: IPEA, Texto para Discussão N° 392, 1995.
- GRANGER, C. W. J. The Typical Spectral Shape of an Economic Variable. **Econometrica**, v. 34, n. 1, p. 347–356, 1966.
- KROTH, D. C.; DIAS, J. **A contribuição do crédito bancário e do capital humano no crescimento econômico dos municípios brasileiros: uma avaliação em painéis de dados dinâmicos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 34., 2006, Salvador. **Anais...Salvador: Anpec**, 2006.
- LEVINE, R.; ZERVOS, S. Stock Markets, Banks, and Economic Growth. **American Economic Review**, v. 88, n. 3, p. 537–558, 1998.
- LOPES, I. V.; LOPES, M. D. R.; BARCELOS, F. C. Das políticas de substituição das importações à agricultura moderna do Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. XVI, n. 4, p. 52–85, 2007.
- MARQUES JR, T. E.; PORTO JR, S. DA S. **Desenvolvimento financeiro e crescimento econômico no Brasil – Uma avaliação econométrica**. Porto Alegre: PPGE/UFRGS, Trabalho para Discussão

No. 11, 2004.

MATOS, O. C. **Desenvolvimento do Sistema Financeiro e Crescimento Econômico no Brasil - Evidências de Causalidade**. Brasília: Banco Central do Brasil, Trabalhos para Discussão 49, 2002.

MELO, M. M.; MARINHO, É. L.; SILVA, A. B. O Impulso do Crédito Rural no Produto do Setor Primário Brasileiro. **Revista Nexos Econômicos**, v. 7, n. 1, p. 9–36, 2013.

MHADHBI, K. Financial Development and Economic Growth: A Dynamic Panel Data Analysis. **International Journal of Economics and Finance**, v. 2, n. 2, p. 48–58, 2014.

MISSIO, F. J.; JAYME JR, F. G.; OLIVEIRA, A. M. H. C. Desenvolvimento Financeiro e Crescimento Econômico: Teoria e Evidência Empírica para as Unidades Federativas do Brasil. **Análise Econômica**, v. 33, n. 63, p. 191–227, 2015.

RAMOS, S. Y.; MARTHA JUNIOR, G. B. **Evolução da Política de Crédito Rural Brasileira**. Planaltina: Embrapa, Documentos 292, 2010.

REZENDE, G. C.; KRETER, A. C. A recorrência de crises de endividamento agrícola e a necessidade de reforma na política de crédito. **Revista de Política Agrícola**, v. XVI, n. 4, p. 4–20, 2007.

ROCHA, B. D. P.; NAKANE, M. **Sistema Financeiro e Desenvolvimento Econômico: Evidências de Causalidade em um Painel para o Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., 2007, Recife. **Anais...Recife: Anpec**, 2007.

SCHUMPETER, J. A. **The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle**. New Brunswick: Transaction Publishers, 1983.

SHEN, C.; LEE, C. Same Financial Development Yet Different Economic Growth: Why? **Journal of Money, Credit and Banking**, v. 38, n. 7, p. 1907–1944, 2006.

SWINNEN, J. F. M.; GOW, H. R. Agricultural credit problems and policies during the transition to a market economy in Central and Eastern Europe. **Food Policy**, v. 24, n. 1, p. 21–47, 1999.

TODA, H. Y.; YAMAMOTO, T. Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. **Journal of Econometrics**, v. 66, n. 1–2, p. 225–250, 1995.

WEDEKIN, I. A política agrícola brasileira em perspectiva. **Revista de Política Agrícola**, n. Especial, p. 17–32, 2005.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

OS IMPACTOS DA LEI 87/96 NA PRODUÇÃO DE SOJA NO OESTE DA BAHIA (1990-2012)

Félix Góis (UFS), Heliana Quintino (UFS) e Christiane Campos (UFS)

RESUMO: Este trabalho se propôs analisar, através da modelagem econométrica, o comportamento temporal da produção de soja no oeste do Estado da Bahia, no período 1990 a 2012, sob a influência da Lei Complementar 87/96 (Lei Kandir) de incentivo fiscal às exportações de serviços e mercadorias, inclusive produtos primários, bem como, das variáveis área plantada, exportação e preço desta *commodity*. Os resultados obtidos estimam uma elevação de 259% na produção média de soja nos anos *ex-post* a Lei Kandir e confirmam as hipóteses de influência positiva das outras variáveis presentes no modelo. A análise da equação da produção contra o preço aponta para uma oferta de soja elástica, em um cenário onde o produtor não tem poder na estipulação dos preços, o que possivelmente justifica a intensificação da produção de escala observada pela função de produção estimada neste estudo. Por outro lado, verificou-se ainda, que o estímulo à formação de receita via aumento da produção induziu também a expansão da área plantada, o que agrava o processo de concentração fundiária existente na região.

Palavras-chave: Produção de soja. Lei Kandir. Elasticidade preço da oferta.

ABSTRACT: This study aimed to analyze, through econometric modeling, the temporal behavior of soybean production in the western state of Bahia, in the period 1990-2012, under the influence of Complementary Law 87/96 (Kandir Law) tax incentives for exports services and goods, including commodities, as well as the variables planted areas, export and price of this commodity. The results estimate a rise of 257 % in average soybean production in years " ex -post " Kandir Law and confirm the hypotheses of positive influence of other variables in the model. The analysis of log - log equation indicates an elastic supply of soybeans, in a scenario where the producer has no power in the stipulation of prices, which might explain the increased production of scale observed by the production function estimated in this study. Moreover, it was found also that the stimulus to the formation of revenue via increased production also induced the expansion of the planted area, which aggravates the process of land concentration existing in the region.

KEYWORDS: Soybean production. Kandir Law. Price elasticity of supply.

JEL: C32

INTRODUÇÃO

Conforme dados coletados pela EMBRAPA, no ano de 2010, o Brasil já ocupava a segunda posição no ranking dos países produtores de soja em grão. Uma das principais regiões responsáveis por esses números elevados da produção nacional é oeste da Bahia. Esta é uma localidade que possui uma área estimada em 14 milhões de hectares e o bioma considerado um dos mais ricos do mundo, tanto em termos de fauna, quanto de flora, tendo o cerrado com vegetação típica. É justamente esta região onde se verifica a maior expansão agrícola do Brasil, e a maior produção de grãos do Estado da Bahia, se destacando pela produção/comercialização de uma série de *commodities*, como, o algodão, milho e a soja.

Dos fatores que interferiram de forma direta no aumento das exportações da região, é possível citar os diversos incentivos fiscais que o governo federal oferecia para aqueles que direcionavam sua lavoura para a exportação de produtos *in natura* ou semielaborados, como é o caso da criação da Lei

87/96 (Lei Kandir) de incentivos fiscais, que mudou de forma significativa todo o cenário de exportação brasileiro.

A lei 87/96 entrou em vigor a partir de novembro de 1996 e ficou comumente conhecida como lei Kandir, em homenagem a seu autor, o então Deputado Federal, Antônio Kandir.

Vários são os artigos ao longo desta lei que serviriam para impactar, direta ou indiretamente, a produção de soja, não apenas na região do oeste baiano, mas no Brasil como um todo. Todavia, o trabalho dará, a seguir, um enfoque maior ao Artigo 3º, II, desta lei, o qual diz que o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) passa a não incidir sobre operações e prestações que destinem ao exterior, mercadorias, inclusive produtos primários e produtos industrializados semielaborados, ou serviços.

Fazendo um contraponto com o produto de estudo em questão, tais produtos primários e semielaborados que seriam desonerados desse imposto, englobaria apenas a soja em grão (*in natura*). Conseqüentemente, nem toda a cadeia de produção de soja foi desonerada do imposto, produtos tradicionais como o óleo e o farelo de soja não sofreram essa desoneração, nem mesmo redução na alíquota do imposto, visto que tais produtos possuem uma técnica mais elaborada de fabricação, o que os tiram, na visão do governo, do ramo dos produtos semielaborados.

Um ponto de suma importância para se entender a Lei Kandir é analisar o momento histórico a qual ela foi criada e institucionalizada. No início dos anos 90 o Brasil vivenciava um cenário econômico preocupante, visto que possuía uma inflação elevada, fato que fez com que muitas vezes os empresários e o mercado internacional não tivessem confiança em investir no Brasil.

Segundo Belik e Filho (2010), do ponto de vista dos exportadores, este cenário não era ruim, pois esta inflação alta era acompanhada por bons preços internacionais para a exportação. Sendo que este fator ainda era acompanhado por um incentivo do governo brasileiro à exportação, com este utilizando instrumentos de política monetária, como a gestão do câmbio, e instrumentos de política fiscal, como tributações diferenciadas à exportação, para favorecer os exportadores, calcados na ideia de que esta seria uma saída plausível para compensar as possíveis perdas na arrecadação fiscal, devido à redução da atividade econômica, provocada, principalmente, pela alta taxa de inflação.

Os autores afirmam ainda que após a implantação do Plano Real, houve uma intensificação da entrada de capitais internacionais na economia brasileira, o que levou a uma drástica redução na taxa efetiva de câmbio em 30%. Sendo que tal queda era vista com bons olhos pelo governo, por ser uma das ferramentas de combate à inflação.

O déficit na balança comercial provocado pelo estímulo às importações e desestímulos às exportações representou, em 1995, U\$S 3,4 bilhões e em 1996 U\$S 5,6 bilhões. Assim, não restava outra opção aos exportadores do que pressionar o governo com uma desoneração tributária de seus produtos, como forma de compensar este novo cenário que se desenhava prejudicial à exportação de forma geral.

É sobre esse contexto histórico que surge a Lei 87/96, que viria substituir o Decreto-Lei nº 406, de 31 de dezembro de 1968, que até então regia e regulamentava o ICMS. Apesar de a Lei Kandir ter validade e já produzir efeitos a partir de novembro de 1996, ela foi constitucionalizada apenas em 2003, com a Emenda Constitucional 42/2003.

No caso específico da soja, a tributação incidente sobre sua exportação variava de acordo com a especificidade do produto: a soja em grão era tributada em 13%, o farelo de soja em 11% e o óleo de soja na casa de 8,5%, incidentes sobre o valor a ser exportado. Isso propiciou na década de 1980, e até meados dos anos 90, uma ampliação considerável tanto do esmagamento da soja, quanto do processamento do óleo de soja.

Todavia, a Lei Kandir muda esse panorama de tributação, pois zera a tributação incidente sobre o grão da soja, porém a que incidia sobre o óleo e o farelo permanecia inalterada. Belik e Filho (2010), afirmam que este fator fez com que houvesse uma mudança na dinâmica de todo o complexo de soja nacional: intensificaram a produção da soja *in natura* em detrimento dos investimentos no processamento do farelo e do óleo, produtos que possuem um valor adicionado maior. Uma prova

desse cenário pode ser observada na pauta de exportações da soja e seus derivados em 2006, onde a exportação da soja em grão já representava cerca de 60% do total do volume exportado.

Segundo Belik e Filho (2010), esta lei serviu como uma espécie de instrumento compensatório de uma série de custos no preço final da soja, dentre os principais está o frete, que é demasiadamente elevado em regiões distantes dos portos. Viabilizou ainda a espacialização da plantação de soja no Brasil, bem como de diversas outras *commodities*, como milho e algodão, em regiões distantes dos portos. Por outro lado, o que surpreende é que a variável preço isoladamente, não exerceu influência decisiva na expansão da quantidade produzida, devido a relação que os agricultores locais mantêm com as grandes multinacionais presentes na região, como a Bunge e a Cargill. Relação esta que tem como uma de suas características a utilização de contratos de compra antecipada da produção, o que faz com que o preço não seja a variável determinante para o aumento ou não da produção local de soja.

Desta forma, cabe questionar em que medida as variáveis área plantada, exportação e preço influenciam o nível de produção de soja no Estado da Bahia, e dentro desta perspectiva, cabe ainda verificar os efeitos do incentivo governamental dado através da política de isenção de impostos praticada pela Lei Kandir, sobre a atividade.

O objetivo do presente estudo é analisar, através da modelagem econométrica, o comportamento temporal da produção de soja no oeste do estado da Bahia, no período 1990 a 2012. Tal corte temporal se justifica em face da disponibilidade dos dados da pesquisa. Configuram-se como objetivos específicos: i) Estimar a função de produção da soja e a medida de influência das variáveis exportação, área plantada e preço, à luz das expectativas dos agentes, sobre evolução de sua quantidade produzida; ii) Analisar e criticar, a partir do modelo de regressão estimado para o período *ex-ante* e *ex-post*, a Lei complementar 87/96 de incentivo fiscal; iii) Analisar a sensibilidade da oferta do grão e as expectativas dos agentes às varrições nos seus preços.

O estudo tem como hipótese que a produção de soja corrente tem uma relação linear de expectativa positiva com as exportações, área plantada e preços, sendo essas variáveis a fonte do expressivo estímulo dessa atividade na região. Para tanto, utilizou-se o método de pesquisa hipotético-dedutivo com base nos resultados obtidos na modelagem econométrica de séries temporais. A presente pesquisa se justifica pela a importância dos seus resultados, e na possibilidade de uso dos mesmos na previsão estatística de tendência da atividade, e assim, na estruturação de estratégias econômicas públicas e privadas para o setor.

1. Referencial Teórico

1.1) Modelo Auto-regressivo e com Defasagens Distribuídas - Abordagem das Expectativas Adaptativas

Segundo Maddala (2003), um modelo de defasagens distribuídas de expectativas é caracterizado por considerar valores passados de variáveis relevantes ou de extrapolações simples de valores passados como medições de variáveis esperadas.

Gujarati (2006) defende que um modelo que inclui valores correntes e defasados (finitamente) em k períodos das variáveis explanatórias são denominados modelos de defasagens distribuídas finitas:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=0}^k \beta_k X_{t-k} + u_t \quad (1)$$

Por outro lado, um modelo que inclui um ou mais valores defasados da variável dependente é denominado modelo auto-regressivo:

$$Y_t = \theta + \sum_{i=0}^k \varphi_k Y_{t-k} + u_t \quad (2)$$

Onde: β, φ = multiplicadores de curto prazo ou de impacto. O que esses modelos têm em

comum é o fato de que a dependência de Y em relação as variáveis temporais $t-k$ se dá pelo fato de que Y , muitas vezes, reage de forma não instantânea ao tempo.

Para um modelo de expectativa adaptativa simplificado, considere a equação para Y_t efetivamente obtido, contra a variável de expectativa X_t^* desejado (não observável diretamente):

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t^* + u_t \quad (3)$$

Como X_t^* não é diretamente observável, suponha a seguinte hipótese para a formação das expectativas:

$$X_t^* - X_{t-1}^* = \gamma(X_t - X_{t-1}^*) \quad (4)$$

Em que $\delta = (1 - \gamma)$ é coeficiente de expectativas adaptativas $\forall 0 < \delta \leq 1$. O coeficiente δ também é conhecido na literatura como hipótese de aprendizado do erro tratado por Cagan e Friedman. O que a última equação postula, segundo Gujarati (2006, pg. 540), é que o agente econômico adaptará suas expectativas a sua experiência passada, aprendendo com seus erros. Ou seja, suas expectativas são revisadas a cada período por uma fração δ do “hiato entre o valor corrente da variável e seu valor esperado anterior”. Se $\delta = 1 \Rightarrow X_t^* = X_t$ (as expectativas se concretizam no mesmo período). Se $\delta = 0 \Rightarrow X_t^* = X_{t-1}^*$ (as expectativas passadas se manterão no presente – expectativas estáticas).

Isolando X_t^* de (4) e substituindo na equação (3) defasada, têm-se para Y_t :

$$Y_t = \gamma\beta_0 + \gamma\beta_1 X_t + (1 - \gamma)Y_{t-1} + u_t - (1 - \gamma)u_{t-1} \quad (5)$$

Com o surgimento da hipótese das expectativas racionais, o modelo de expectativas adaptativas sofreu críticas no sentido de que as expectativas devem incorporar todas as informações disponível no momento em que é formulada e não apenas nas informações passadas. Neste sentido, a premissa das expectativas adaptativas pode ser considerada uma aproximação do que seria um mecanismo complexo de mudança das expectativas (Gujarati, pg. 541, 2006).

Outra crítica aos modelos de natureza auto-regressiva é o fato de que o termo $v_t = (u_t - (1 - \gamma)u_{t-1})$ é serialmente correlacionado pois $E[v_t v_{t-1}] = -\gamma\sigma^2$ e, também, possivelmente, correlacionado com o termo Y_{t-1} (uma vez que este entra no modelo como variável explanatória), logo, $cov[Y_{t-1}(1 - \gamma)u_{t-1}] = -\gamma\sigma^2$. Com base nessas considerações, é preciso encontrar formas de resolver o problema da estimação, que se volta a aplicação de métodos alternativos e consequente análise dos resultados. A atenção recai fortemente sobre o diagnóstico do modelo ajustado:

Um modelo deve ser escolhido com base em rigorosas considerações teóricas, não apenas porque facilita a estimação estatística. Todo modelo deve ser analisado em seus próprios méritos, prestando-se a devida atenção aos seus distúrbios estocásticos (GUJARATI, 2006, pg.545).

Nesse sentido, o presente estudo recorreu ao modelo de expectativas adaptativas sobretudo pelo fato de se embasar na incerteza passada dos produtores sobre a evolução da produção de soja brasileira em função originalmente da Lei Kandyr e, sequencialmente, da rigidez técnica observada na cadeia produtiva e comercial dessa *commodity*.

1.2) Processos Estacionários

Segundo Santana (2003), o processo padrão empregado em inferências, realizadas a partir de séries temporais, assume que as séries dos valores das variáveis presentes na regressão são estacionárias.

Um processo gerador de dados é estacionário quando a média e a variância das respectivas variáveis forem independentes do tempo e a autocovariância for dependente apenas do intervalo de tempo que separa os dados, logo:

$$E(X_t) = \mu \quad \forall \quad t$$

$$E[(X_t - \mu)(X_{t-j} - \mu)] = \begin{cases} \sigma^2, & \text{para } (j = 0) \\ \sigma^2, & \text{para } (j \neq 0) \end{cases}$$

Assim, os processos estacionários apresentam ordem de integração igual a zero, ou seja, $I(0)$. Isto significa que os dados da amostra, originam um processo gaussiano ruído branco, logo: $E \sim i. i. dN[0, \sigma^2]$.

O diagnóstico da estacionaridade da série temporal baseia-se na análise gráfica, do correlograma e do teste de raiz unitária. O correlograma testa a significância estatística da função de autocorrelação para a hipótese nula de ausência de autocorrelação nas k defasagens, calculada como:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\frac{\sum(Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{n}}{\frac{\sum(Y_t - \bar{Y})^2}{n}} \quad \therefore \quad -1 \leq \hat{\rho}_k \leq 1$$

Em que:

$K = n^\circ$ de defasagens

$n =$ tamanho da amostra

$\bar{Y} =$ média de Y

1.2.1) Teste de Raiz Unitária

Um modelo de raiz unitária é a representação de um processo não-estacionário. Quando o processo gerador de dados possui uma raiz unitária do tipo *caminho aleatório* como em (6), significa que a média e/ou a variância desta série são dependentes do tempo.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \epsilon_t \quad (6)$$

Porém, uma série caminho aleatório possui a característica de que a primeira diferença é estacionária. O diagnóstico do teste de raiz unitária baseia-se na estatística de *Dickey-Fuller (DF)* apresentada a seguir.

1.2.2) Teste de Dickey-Fuller Aumentado (DFA):

O DFA é um teste empregado para detectar uma raiz unitária nas séries temporais como em (6), considerando processos auto-regressivos de ordem t , em que:

$\rho = 1 \Rightarrow$ O modelo possui uma raiz unitária

$\rho < 1 \Rightarrow \epsilon_t \sim \text{IIDN}[0,1]$, logo ϵ_t é ruído branco e a série Y_t é estacionária.

$$\text{Assim: } E(\epsilon_t) = 0 \text{ e } \text{var}(\epsilon_t) = \frac{1}{1 - \rho^2}$$

Testando a hipótese nula $H_0: \delta = (\rho - 1) = 0$ (não-estacionaridade da série – um caminho aleatório puro), contra a hipótese alternativa unilateral $H_a: \delta = (\rho - 1) < 0$ (a série é estacionária em nível, ou seja, é integrada em ordem zero $I(0)$). O teste é conduzido ampliando o número de termos de diferenças defasadas de (6), como em (6), e, seguindo uma distribuição assintótica de *Dickey-Fuller*, testando a hipótese nula de existência de uma raiz unitária.

(i) Modelo 1: $\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \epsilon_i$

(ii) Modelo 2: $\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \epsilon_i$

(iii) Modelo 3: $\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 T + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \epsilon_i$ ϵ_i é um termo ruído branco puro

1.2.3) Modelo Auto-regressivo Integrado de Médias Móveis – ARIMA

A natureza da modelagem ARIMA na econometria consiste em ajustar as séries temporais não estacionárias no sentido de explicar uma variável corrente a partir de seus valores passados, o que envolve calibrar o componente auto-regressivo AR(p), de integração I(d) e de médias móveis MA(q), isto é, os filtros (p, d, q) . A calibragem (p, d, q) baseia-se no valores simples e parciais de $\hat{\rho}_k$ apresentados em correlograma.

1.3) Revisão Bibliográfica

Sob a análise da evolução temporal da produção de soja, existem nas bibliografias consultadas, diversos estudos e metodologias. Na literatura nacional é possível citar a obra de Irffi e Linhares (2012), que avaliou os efeitos da lei Kandir sobre a arrecadação de ICMS no estado do Ceará. A conclusão a que se chegou é que o estado do Ceará amargou perdas de arrecadação em consequência da isenção tributária sobre as vendas para o mercado externo. Os valores estimados revelam uma insuficiência dos repasses federais na compensação das perdas de arrecadação de ICMS para o Ceará.

Outro estudo é o de FILHO A. M. S e FILHO J. N. V. R (2008), que trata da revalorização econômica do oeste baiano a partir da expansão da agricultura moderna e do surgimento do município de Luís Eduardo Magalhães – BA. O estudo chega à conclusão de que as estratégias de planejamento do governo obtiveram êxito no que diz respeito ao aumento do desempenho econômico da região. No entanto, tem ocasionado uma gritante desigualdade socioeconômica entre os indivíduos que compõem aquele município.

É seguindo esta linha de raciocínio que BARROS et. al (2013) avalia os impactos sócio-territoriais do agronegócio em Barreiras. O resultado de tal avaliação é que há uma necessidade de políticas públicas no sentido de intervenção, o que na cidade de Barreiras se demonstra bastante inexpressivo e ineficiente, para que haja melhora na qualidade de vida da população e que o crescimento econômico se traduza em desenvolvimento social.

Já MONDARDO (2010) tratará do fenômeno da “territorialização” do agronegócio globalizado em Barreiras – BA provocado migração sulista para a região. A conclusão que se chegou é que esta “territorialização” gera paradoxos, pois, ao mesmo tempo que se “apropria” e “domina” o cerrado gerando riqueza extremamente concentrada, reproduz pobreza por meio da exploração da força de trabalho e dos danos ambientais produzidos, sobremaneira, por esse modelo predatório de exploração dos recursos naturais.

Por fim, SIQUEIRA (2004) estudou o desempenho da cultura de soja brasileira entre 1961 a 2003. A pesquisa concluiu que, em termos regionais, a soja contribuiu para o desenvolvimento de estados do Sul, Sudeste e Centro-oeste do país, e mais recentemente passou a representar uma boa alternativa para o desenvolvimento dos cerrados nordestinos, localizados no oeste da Bahia e sul do Piauí e Maranhão.

2. Metodologia

2.1) Área de Estudo

A região objeto da pesquisa foi o oeste do Estado da Bahia. A caracterização da área estudada realizada a seguir, baseou-se em dados referentes à população, geografia e demografia do Censo demográfico 2010. Tal região faz fronteira a leste com os estados de Tocantins e Goiás, ao norte com o estado do Piauí e ao sul com o estado de Minas Gerais, e é formada por 9 municípios produtores de soja: Baianópolis, que possui uma população de 13.850 habitantes, uma área de 3.342,561 km² e tem na produção de soja uma de suas principais atividades.

A cidade de Barreiras percebe uma área de 7.859,225 km², tem uma população de 137.427 habitantes, sendo sua economia baseada na produção de soja, milho e algodão, e ainda conta com a presença de uma forte atividade comercial. A cidade de Cocos também aparece neste cenário com

uma população de 18.153 habitantes, possui uma área de 10.227,365 km², têm na produção de soja e algodão suas principais atividades.

O município de Correntina com uma população de 31.249 habitantes, tem uma área de 11.921,676 km². Além de grande produtora de soja, a cidade também se destaca pela produção de milho e algodão. Além da cidade de Formosa do Rio Preto, cuja população era de 22.528 habitantes, possui uma área de 16.303,864 km², a cidade se destaca não apenas pela produção de soja, mas também a de milho, algodão e arroz. A cidade de Jaborandi, possui uma população de 8.973 habitantes e uma área de 9.545,130 km², se destaca pela produção de soja e milho, além da bovinocultura de corte.

Por fim, aparecem os municípios de Luís Eduardo Magalhães com uma população de 60.105 habitantes e área de 3.941,069 km². A cidade se destaca pela produção de soja, milho, algodão e café. A cidade de Riachão das Neves, cuja população de 21.937 habitantes, possui uma área de 5.673,018 km² e que se destaca pela produção de soja, milho e algodão. Por fim, a cidade de São Desiderio que verifica uma população 27.659 habitantes e uma área de 15.157,005 km², possuiu em 2012 o maior valor da produção agrícola do Brasil, superando Sorriso (MT).

2.2) Dados da Pesquisa

O presente estudo foi baseado em uma série histórica de dados anuais secundários, amostrados para o período de 1990 a 2012, obtidos nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Banco Central do Brasil, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Indexmundi, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Vale ressaltar que a amostragem de dados estudada foi considerada para um total de 23 anos, uma amostra pequena do ponto de vista estatístico, o que diminui a significância dos resultados obtidos. A definição e operacionalização das variáveis utilizadas no modelo são descritas abaixo:

- i) A série da variável *quantidade produzida de soja* (Q_t) foi considerada a partir de seus valores médios anuais, consolidados para os 9 municípios objeto de estudo. A mesma foi medida em toneladas. No modelo econométrico é aplicada como variável “proxy” da oferta de soja da região.
- ii) A variável *área plantada* (A_t) foi considerada a partir do total agregado de hectares cultivados anualmente, medida em hectares.
- iii) A série de *preços da soja* (P_t) foi constituída a partir das médias anuais de seus valores em dólares por tonelada produzida na região, cotados a partir da Bolsa de Chicago e dos seus valores praticados no porto, deduzidos dos custos de comissão do corretor, corretagem de câmbio, despesas portuárias, operacionais, fretes, etc.
- iv) A variável *Dummy* (D_t) foi considerada “zero” para os anos “ex-ante” à Lei Kandir e “um” para o período “ex-post” ao incentivo tributário em vigor a partir de novembro de 1996.

2.3) Modelo Econométrico 1: Modelo Multivariado de Defasagens Distribuídas e Autorregressiva para o impacto da política

Para estimar a função de produção da soja, a presente pesquisa estudou o modelo dinâmico finito para 23 períodos de tempo, considerando as séries presentes e defasadas conforme o modelo exponencial:

$$Q_t^* = \alpha A_t^{\theta_1} X_t^{\theta_2} e^{\beta D_t} u_{t-k}^{\theta_3} u_t \quad \forall i = 1,2 \text{ e } k = 0,1,2$$

Supondo a seguinte hipótese de ajustamento da produção:

$$\frac{Q_t}{Q_{t-k} + A_{t-k} + X_{t-k}} = \left(\frac{Q_t^*}{Q_{t-k} + A_{t-k} + X_{t-k}} \right)^\delta \quad \therefore \quad 0 < \delta \leq 1 \quad (7)$$

Que postula que, dadas as variáveis, um percentual constante δ do hiato entre a expectativa de produção em $t-k$ (Q_t^*) e a produção corrente em t (Q_t) foi alcançada. Aplicando o logaritmo:

$$\ln Q_t - \ln(Q_{t-k} + A_{t-k} + X_{t-k}) = \delta \ln(Q_t^* - Q_{t-k} - A_{t-k} - X_{t-k})$$

Substituindo Q_t^* e manipulando algebricamente:

$$\ln Q_t = \ln \delta \alpha + \theta \delta \ln A_t + \varphi_k \delta \ln X_t + \beta D_t + \sum \delta \ln Q_{t-k} + \sum \delta \ln A_{t-k} + \sum \delta \ln X_{t-k} + \sum \vartheta \ln \delta u_{t-k} + \delta \ln u_t$$

Dado que $\delta = (1 - \gamma)$, conclui-se que:

$$\ln Q_t = \ln \delta \alpha + \theta \delta \ln A_t + \varphi_k \delta \ln X_t + \beta D_t + (1 - \delta) \ln Q_{t-k} + (1 - \delta) \ln A_{t-k} + (1 - \delta) \ln X_{t-k} + \sum \vartheta \ln \delta u_{t-k} + \delta \ln u_t \quad (8)$$

Para avaliar os efeitos da Lei Kandir sobre a função de produção da soja, o estudo introduziu uma variável *Dummy* (D_t), considerando os valores binários “zero” para o período “*ex-ante*” a implementação da referida lei (1990 a 1996), e “um” para o respectivo período “*ex-post*” (1997 a 2012).⁸⁸

Assim, a medida da influência das exportações e da área plantada sobre a produção da soja será avaliada pelo método de defasagens distribuídas auto-regressivas em séries temporais apresentado na equação (8). Onde: $\alpha, \mu, \theta, \varphi, \beta$ e ϑ = parâmetros multiplicadores intermediários, u_t = termo de perturbação estocástico; $k = k$ -ésimo ano (0,1,2...n); $t - k$ = intervalos de defasagens; $Q_{t-k}, X_{t-k}, A_{t-k}$ = filtros de defasagens; e u_{t-k} = filtro de média móvel.

Com base na lógica econômica, espera-se a partir da equação estimada (8), que os coeficientes parciais tenham sinais positivos e, portanto, influências positivas sobre a produção. Porém, à medida que se recua no tempo, espera-se que o efeito de $t - k$ sobre Q_t se torne cada vez menor.

2.4) O Modelo Econométrico 2: Modelo Multivariado de Defasagens Distribuídas para Análise da Elasticidade

Partindo do mesmo princípio teórico e algébrico aplicado no item 2.3, a análise da sensibilidade e da expectativa da produção aos preços da soja foi avaliada a partir da seguinte especificação exponencial:

$$Q_t = \alpha_0 \sum P_{t-k}^{\alpha_k} u_{t-k}^{\vartheta_k} u_t \quad (9)$$

Onde: α_i = coeficientes do modelo; e = base neperiana; u_t = distúrbio esférico; t = tempo, em anos.

O formato trans-log de (9), considerado a partir do ajustamento das expectativas pode ser expresso como:

$$\ln Q_t = \ln \delta \alpha + \mu_k \delta \ln P_t + (1 - \delta) \ln P_{t-k} + \sum \vartheta_k \delta \ln u_{t-k} + \delta \ln u_t \quad (10)$$

A estimativa de μ_k é um multiplicador de impacto de curto prazo e fornece o grau de sensibilidade de Q_t quando das alterações percentuais unitárias em P_t . Espera-se que $\alpha_i > 0$ e que Q_t e P ($\forall k$) tenham covariâncias positivas, conforme a teoria econômica.

3. Resultados e Discussões

⁸⁸ Considera-se, para efeito deste estudo, que o começo da atuação da Lei Kandir se deu em janeiro de 1997, visto que a lei foi homologada apenas em novembro de 1996, sendo seus efeitos mínimos nesse ano.

3.1 Análise das Estacionaridades das Séries Temporais

As análises gráficas das variáveis, em nível, contra o tempo sugeriram a presença de tendência estocástica crescente importante em cada um dos casos. A análise mais formal dos correlogramas, através da significância em todos ρ – valores da estatística Q e da FAC, confirmaram a ausência de estacionaridade nas referidas séries. Considerando como valor de referência o erro-padrão C da FAC neste ponto da análise, observou-se que as funções de autocorrelação caíram ao um nível mínimo e voltaram a crescer nas subseqüentes defasagens. Assim, por regra de decisão, rejeitou-se a hipótese nula de estacionaridade das séries em suas escalas originais de medida.

O processo de diferenciação das variáveis apontou os resultados expostos na Figura 1. Para as variáveis logaritmizadas “Área”, “Exportação”, “Produção” e Preço” foram necessárias apenas suas primeiras diferenciações, sobre as quais estimou-se os respectivos correlogramas e gráficos. Em todos, ou na maioria deles, é possível constatar a ausência de significância estatística dos coeficientes FAC através dos respectivos ρ – valores da estatística Q, que sugerem a aceitação da hipótese de estacionaridade das séries. Além disso, a inspeção gráfica aponta para processos estacionários em diferenças.

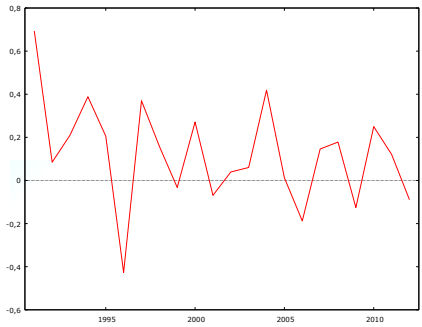
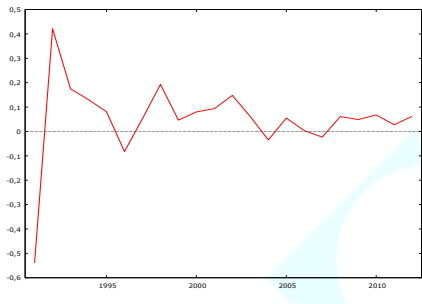
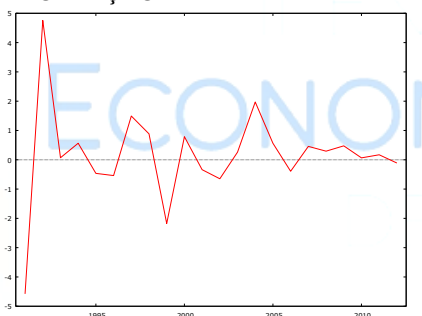
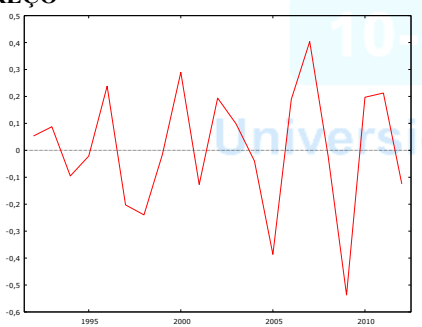


ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Figura 1: Gráfico de série temporal e correlograma do log das variáveis em diferenças

| GRÁFICO DE SÉRIE TEMPORAL | CORRELOGRAMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|----------|-----------|----------|-----------|---|------------|------------|--------|---------|---|------------|-------------|--------|---------|---|---------|---------|--------|---------|---|----------|---------|---------|---------|---|---------|---------|---------|---------|---|---------|----------|---------|---------|---|---------|---------|---------|---------|---|---------|---------|---------|---------|
| $C = 0,4364$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRODUÇÃO | Função de autocorrelação para d_1 Produção ***, **, * indicam significância aos níveis de 1%, 5% e 10% usando erro padrão $1/T^{0,5}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Defas.</th> <th>FAC</th> <th>FACP</th> <th>Estat. Q</th> <th>[p-valor]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>-0,2149</td><td>-0,2149</td><td>1,1617</td><td>[0,281]</td></tr> <tr><td>2</td><td>-0,2154</td><td>-0,2743</td><td>2,3868</td><td>[0,303]</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,3288</td><td>0,2391</td><td>5,3920</td><td>[0,145]</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,0385</td><td>0,1364</td><td>5,4355</td><td>[0,245]</td></tr> <tr><td>5</td><td>-0,3079</td><td>-0,1866</td><td>8,3794</td><td>[0,137]</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,2277</td><td>0,0877</td><td>10,0911</td><td>[0,121]</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,1355</td><td>0,1009</td><td>10,7375</td><td>[0,150]</td></tr> <tr><td>8</td><td>-0,3024</td><td>-0,1185</td><td>14,1856</td><td>[0,077]</td></tr> </tbody> </table> | Defas. | FAC | FACP | Estat. Q | [p-valor] | 1 | -0,2149 | -0,2149 | 1,1617 | [0,281] | 2 | -0,2154 | -0,2743 | 2,3868 | [0,303] | 3 | 0,3288 | 0,2391 | 5,3920 | [0,145] | 4 | 0,0385 | 0,1364 | 5,4355 | [0,245] | 5 | -0,3079 | -0,1866 | 8,3794 | [0,137] | 6 | 0,2277 | 0,0877 | 10,0911 | [0,121] | 7 | 0,1355 | 0,1009 | 10,7375 | [0,150] | 8 | -0,3024 | -0,1185 | 14,1856 | [0,077] |
| Defas. | FAC | FACP | Estat. Q | [p-valor] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | -0,2149 | -0,2149 | 1,1617 | [0,281] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | -0,2154 | -0,2743 | 2,3868 | [0,303] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,3288 | 0,2391 | 5,3920 | [0,145] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0,0385 | 0,1364 | 5,4355 | [0,245] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | -0,3079 | -0,1866 | 8,3794 | [0,137] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 0,2277 | 0,0877 | 10,0911 | [0,121] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 0,1355 | 0,1009 | 10,7375 | [0,150] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | -0,3024 | -0,1185 | 14,1856 | [0,077] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁREA | Função de autocorrelação para d_1 Área ***, **, * indicam significância aos níveis de 1%, 5% e 10% usando erro padrão $1/T^{0,5}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Defas.</th> <th>FAC</th> <th>FACP</th> <th>Estat. Q</th> <th>[p-valor]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>-0,2758</td><td>-0,2758</td><td>1,9128</td><td>[0,167]</td></tr> <tr><td>2</td><td>-0,1162</td><td>-0,2081</td><td>2,2690</td><td>[0,322]</td></tr> <tr><td>3</td><td>-0,0698</td><td>-0,1877</td><td>2,4045</td><td>[0,493]</td></tr> <tr><td>4</td><td>-0,0930</td><td>-0,2371</td><td>2,6583</td><td>[0,617]</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,1483</td><td>-0,0141</td><td>3,3411</td><td>[0,648]</td></tr> <tr><td>6</td><td>0,0417</td><td>0,0258</td><td>3,3985</td><td>[0,757]</td></tr> <tr><td>7</td><td>-0,1324</td><td>-0,1252</td><td>4,0158</td><td>[0,778]</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,0563</td><td>-0,0074</td><td>4,1354</td><td>[0,845]</td></tr> </tbody> </table> | Defas. | FAC | FACP | Estat. Q | [p-valor] | 1 | -0,2758 | -0,2758 | 1,9128 | [0,167] | 2 | -0,1162 | -0,2081 | 2,2690 | [0,322] | 3 | -0,0698 | -0,1877 | 2,4045 | [0,493] | 4 | -0,0930 | -0,2371 | 2,6583 | [0,617] | 5 | 0,1483 | -0,0141 | 3,3411 | [0,648] | 6 | 0,0417 | 0,0258 | 3,3985 | [0,757] | 7 | -0,1324 | -0,1252 | 4,0158 | [0,778] | 8 | 0,0563 | -0,0074 | 4,1354 | [0,845] |
| Defas. | FAC | FACP | Estat. Q | [p-valor] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | -0,2758 | -0,2758 | 1,9128 | [0,167] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | -0,1162 | -0,2081 | 2,2690 | [0,322] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | -0,0698 | -0,1877 | 2,4045 | [0,493] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | -0,0930 | -0,2371 | 2,6583 | [0,617] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,1483 | -0,0141 | 3,3411 | [0,648] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 0,0417 | 0,0258 | 3,3985 | [0,757] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | -0,1324 | -0,1252 | 4,0158 | [0,778] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0,0563 | -0,0074 | 4,1354 | [0,845] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EXPORTAÇÃO | Função de autocorrelação para d_1 Exportação ***, **, * indicam significância aos níveis de 1%, 5% e 10% usando erro padrão $1/T^{0,5}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Defas.</th> <th>FAC</th> <th>FACP</th> <th>Estat. Q</th> <th>[p-valor]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>-0,4261 **</td><td>-0,4261 **</td><td>4,5654</td><td>[0,033]</td></tr> <tr><td>2</td><td>-0,0624</td><td>-0,2981</td><td>4,6681</td><td>[0,097]</td></tr> <tr><td>3</td><td>-0,0269</td><td>-0,2527</td><td>4,6883</td><td>[0,196]</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,0217</td><td>-0,1865</td><td>4,7021</td><td>[0,319]</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,0674</td><td>-0,0511</td><td>4,8434</td><td>[0,435]</td></tr> <tr><td>6</td><td>-0,0299</td><td>-0,0271</td><td>4,8729</td><td>[0,560]</td></tr> <tr><td>7</td><td>-0,1772</td><td>-0,2598</td><td>5,9788</td><td>[0,542]</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,1957</td><td>-0,0547</td><td>7,4238</td><td>[0,492]</td></tr> </tbody> </table> | Defas. | FAC | FACP | Estat. Q | [p-valor] | 1 | -0,4261 ** | -0,4261 ** | 4,5654 | [0,033] | 2 | -0,0624 | -0,2981 | 4,6681 | [0,097] | 3 | -0,0269 | -0,2527 | 4,6883 | [0,196] | 4 | 0,0217 | -0,1865 | 4,7021 | [0,319] | 5 | 0,0674 | -0,0511 | 4,8434 | [0,435] | 6 | -0,0299 | -0,0271 | 4,8729 | [0,560] | 7 | -0,1772 | -0,2598 | 5,9788 | [0,542] | 8 | 0,1957 | -0,0547 | 7,4238 | [0,492] |
| Defas. | FAC | FACP | Estat. Q | [p-valor] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | -0,4261 ** | -0,4261 ** | 4,5654 | [0,033] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | -0,0624 | -0,2981 | 4,6681 | [0,097] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | -0,0269 | -0,2527 | 4,6883 | [0,196] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0,0217 | -0,1865 | 4,7021 | [0,319] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0,0674 | -0,0511 | 4,8434 | [0,435] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | -0,0299 | -0,0271 | 4,8729 | [0,560] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | -0,1772 | -0,2598 | 5,9788 | [0,542] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0,1957 | -0,0547 | 7,4238 | [0,492] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REÇO | Função de autocorrelação para d_1 Preço ***, **, * indicam significância aos níveis de 1%, 5% e 10% usando erro padrão $1/T^{0,5}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Defas.</th> <th>FAC</th> <th>FACP</th> <th>Estat. Q</th> <th>[p-valor]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,1633</td><td>0,1633</td><td>0,6708</td><td>[0,413]</td></tr> <tr><td>2</td><td>-0,4877 **</td><td>-0,5285 ***</td><td>6,9508</td><td>[0,031]</td></tr> <tr><td>3</td><td>-0,0511</td><td>0,2238</td><td>7,0235</td><td>[0,071]</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,3627 *</td><td>0,0900</td><td>10,8820</td><td>[0,028]</td></tr> <tr><td>5</td><td>-0,0797</td><td>-0,2341</td><td>11,0794</td><td>[0,050]</td></tr> <tr><td>6</td><td>-0,0959</td><td>0,3767 *</td><td>11,3832</td><td>[0,077]</td></tr> <tr><td>7</td><td>0,1557</td><td>-0,1581</td><td>12,2365</td><td>[0,093]</td></tr> <tr><td>8</td><td>0,0372</td><td>-0,0074</td><td>12,2887</td><td>[0,139]</td></tr> </tbody> </table> | Defas. | FAC | FACP | Estat. Q | [p-valor] | 1 | 0,1633 | 0,1633 | 0,6708 | [0,413] | 2 | -0,4877 ** | -0,5285 *** | 6,9508 | [0,031] | 3 | -0,0511 | 0,2238 | 7,0235 | [0,071] | 4 | 0,3627 * | 0,0900 | 10,8820 | [0,028] | 5 | -0,0797 | -0,2341 | 11,0794 | [0,050] | 6 | -0,0959 | 0,3767 * | 11,3832 | [0,077] | 7 | 0,1557 | -0,1581 | 12,2365 | [0,093] | 8 | 0,0372 | -0,0074 | 12,2887 | [0,139] |
| Defas. | FAC | FACP | Estat. Q | [p-valor] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,1633 | 0,1633 | 0,6708 | [0,413] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | -0,4877 ** | -0,5285 *** | 6,9508 | [0,031] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | -0,0511 | 0,2238 | 7,0235 | [0,071] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0,3627 * | 0,0900 | 10,8820 | [0,028] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | -0,0797 | -0,2341 | 11,0794 | [0,050] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | -0,0959 | 0,3767 * | 11,3832 | [0,077] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 0,1557 | -0,1581 | 12,2365 | [0,093] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0,0372 | -0,0074 | 12,2887 | [0,139] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Resultado da pesquisa

3.2) Modelagem ARIMA das Séries Temporais

A partir dessas avaliações, a pesquisa deteve-se a modelar os filtros auto-regressivos (p), de integração (d) e de médias móveis (q) para a modelagem ARIMA. Com base na análise dos resultados apresentados na Tabela 1, é possível inferir sobre a ordem de defasagem (integração) para a estacionaridade das séries. As variáveis “Área”, “Exportação”, “Produção” e “Preço” seguem integração de ordem 1.

A modelagem para a série “Área” não gerou filtros significativos do ponto de vista estatístico. Neste sentido, o processo de calibragem dos filtros AR e MA resultou para a série “Produção” um ARIMA (2,1,1) sem constante, para a “Exportação” um ARIMA (1,1,1) com constante e para a série de “Preço” um ARIMA (2,1,2) sem constante.

TABELA 1: modelagem ARIMA das séries temporais

| PRODUÇÃO - ARIMA (2,1,1) | | | |
|---|---------------------|----------------|-----|
| Modelo ARIMA, usando as observações 1992-2012 (T = 21) | | | |
| Variável dependente: (1-L) Produção | | | |
| | <i>Coefficiente</i> | <i>p-valor</i> | |
| Produção_1 | -0,476598 | 0,0116 | ** |
| Produção_2 | -0,588136 | 0,0007 | *** |
| Erro_1 | -0,937976 | 0,0003 | *** |
| EXPORTAÇÕES - ARIMA (1,1,1) | | | |
| Modelo ARIMA, usando as observações 1991-2012 (T = 22) | | | |
| Variável dependente: (1-L) Exportação | | | |
| | <i>Coefficiente</i> | <i>p-valor</i> | |
| const | 78866,1 | 0,0557 | * |
| Exportação_1 | -0,822321 | 0,0036 | *** |
| Erro_1 | 0,708046 | 0,0185 | ** |
| PREÇO - ARIMA (2,1,2): | | | |
| Modelo 3: ARIMA, usando as observações 1991-2012 (T = 22) | | | |
| Variável dependente: (1-L) Preço | | | |
| | <i>Coefficiente</i> | <i>p-valor</i> | |
| Preço_1 | -0,25319 | 0,0139 | ** |
| Preço_2 | -0,885566 | <0,0001 | *** |
| Erro_1 | 0,812516 | <0,0001 | *** |
| Erro_2 | 1 | <0,0001 | *** |

Fonte: Resultado da pesquisa

3.3) Teste de Diagnóstico: Correlogramas dos Resíduos dos Modelos ARIMA

Com base nos correlogramas apresentados na Tabela 2, verifica-se pelo *p-valor* de *Q* ausência de significância estatística do conjunto de valores da FAC para os resíduos, o que sugere a aceitação da hipótese nula de que o conjunto de valores da função de autocorrelação são muito próximos de zero e, portanto, os resíduos são do tipo ruído branco e, portanto, puramente aleatórios. Observa-se, além disso, que nenhum valor da FAC e da FACP é maior do que o valor de referência $C = 0,4472$. Desta forma, esses diagnósticos apontam para um bom ajustamento das calibrações AR e MA das séries, o que habilita a análise da previsão dessas variáveis.

TABELA 2 - Correlogramas dos resíduos dos modelos ARIMA

| Produção | | | | | Exportação | | | | |
|---|---------|---------|--------------------|---------|---|---------|---------|--------------------|---------|
| Função de autocorrelação dos resíduos ***, **, * indicam significância aos níveis de 1%, 5% e 10% usando erro padrão $1/T^{0,5}$ | | | | | Função de autocorrelação dos resíduos ***, **, * indicam significância aos níveis de 1%, 5% e 10% usando erro padrão $1/T^{0,5}$ | | | | |
| Defas. | FAC | FACP | Estat. Q [p-valor] | | Defas. | FAC | FACP | Estat. Q [p-valor] | |
| 1 | -0,0792 | 0,0792 | | | 1 | 0,0942 | 0,0942 | | |
| 2 | -0,1606 | -0,1679 | | | 2 | 0,0199 | 0,0111 | | |
| 3 | -0,1636 | -0,1986 | | | 3 | -0,0545 | -0,0579 | 0,3164 | [0,574] |
| 4 | -0,0163 | -0,0890 | 1,5333 | [0,216] | 4 | 0,1979 | 0,2107 | 1,4652 | [0,481] |
| 5 | 0,0947 | 0,0201 | 1,8043 | [0,406] | 5 | -0,0766 | -0,1220 | 1,6473 | [0,649] |
| 6 | 0,2667 | 0,2511 | 4,0953 | [0,251] | 6 | 0,0686 | 0,0870 | 1,8025 | [0,772] |
| 7 | 0,0269 | 0,1198 | 4,1203 | [0,390] | 7 | 0,1048 | 0,1238 | 2,1891 | [0,822] |
| 8 | -0,2543 | -0,1429 | 6,5230 | [0,259] | 8 | -0,1971 | -0,3131 | 3,6544 | [0,723] |
| 9 | -0,0998 | -0,0639 | 6,9241 | [0,328] | 9 | -0,1920 | -0,0804 | 5,1518 | [0,641] |
| 10 | 0,1703 | 0,1313 | 8,1977 | [0,315] | 10 | -0,1495 | -0,1475 | 6,1349 | [0,632] |

| Preço | | | | |
|---|---------|---------|--------------------|---------|
| Função de autocorrelação dos resíduos ***, **, * indicam significância aos níveis de 1%, 5% e 10% usando erro padrão $1/T^{0,5}$ | | | | |
| Defas. | FAC | FACP | Estat. Q [p-valor] | |
| 1 | 0,0164 | 0,0164 | | |
| 2 | 0,0049 | 0,0047 | | |
| 3 | -0,1649 | -0,1651 | | |
| 4 | 0,1045 | 0,1131 | | |
| 5 | -0,1908 | -0,2026 | 2,2137 | [0,137] |
| 6 | 0,2576 | 0,2684 | 4,4039 | [0,111] |
| 7 | -0,0960 | -0,1242 | 4,7283 | [0,193] |
| 8 | 0,0237 | -0,0099 | 4,7495 | [0,314] |
| 9 | -0,2525 | -0,1708 | 7,3387 | [0,197] |
| 10 | -0,0361 | -0,1340 | 7,3961 | [0,286] |

Fonte: Resultado da pesquisa

3.4) Previsões

A Figura 1 apresenta os gráficos de tendência temporal das séries Produção, Exportação e Preço⁸⁹. Com base nos gráficos A, B e C da Figura, as linhas dos valores previstos pelo ARIMA demonstram um bom ajustamento aos dados amostrados. Isso reforça a eficiência da previsão feita para as décadas seguintes à 2012. Na figura A, verifica-se uma tendência permanente de crescimento, em termos médios, na produção da soja brasileira. O mesmo acontece com as Exportações dessa *commodity*, porém de forma mais lenta (curva de tendência menos íngreme) e com uma dispersão de valores levemente maior.

Contudo, verifica-se uma tendência atípica no comportamento da variável Preço da soja. É possível observar na figura C, que os valores praticados seguem uma tendência quase constante, incoerente com o rápido aumento na produção, uma vez que a atividade de produção e comercialização da soja no Brasil é, em sua totalidade, uma atividade privada. Ainda assim, é possível inferir para a possibilidade de ocorrência de valores altamente dispersos dos valores médios.

⁸⁹ As análises estão baseadas nas primeiras diferenças das variáveis.

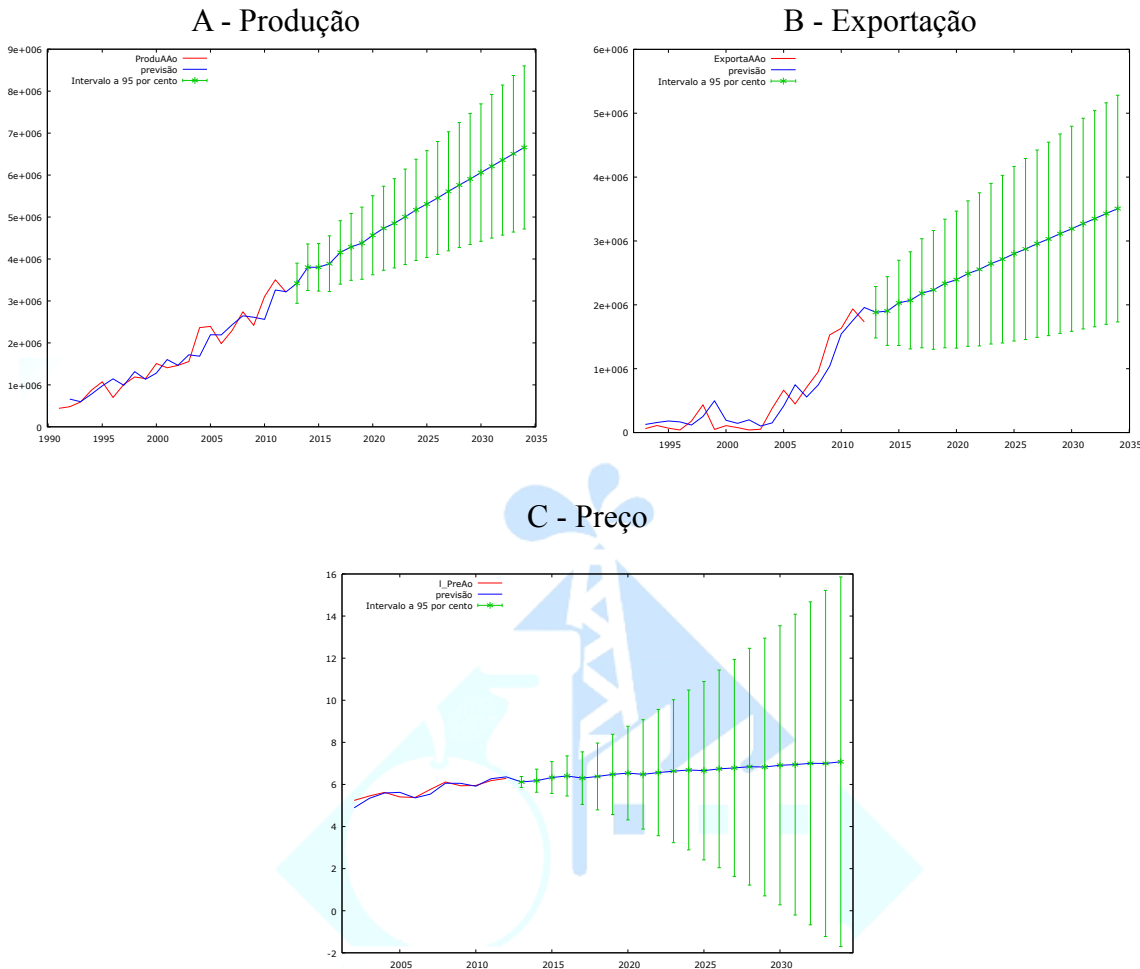


Figura 1: Previsões para as variáveis produção, exportação e preço

Fonte: Resultado da pesquisa

3.5) Avaliação do Impacto da Lei Kandir: Modelo 1

Os resultados do Modelo para avaliação do impacto da Lei Kandir sobre a produção de soja no Brasil são apresentados na Tabela 3. Considerando todas as variáveis calibradas pelo ARIMA como *proxies* de seus valores originais de medida e o logaritmo das primeiras diferenças da variável “Área” estimou-se os modelos (8) e (10), este último apresentado na sessão 3.6 a seguir. Observa-se nas equações regredidas que todos os estimadores são estatisticamente significativos para níveis de significância de 1%, 5% e 10% segundo o valor da probabilidade *p-valor*. Os sinais dos coeficientes são coerentes com as hipóteses aqui preestabelecidas de relações positivas entre as variáveis explicativas e a dependente, exceto pela variável produção no período $t-1$, que estabelece a relação contrária.

Do ponto de vista do ajustamento da regressão, os R^2 ajustado e não-ajustado apresentam valores de cerca de 98% da variação média da produção de soja no país de fato é explicada pelas séries explanatórias (presentes e defasadas) consideradas. A estatística *h de Durbin* aponta para a ausência de autocorrelação serial do modelo AR estimado.

Para o teste de diagnóstico do modelo ajustado, observou-se o *p-valor* de *Qui-quadrado* que aponta para a aceitação da hipótese de normalidade dos resíduos da regressão. Além disso, o *p-valor assintótico* para teste de *Dickey-Fuller Aumentado* com constante e com constante e tendência sugerem, em ambos os casos, a rejeição da hipótese nula de presença de raiz unitária nos resíduos ajustados.

TABELA 3: Modelo Multivariado de Defasagens Distribuídas Autoregressivas

| Modelo 1: AR, usando as observações 1993-2012 (T = 20) | | | |
|---|---------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Variável dependente: Produção | | | |
| | <i>Coefficiente</i> | <i>p-valor</i> | |
| const | -3,16002 | 0,0054 | *** |
| Area | 1,54323 | 0,0001 | *** |
| Area_1 | 0,291231 | 0,0923 | * |
| Exportação | 0,1333 | 0,0001 | *** |
| Exportação_1 | 0,0514897 | 0,0067 | *** |
| D | 0,0782972 | 0,0100 | * |
| Produção_1 | -0,672601 | 0,0001 | *** |
| u(-1) | 0,164641 | 0,0981 | * |
| u(-2) | -0,758883 | 0,0001 | *** |
| R ² -quadrado = 0,989640 | | R ² Ajust = 0,984858 | P-valor(F) = 6,56e-15 |
| Durbin-Watson = 2,414324 | | Durbin h = 1,17210 | |
| Teste da normalidade dos resíduos - | | | |
| Hipótese nula: o erro tem distribuição Normal | | | |
| Estatística de teste: Qui-quadrado(2) = 1,9703 com p-valor = 0,373383 | | | |
| Teste Aumentado de Dickey-Fuller para uhat5 | | | |
| incluindo 1 defasagem de (1-L)uhat5 | | | |
| (o máximo foi 5, critério AIC) | | | |
| tamanho da amostra: 18 | | | |
| hipótese nula de raiz unitária: a = 1 | | | |
| teste com constante | | | |
| modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$ | | | |
| valor estimado de (a - 1): -2,02373 | | | |
| estatística de teste: tau_c(1) = -6,14235 | | | |
| p-valor assintótico 5,404e-008 | | | |
| coeficiente de 1ª ordem para e: -0,033 | | | |
| com constante e tendência | | | |
| modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$ | | | |
| valor estimado de (a - 1): -2,02176 | | | |
| estatística de teste: tau_ct(1) = -5,94297 | | | |
| p-valor assintótico 1,595e-006 | | | |
| coeficiente de 1ª ordem para e: -0,038 | | | |

Fonte: Resultado da pesquisa

Todos os resultados obtidos até aqui, habilitam a pesquisa às interpretações dos valores obtidos pelos coeficientes da função de curto prazo Q_t .

A análise indica que a influência do aumento percentual unitário (elasticidade de curto prazo) da área corrente de cultivo da terra sobre a produção de soja no oeste da Bahia, segundo a função de curto prazo estimada, é de 1,54%. Por outro lado, considerando a área cultivada defasada, este percentual cai 0,29%. O coeficiente de ajustamento para a área é $\delta = 1 - 0,2912 = 0,7088$ indicando que cerca de 70% de discrepância entre a produção no período corrente e no defasado foram eliminados de um período para o outro, considerando os demais fatores constantes. Já o coeficiente obtido pela exportação nos indica que, tudo o mais constante, o aumento de 1% na quantidade exportada eleva a produção de soja em apenas 0,13%, portanto, inelasticidade no curto prazo. O coeficiente de ajustamento parcial das exportações defasadas aponta que 94,85% da expectativa do exportador foi alcançada de um período para o outro. Neste sentido, é possível inferir também que o coeficiente de expectativa aumentou em cerca de 33% o hiato entre o valor corrente da produção de soja e seu valor esperado no período anterior. Os componentes de média móvel u_{t-1} e u_{t-2} também ajustam efeitos de expectativas dos choques aleatórios sobre a produção corrente, respectivamente, de 84% de diminuição e 25% aumento do hiato entre esses períodos.

Por fim, o resultado negativo do coeficiente autônomo perde o sentido econômico a priori, porém, numa análise mais mecânica, sugere que, desconsiderando-se o estímulo das variáveis exportação e área plantada, a produção de soja na região será nula.

Diante do exposto, o modelo de expectativas estimado aqui proposto, sugere que a produção de soja no oeste da Bahia depende, de forma significativa, da área destinada ao plantio desta cultura relativamente às exportações dessa *commodity*. Medindo esse efeito em termos brutos, verifica-se a partir do $\text{antilog}(\beta_1)$ que o aumento de 1 hectare de área plantada, mantendo os demais fatores constantes, representará um aumento de 4,67 toneladas na produção de soja. Logo, existe uma relação bastante forte entre produção e área plantada.

Uma explicação para essa elevada produtividade marginal da terra é que nesta região, apesar do aumento considerável da área plantada, consequência de técnicas de plantio, como é o caso do plantio direto, é o uso cada vez mais intensivo das sementes geneticamente modificadas ou transgênicas na cultura da soja.⁹⁰

Com vistas ao coeficiente da exportação percebe-se que este, assim como a área, mantém uma influência positiva em relação à produção, todavia esta é em um grau menor que a primeira.

Uma das explicações para este fenômeno é que apesar desta ser uma cultura com um nível de exportação bastante elevado no Brasil, segundo Jank et. al (2004), o mercado interno está cada vez mais forte, sendo que a caracterização que anteriormente se fazia entre produtos de exportação (soja e laranja) e produtos de mercado interno (arroz, feijão, leite e mandioca) perde cada vez mais o sentido, pois estes itens de exportação, ao longo das décadas, vêm ganhando espaço no mercado doméstico.

Conforme cita Cassuce e Santos (2005), ocorre um aquecimento no mercado interno de grãos no Brasil, principalmente na última década. Isto levou o país ao patamar de grande consumidor de soja em grão, terceiro maior do mundo, além de ter aumentado o seu consumo do farelo e do óleo de soja.

No plano externo, os principais mercados consumidores da soja brasileira, é a União Europeia, os Estados Unidos e principalmente a China, que além de possuir uma economia com taxas de crescimento bastante elevadas, possui também um vasto mercado consumidor de soja, visto que tal produto é um dos principais do gênero alimentício daquele país. Logo, apesar da influência considerável que o mercado externo tem no volume produzido internamente, têm-se verificado que o país reúne capacidade para ampliá-la, sendo o atendimento a expansão crescente do mercado interno um bom exemplo disso.

3.5.1) Análise do Impacto da Lei Kandir

Da Tabela 3, considerando o antilogaritmo dos estimadores, obtém-se a equação da média esperada⁹¹ da produção de soja para o período *ex-ante* à Lei Kandir:

$$E(Q_t | A, EXP, Q, D, u) = 0,042 + 4,66A_t + 1,33A_{t-1} + 1,13EXP_t + 1,05EXP_{t-1} + 0,078D_t + 0,51Q_{t-1} + 1,17u_{t-1} + 0,47u_{t-2}$$

Com base na equação acima e retirando-se a média aritmética dos 7 anos que definem o período de 1990 a 1996, obteve-se que a estimativa do valor esperado da variação da produção média de soja, antes da implementação da lei de incentivo tributário totalizava cerca de:

$$E(Q_t | A, EXP, Q, u, D = 0) = 1.857.594,26 \text{ toneladas}$$

⁹⁰ Segundo Roessing e Lazzarotto (2005), as principais características destas sementes são: possuem uma maior produtividade, porte e ciclos adequados, maior resistência a doenças, além de teores adequados de óleo e proteína.

⁹¹ As médias esperadas dos modelos 1 e 2 estão calculadas para as variáveis em diferenças, de modo que, seus valores em nível terão que integrar as referidas séries, levando em consideração a diluição dessas variações.

Já para o período *ex-post* a lei, aqui conformado por 16 anos que vão de 1997 a 2012, a pesquisa verificou uma média condicional esperada de:

$$E(Q_t | A, EXP, Q, u, D = 1) = 4.811.612,56 \text{ toneladas}$$

Analisando os coeficientes lineares das equações acima, verifica-se que há um aumento do valor desses estimadores. Conseqüentemente, é possível concluir que houve um deslocamento ascendente de toda função de produção da soja nos anos pós Lei Kandir.

Esse resultado pode ser confirmado pelo aumento da produção média entre os dois períodos, de cerca de 259%.

Do ponto de vista microeconômico, o deslocamento ascendente $E(Q_t)$ pode representar uma redução dos custos marginais de produção, uma vez que este é definido como alguma porção ascendente da curva de oferta acima do custo variável médio mínimo, o que faz com que haja uma elevação no lucro total da atividade. Assim, cada tonelada produzida, pode contribuir para uma redução nos custos totais de produção e, por conseguinte, nos custos médios por hectare de terra.

Esses resultados habilitam a pesquisa a concluir que, possivelmente, houveram ganhos de escala entre os anos de 1997 e 2012. Do ponto de vista específico do modelo econométrico apresentado, esta economia de escala aqui apontada foi possibilitada pelo aumento da produção da soja na região, particularmente nos anos consequentes a implementação da Lei Complementar 87/96. Nesses termos, apesar da tendência de crescimento que a produção apresenta ao longo de todo o período, esta se intensifica após a implantação da referida Lei, que se dá a partir do ano 8.

3.6) Análise da Elasticidade-Preço da Oferta da Soja: Modelo 2

Os resultados do Modelo para avaliação da elasticidade-preço sobre a produção de soja são apresentados na Tabela 4. Observa-se que apenas os estimadores para o preço corrente e em suas segundas diferenças, bem como o estimador do resíduo em $t-2$ são estatisticamente significativos para níveis de significância de 1% e 10% segundo o valor da probabilidade *p-valor*. Os sinais positivos dos coeficientes são coerentes com a lógica econômica das relações positivas entre a produção e o preço.

Observa-se, ainda, um bom ajustamento da regressão através dos valores do R^2 , de modo que, para a estatística não-ajustada, cerca de 98% da variação média da produção de soja neste modelo é explicada pelas variações no preço corrente e pelas variações no preço e choques defasados.

A autocorrelação serial foi testada através do *teste d modificado*, em que o valor de *Durbin-Watson* foi maior que a densidade superior *du* (da tabela) de 2,023, logo, não rejeita-se a hipótese de ausência de autocorrelação do modelo.

Para o teste de diagnóstico, verifica-se que o *p-valor* da estatística de *Qui-quadrado* sugere a aceitação da hipótese de normalidade dos resíduos do modelo ajustado, bem como, o *p-valor assintótico* para o teste sem constante de *Dickey-Fuller Aumentado* aponta a rejeição da hipótese nula de presença de raiz unitária na série dos resíduos ajustados.

TABELA 4: Modelo Multivariado de Defasagens Distribuídas

| Modelo 10: AR, usando as observações 1994-2012 (T = 19) | | | |
|--|---------------------|--------------------------------|-----|
| Variável dependente: Produção | | | |
| | <i>Coefficiente</i> | <i>p-valor</i> | |
| Preço | 1,14224 | 0,0013 | *** |
| Preço_1 | 0,479492 | 0,2121 | |
| Preço_2 | 0,927432 | 0,0073 | *** |
| u(-1) | 1,20292 | 0,0001 | *** |
| u(-2) | -0,367801 | 0,1326 | |
| R-quadrado = 0,989640 | | R-quadrado ajustado = 0,984858 | |
| Durbin-Watson = 1,857326 | | | |
| Teste da normalidade dos resíduos - | | | |
| Teste para a hipótese nula de distribuição normal: | | | |
| Qui-quadrado(2) = 3,291 com p-valor 0,19290 | | | |
| Teste Aumentado de Dickey-Fuller para uhat | | | |
| incluindo 2 defasagens de (1-L)uhat | | | |
| (o máximo foi 5, critério AIC) | | | |
| tamanho da amostra: 16 | | | |
| hipótese nula de raiz unitária: a = 1 | | | |
| teste sem constante | | | |
| modelo: $(1-L)y = (a-1)*y(-1) + \dots + e$ | | | |
| valor estimado de (a - 1): -0,694444 | | | |
| estatística de teste: tau_nc(1) = -1,73042 | | | |
| p-valor assintótico 0,07929 | | | |
| coeficiente de 1ª ordem para e: 0,417 | | | |
| diferenças defasadas: F(2, 13) = 0,647 [0,5398] | | | |
| teste com constante | | | |
| modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$ | | | |
| valor estimado de (a - 1): -0,747416 | | | |
| estatística de teste: tau_c(1) = -1,77187 | | | |
| p-valor assintótico 0,395 | | | |
| coeficiente de 1ª ordem para e: 0,427 | | | |
| diferenças defasadas: F(2, 12) = 0,492 [0,6231] | | | |
| com constante e tendência | | | |
| modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$ | | | |
| valor estimado de (a - 1): -1,19859 | | | |
| estatística de teste: tau_ct(1) = -2,87099 | | | |
| p-valor assintótico 0,172 | | | |
| coeficiente de 1ª ordem para e: -0,079 | | | |

Fonte: Resultado da pesquisa

A Tabela 4 apresenta as estimativas da regressão do modelo translogarítmico autoregressivo. A ausência de significância estatística sobre as variáveis *Preço-1* e *u(-2)* impede suas interpretações. É possível inferir que a produção é elástica ao preço corrente e quase elástica unitária ao preço passado, defasado em dois períodos de tempo. Em outras palavras, para aumentos percentuais unitários nos preços correntes, o impacto de curto prazo sobre o aumento da produção será de 1,14%, tudo mais constante. Por outro lado, a influência passada do aumento percentual unitário no preço *t-2* impacta a produção corrente em 0,92%. O coeficiente de ajustamento neste caso é $\delta = 1 - 0,9274 = 0,0726$, o que significa que cerca de 7,26% das expectativas de produção foram atingidas entre *t-2* e o ano corrente. Um ajustamento bastante lento para o período de 2 anos. Por outro lado,

verifica-se um impacto negativo do choque aleatório u_{t-1} sobre a expectativa da produção corrente de -20,29%.

Diante do exposto, o modelo de expectativas estimado aqui proposto, sugere que a produção de soja no oeste da Bahia depende, de forma significativa, da área destinada ao plantio desta cultura relativamente às exportações dessa *commodity*. Medindo esse efeito em termos brutos, verifica-se que o aumento monetário unitário no preço corrente da soja, reflete no aumento de 3,13 toneladas sobre a variação na produção média de soja, mantendo os demais fatores constantes. Assim, existe uma relação forte entre produção e o preço, porém menor quando comparada com a área plantada.

Estes resultados, entretanto, não surpreendem. Em parte, a maior influência da área relativa ao preço sobre a produção da soja, advém da atuação das grandes multinacionais do setor agropecuário, as chamadas *tradings*, discutidas no item 3.6.

Segundo Alves (2012), a vinda desses grupos para a região ocorre a partir de uma ampla política de incentivos disponibilizada pelo governo estadual com o intuito de oferecer todo o suporte necessário para garantir a instalação delas na região, como por exemplo, incentivos fiscais, investimento em infraestrutura, dentre outros.

Tais empresas têm como principais expoentes na região a Bunge, Cargill e a Monsanto. Este fenômeno não está restrito apenas a esta região, se espalhando pelo Brasil, por exemplo, no Mato Grosso além da atuação destas dá-se um forte destaque a Sunrise, Hopefull Grain, ADM e Dreyfus.

Alves (2012) afirma que a Bunge e a Cargill compram antecipadamente a maior parte da produção, o que as viabiliza fazer uma política de estocagem, para que a posteriori exporte esse produto para as diversas partes do mundo. Este fato traz uma vantagem que é a segurança ao produtor de que terá sua safra comercializada, podendo de antemão já ter programada a sua margem de lucro, auferida antes mesmo do fim do processo. Todavia surgem algumas outras desvantagens, como por exemplo, a dependência financeira imposta por estas empresas, bem como uma maior redução do preço interno, recebido pelo produtor, em relação ao preço cotado no porto, negociados internacionalmente.

Para Alves (2012), um dos principais motivos desta dependência é que grande parte dos agricultores não tem condições financeiras de financiar a safra de forma autônoma e muitas das vezes, mesmo recorrendo ao setor bancário, não conseguem o sucesso esperado. Assim, essas empresas entram no negócio e financiam a produção do agricultor mediante a condição do cumprimento de uma série de exigências como a garantia de que o agricultor irá adquirir outros produtos ou serviços oferecidos pela empresa, como fertilizantes, defensivos, análise de solo, entre outros.

Assim a maior parte do lucro fica com as grandes multinacionais, visto que grande parte da cadeia produtiva do produto é dominada por elas, segundo Costa e Santana (2013), começa a partir do quase monopólio imposto pela Monsanto na venda das sementes de soja geneticamente modificadas na região. Este processo continua com a concessão de crédito feita com base na compra antecipada, e que prossegue com a venda dos insumos disponíveis a produção, chegando por fim a comercialização do produto.

A análise do Gráfico 1 abaixo, referente ao preço da soja em grão, mostra uma característica importante deste período.

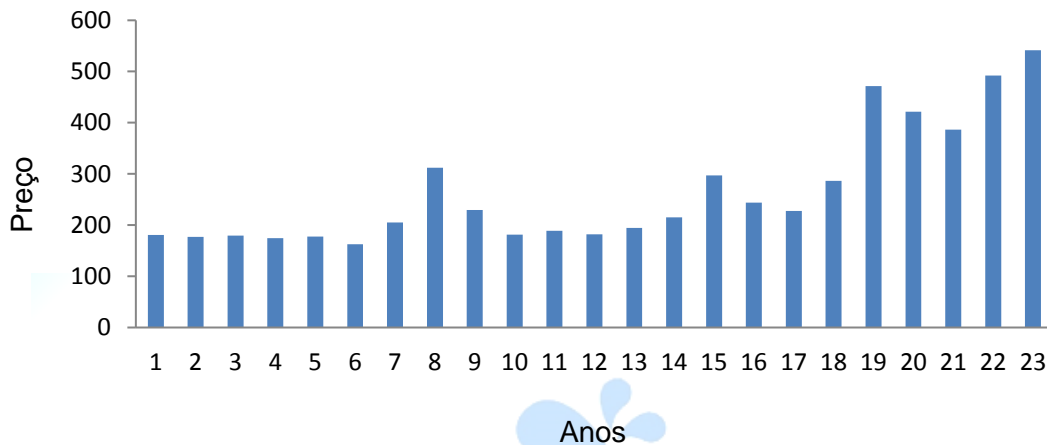


Gráfico 1: Preço da soja, em dólar, de 1990 a 2012

Fonte: Resultado da pesquisa

Percebe-se que o preço esteve relativamente estável durante todo o período analisado, com exceção apenas ao período final, em contrapartida ao aumento gradual, verificado no período, tanto da área, quanto da produção.

Segundo Bernardes Filho (2005), esta estabilidade também pode ser explicada pelos subsídios proporcionados pelo governo americano (um dos grandes expoentes da soja no mundo) ao produto, impedindo com isso que o seu preço suba demasiadamente, mantendo assim a soja americana atrativa no mercado internacional. Logo, tais fatores peculiares ao mercado da soja fazem com que políticas que acabam diminuindo o seu custo final, como a Lei Kandir, tenham pouca influência no preço final do produto.

Um detalhe importante é que as características presentes neste mercado, apesar da oferta elástica, a estabilidade nos preços e o controle destes, via *tradings* ou via subsídios americanos, provocam efeitos no comportamento do valor da Receita Total da soja na região. Tal fenômeno pode ser verificado através da análise da Tabela 5 abaixo.

Tabela 5: Valor da Receita Total da soja no Oeste Baiano de 1991 a 2012, em dólares.

| Ano | Receita Total (US\$) | Ano | Receita Total (US\$) |
|------|----------------------|------|----------------------|
| 1991 | 63.592.557,91 | 2002 | 295.185.980,2 |
| 1992 | 110.423.950,1 | 2003 | 343.344.896,5 |
| 1993 | 113.045.243,0 | 2004 | 550.893.902,2 |
| 1994 | 136.311.275,9 | 2005 | 521.743.251,9 |
| 1995 | 161.314.837,3 | 2006 | 437.000.079,8 |
| 1996 | 268.252.960,6 | 2007 | 616.173.684,1 |
| 1997 | 327.253.233,6 | 2008 | 1.297.804.473,0 |
| 1998 | 236.397.090,6 | 2009 | 1.083.885.323,0 |
| 1999 | 218.862.471,3 | 2010 | 902.788.888,7 |
| 2000 | 242.868.286,8 | 2011 | 1.577.307.086,0 |
| 2001 | 280.107.999,7 | 2012 | 1.834.751.593,0 |

Fonte: Resultados da pesquisa

As características citadas anteriormente podem ser confirmadas através da análise de que do comportamento da receita total percebida pela atividade, um aumento substancial de mais de 2.800% em todo período. Dada a estabilidade comprovada nos preços na maior parte dos anos e os resultados

aqui alcançados, é possível inferir que esse aumento fora financiado pela quantidade produzida e comercializada da *commodity*, que por sua vez, são frutos da ampliação da área nacional cultivada e das exportações desse produto.

Assim, pode-se chegar à constatação de que os ganhos de receita, advindos da escala de produção, concorre para uma forte concentração fundiária com a atividade na região. Tal fato pode ser constatado através dos cartogramas 1 e 2.



Cartograma 1: Índice de Gini da Área Total dos Estabelecimentos Agropecuários, por Município – período 1995 - 1996

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 1995-1996



Cartograma 2: Índice de Gini da Área Total dos Estabelecimentos Agropecuários, por município – 2006

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2006

Os cartogramas evidenciam que esta é uma das regiões de maior concentração fundiária do país, sendo que a natureza como se estrutura o crescimento da receita total neste mercado, baseada na inércia por parte dos produtores, no que diz respeito ao controle dos preços, os direciona apenas a alternativa de crescimento desta receita via aumento da área plantada, fomentando um ciclo vicioso do processo de concentração já pré-existente.

4. Conclusão

Com base nos resultados alcançados, é possível verificar que houve um aumento considerável na quantidade produzida e exportada de soja em grão no oeste baiano entre os anos de 1990 e 2012, essencialmente no período *ex-post* a implementação da Lei Complementar 87/96, o que sugere a ocorrência de um choque exógeno promovido por esta política nesse mercado. Os resultados apontam que tal estímulo se perpetuou sobre o nível de produção da oleaginosa no país, estimulada, sobretudo, pela expansão da área plantada e, em menor proporção, pelas suas exportações e pelos preços. Essa tendência pode ter provocado, por um lado, um provável processo de adaptação, em alguma medida, das expectativas dos produtores nos períodos mais recentes do estudo, bem como uma elevação no valor da receita total, e por outro, uma redução no custo total, fator este importante principalmente em regiões interioranas, como a região em estudo, pois os custos de logística para o transporte dessa produção para os portos são, dentre outros, geralmente elevados.

Todavia, sabe-se, pela revisão da literatura estudada que, em face da estrutura oligopolizada desse mercado, que faz com que o preço seja fortemente manipulado por multinacionais, tanto antes do processo de plantação da soja provocado pelo quase monopólio da Monsanto na venda das sementes transgênicas, quanto no final do processo com o oligopsonio da Bunge e da Cargill na compra e comercialização da soja, permitindo assim que estas façam uma forte política de estocagem que acaba influenciando, sobremaneira, o preço da soja no intuito de torná-la competitiva no mercado internacional, tendo em vista a forte concorrência imposta pela soja altamente subsidiada dos Estados Unidos.

Este controle pode levar a distorções neste mercado, visto que os ganhos de receita verificados nos resultados da pesquisa, são obtidos pelo aumento da produção, que é gerado, em sua maior parte, pelo aumento da área plantada, acompanhado de redução nos custos, o que permite concluir a existência de uma forte economia de escala na atividade. Conseqüentemente, tal fato pode por acabar “asfixiando” o grande produtor, visto que sua sobrevivência, enquanto membro competitivo neste mercado fica condicionada a aquisição de mais terras.

Esse contexto fomenta uma mudança na diversificação produtiva da região, em favor do agronegócio e em detrimento das atividades pastoris e agricultura de subsistência.

Tal fenômeno provoca impactos sociais importantes, pois além de levar a um aumento da concentração fundiária na região, inviabiliza a sobrevivência do pequeno produtor, que fica condicionado, nesse processo, à venda ou arrendamento de sua propriedade.

Outra questão importante é que o direcionamento seguido pela política, ao isentar o imposto sobre os bens *in natura*, fez com que houvesse um aumento acentuado apenas na produção da soja em grão em detrimento tanto do farelo quanto do óleo de soja. Logo, o Brasil segue o caminho inverso da tendência mundial de aumento da produção destes produtos beneficiados. Com isso, boa parte da soja em grão que o Brasil exporta (4,9% produzida na Bahia) é transformada em farelo ou óleo de soja em países como a Argentina e os Estados Unidos, ficando estes com uma parcela considerável do lucro, visto que o beneficiamento gera produtos com maior valor agregado.

Logo, entende-se a necessidade da política tributária proposta pela Lei Kandir ser repensada pelo poder público, haja vista o cenário econômico no qual a lei se inseriu, como forma de compensar as perdas provocadas, em virtude, principalmente, das altas taxas de inflação. Tal mudança viria no intuito de seguir a tendência do mercado internacional, estimulando não apenas a produção do grão, mas também seus derivados beneficiados, fazendo com que a parte do lucro absorvido por estes países no processo de beneficiamento permaneça no Brasil.

Por fim, esta pesquisa sugere uma atuação proativa dos governos no sentido de ampliar o debate, junto à OMC, sobre a estrutura oligopolizada no mercado da soja e a questão da influência dos subsídios norte americanos sobre a formação dos preços dessa *commodity*. Internamente, o poder público deve atuar de forma eficaz como órgão fiscalizador desse mercado, como tentativa diminuir a influência destas multinacionais na precificação final do produto, assim como reduzir a dependência dos agricultores locais perante elas.



10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Referências Bibliográficas

ALVES V. E. L. A presença das grandes empresas do agronegócio nos cerrados nordestinos: O caso da Bunge Alimentos no sul do Piauí. **Boletim Campineiro de Geografia**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 241-261. 2012.

BACEN – Banco Central do Brasil. Calculadora do cidadão. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 10/12/2013 (Vários acessos).

BELIK, W.; FILHO, J. F. F. **A política de tributação na exportação do complexo da soja pelo Brasil: Transformação e resultados**. In: 48ª CONGRESSO SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Campo Grande – MS. 2010.

BERNARDES J. A.; FILHO O. L. F. **Geografia da soja: BR-163 Fronteiras em Mutação**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Arquimedes Edições, 2005.

CASSUCE, F. C. C.; SANTOS, M. L. Desvalorizações cambiais e captação de divisas: o caso brasileiro de soja em grão. **Revista Organizações Rurais e Agrícolas**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 298-311, 2005.

COSTA, N. L.; SANTANA, A. C. Poder de mercado e desenvolvimento de novas cultivares de soja transgênicas e convencionais: análise da experiência brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**. Manaus, v. 56, n. 1, p. 61-68, jan/mar. 2013.

FILHO A. M. S.; FILHO J. N. V. A revalorização econômica do oeste baiano a partir da expansão da agricultura moderna e o surgimento de um novo território: O município de Luís Eduardo Magalhaes – BA. **Revista Pegada**, São Paulo, Vol. 9, n. 2, p. 1-15, dez. 2008.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C.; **Econometria Básica**. 5º ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2011.

HAESBAERT R. A noção de rede regional: Reflexões a partir da migração “gaúcha” no Brasil. **Revista Território**, Rio de Janeiro, Ano 3, n. 4, p. 55-71, jan/jun. 1998.

INDEXMUNDI. Preço das mercadorias. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com>>. Acesso em: 03/01/2014 (Vários acessos).

JANK, M. S.; NASSAR, A. M.; TACHINARDI, M. H. Agronegócio e comércio exterior brasileiro. **Revista USP**, São Paulo, n. 64, p. 14-27, dez/fev. 2004-2005

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento da soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 57, n. 1, p. 97-104, jan/mar. 2000.

LEITÃO, A.; IRFFI, G.; LINHARES, F. Avaliação dos efeitos da Lei Kandir sobre a arrecadação de ICMS no Estado do Ceará. **Revista Planejamento de Políticas Públicas**, Brasília, n. 39, p. 37-63, jul/dez. 2012.

MADDALA, G.S. **Introdução à econometria**. 3ªed, Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estatística Política Agrícola. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 07/01/2014. (Vários acessos).

MARTINS R. S. Análise dos impactos de investimento nos sistemas de transportes na logística do complexo da soja brasileiro: os casos Ferronorte e Hidrovia Araguaia – Tocantins. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 411-429, jul/set. 2005.

MDIC – Ministério do Desenvolvimento da Indústria e do Comércio Exterior. Estatísticas de Comércio Exterior – DEAEX. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 12/12/2013 (Vários acessos).

MONDARDO M. L. A “territorialização” do agronegócio globalizado em Barreiras – BA: migração sulista, reestruturação produtiva e contradições sócio-territoriais. **Revista Nera**, Presidente Prudente. Ano 13, n. 17, p. 112-130, jul/dez. 2010.

NUNES S. P.; SCHLESINGER S. **A agricultura familiar da soja na região sul e o monocultivo no Maranhão**: Duas faces do cultivo de soja no Brasil. 1ª ed. Rio de Janeiro: Fase Solidariedade e Educação, 2008.

ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J. Soja transgênica no Brasil: situação atual e perspectivas para os próximos anos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 2005, Londrina, PR. **Resumos...** Londrina: Embrapa, 2005. 578 p.

SANTANA, A. C. **Métodos quantitativos em economia: elementos e aplicações**. Bélem: UFRA, 2003

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21/11/2013 (Vários acessos).

SILVA, R.P.; CORRÊA, C.F.; CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, p.292-304, abr/jun. 2008.

SIQUEIRA, T. V.; O ciclo da soja: Desempenho da cultura da soja entre 1961 e 2003. **Revista BNDES Setorial**. Rio de Janeiro, n. 20, p. 127-222, set. 2004.

SOARES, M. R. D. **Lei Kandir: Breve histórico**. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1441/lei_kandir_soares.pdf?sequence=1> Acesso em: 09/02/2014.

ZAMBERLAN, C. O.; SONAGLIO, C. M; ZAMBERLAN, J. F. **Pesquisa, Inovação e Aprendizagem: A expansão da soja nos Cerrados e a contribuição da EMBRAPA**. In: 47º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Porto Alegre – RS. 2009.

POLÍTICAS ESTADUAIS DE ATRAÇÃO DE INDÚSTRIAS SÃO EFICAZES PARA GERAÇÃO DE EMPREGOS? O CASO DO PSDI EM SERGIPE

Marco Jorge (UFS), Helma Vasconcelos (UFS), Karolyne Costa (UFS) e José R. Santana (UFS)

Resumo:

O aumento dos níveis de emprego e a melhoria da renda destacam-se como objetivos primordiais das políticas estaduais de atração de empresas. Terá o Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial (PSDI) contribuído para a elevação dos níveis de emprego formal nos municípios onde foram instaladas indústrias beneficiárias? O presente artigo busca encontrar respostas para esta questão, com foco no período entre 2000 e 2010. Para tanto foi calculado o estimador de diferenças em diferenças (*diff in diff*) e, para verificar a robustez dos resultados encontrados, procedeu-se a uma análise dos efeitos de tratamento do referido Programa com base i. no pareamento dos municípios de tratamento com o(s) município(s) de controle mais similar e ii. no método de ajustamento de regressão. Os resultados demonstraram que o PSDI não tem sido capaz de impactar o conjunto do emprego formal dos municípios que receberam empresas, mas tal conclusão muda quando se restringe a análise ao emprego industrial formal, notando-se um impacto positivo do Programa, o que se configura como um resultado esperado, dada a concentração da concessão de benefícios para a indústria de transformação.

Palavras-Chave: Atração de Investimentos; Emprego Formal; Estimador de Diferenças em Diferenças; Sergipe.

Abstract:

The increase in employment and the improvement of income levels stands out as one of the primary objectives of the state policies of industry attraction. Has the Sergipian Industrial Development Program (PSDI) contributed to raising formal employment levels in the municipalities where the beneficiary industries have been established? The present article seeks to find answers to this question, focusing on the period between 2000 and 2010. For this purpose, the diff in diff estimator was calculated and, in order to verify the robustness of the results found, an average treatment effects on treated (ATET) analysis was carried out based in i. the matching of the treated municipalities with the most similar control municipality (s) and ii. the regression adjustment method. The results showed that the PSDI has not been able to impact the general formal employment of municipalities that received companies, but this conclusion changes when the analysis is restricted to the formal industrial employment, noting a positive impact of the Program, which is an expected result, given the concentration of the granting of benefits to the transformation industry.

Keywords: Investment Attraction, Formal Employment; Diff-in-Diff Estimator; State of Sergipe (Brazil).

10-12 de julho/2017

Introdução

Universidade Federal de Sergipe

No Brasil, as sucessivas tentativas de sistematização de uma política industrial vem, há décadas, dando margem a implementação de políticas industriais locais como instrumento para fomentar o setor industrial e elevar as taxas de crescimento econômico nas unidades da Federação.

Diante deste quadro os governos estaduais passam a incentivar, em especial, a atração do capital industrial. No estado de Sergipe este conjunto de incentivos materializou-se na aprovação da Lei n. 3.140/91 que instituiu o Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial (PSDI), juntamente com o Fundo de Apoio à Industrialização (FAI), oferecendo “apoio financeiro, crédito,

locacional, fiscal e de infraestrutura” a empresas do setor privado que se instalem no estado, principalmente aquelas que façam parte de cadeias produtivas aqui estabelecidas e sejam estratégicas para o desenvolvimento de Sergipe, não importando se estas empresas são novas ou já em funcionamento.

Entre outros objetivos destacam-se no âmbito do PSDI, o aumento dos níveis de emprego formal e da renda. Convém indagar: terá o referido Programa, como instrumento de política industrial, contribuído satisfatoriamente para a elevação dos níveis de emprego formal nos municípios onde foram instaladas indústrias beneficiárias? O presente artigo busca encontrar respostas para esta questão, com foco no período entre 2000 e 2010.

Para tanto será calculado o estimador de diferenças em diferenças (*diff in diff*), o qual se baseia na comparação da diferença entre o antes (*baseline*) e o depois (*follow up*) da aplicação da política pública. Para verificar a robustez dos resultados encontrados proceder-se-á também a uma análise dos efeitos de tratamento do referido Programa com base: i. no pareamento (*matching*) dos municípios de tratamento com o(s) município(s) de controle mais similar (método do vizinho mais próximo) e ii. no método de ajustamento de regressão. Todos os procedimentos serão realizados no STATA 14.0.

Assim, a contribuição do presente artigo consiste na primeira análise sistemática da eficácia do PSDI em termos de sua capacidade de criar postos de trabalho formalizados – no total e especificamente no setor industrial – com base em procedimentos modernos de estimação⁹².

Dessa forma, o artigo está dividido em quatro seções além desta introdução. Na primeira faz-se um breve relato das iniciativas de política industrial no país, do Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial (doravante PSDI), bem como das variáveis que afetam o nível de emprego. A segunda seção descreve os procedimentos metodológicos adotados, enquanto a seção seguinte apresenta os resultados, bem como alguns “testes” de sua robustez. Por fim, as considerações finais são elencadas na última seção do artigo.

1. Políticas Industriais e Mercado de Trabalho

A presente seção aborda a discussão sobre a política industrial e seus efeitos no emprego. Inicialmente, é apresentado um breve histórico sobre a política industrial no Brasil, de forma a situar as ações de atração de investimentos industriais dos entes subnacionais, com foco no estado de Sergipe. Em seguida, apresentam-se os determinantes do emprego, a partir da composição do mercado de trabalho.

1.1. Política Industrial no Brasil: um breve relato

O entendimento sobre a condução de uma política industrial pode começar com a necessidade de que o crescimento econômico seja regido não somente pelas forças do mercado e dos investimentos da iniciativa privada, mas pela presença de um Estado capaz de alocar ou induzir a alocação dos recursos de maneira mais eficiente. A configuração da existência de mercados imperfeitos na economia dá embasamento ao argumento de que o Estado pode e deve atuar nas falhas de mercado, fazendo com que a união das ações do mercado e do governo seja capaz de proporcionar um incremento produtivo na economia do país. Esse incremento, derivado da intervenção do Estado, pode ocorrer por meio de uma política industrial. É por meio dela que o Estado deve auxiliar o mercado, no sentido de, por exemplo, impulsionar o processo de avanços tecnológicos com ênfase nos setores de potencial inovador (BRANDÃO; DRUMOND, 2012).

⁹² Em que pese a renúncia fiscal envolvida e a ênfase dada ao Programa pelo Governo do Estado já a vários mandatos, até o presente momento não se tem conhecimento de nenhum trabalho acadêmico ou relatório de gestão que tenha feito uma análise da eficácia do PSDI utilizando-se de modelagem econométrica.

A definição da função da política industrial pode ser metódica, segundo Suzigan e Furtado (2006), sendo identificada como um conjunto de ações, capazes de promover o desenvolvimento econômico, com ênfase no despertar de setores fundamentais que impulsionem a geração de divisas, criação de empregos, expansão e difusão da tecnologia. Essas ações em longo prazo devem aspirar ao aumento da competitividade industrial e ao uso mais eficaz dos recursos naturais.

O conceito de política industrial não possui na literatura uma interpretação consensual, sendo que muitos a apontam como uma estratégia de desenvolvimento, uma vez que se escolhe “proteger e estimular” certos setores, abdicando-se de outros, configurando tal ação como um direcionamento de ações estratégicas. Esses procedimentos podem ser visualizados facilmente na história econômica brasileira, passando por todos os regimes de governo até as políticas mais recentes nos âmbitos nacional e regional (CORONEL *et al.*, 2014).

Segundo Coronel *et al.* (2014), o governo Getúlio Vargas inaugurou o que se pode chamar de políticas voltadas para o desenvolvimento do setor industrial. O Processo de Substituição de Importações (PSI) foi consequência de uma série de medidas que garantiriam o desenvolvimento da indústria iniciante no país.

No início dos anos 30 diversas medidas foram tomadas para garantir a transferência de recursos para o setor industrial, em uma evidente mudança do centro dinâmico da economia do setor primário para o secundário, que ocorriam como forma de investimento em infraestrutura e protecionismo às indústrias consolidadas no país, ou mesmo medidas mais extremas, como a compra e a queima do excedente de café, criação de imposto sobre suas exportações, imposto sobre os novos plantios, todas com o objetivo de garantir a sustentação das cotações internacionais do produto.

As medidas adotadas contribuíram para um avanço significativo no setor industrial, como apresentaram Coronel *et al.* (2014) ao relatar que entre 1933 e 1939 a indústria de transformação registrou um crescimento anual de 8,4%.

Durante os anos seguintes as ações para fortalecimento do setor industrial, principalmente no tocante à indústria de bens de consumo duráveis foram continuadas, com a aceleração do PSI no governo de Juscelino Kubitschek, no qual foram implantados objetivos e metas mais coesos, organizados no Plano de Metas, resumidos no *slogan* que ficou popularmente conhecido para “fazer o Brasil crescer cinquenta anos em cinco anos de governo”.

Os resultados foram significativos para a época já que, entre 1957 e 1960, mais de 300 mil veículos foram fabricados, a produção de aço chegou a ser dobrada, a produção de barris de petróleo foi consideravelmente ampliada. Todo este impulso levou ao crescimento anual do Produto Interno Bruto (PIB) em 9,4%, enquanto o PIB do setor industrial crescia a 11,3% no mesmo período (LESSA, 1982 e ABREU, 1990).

Porém, as políticas industriais não continuaram gerando crescimento satisfatório da economia devido ao descontrole inflacionário. No entendimento de Brum (2005 *apud* Coronel *et al.*, 2014) os presidentes posteriores a Juscelino, Jânio Quadros e João Goulart, enfrentariam um enorme desafio, representado por uma inflação anual de 25%, aumento considerável da dívida externa e das desigualdades sociais.

Após o Golpe de 1964, o governo Castelo Branco conseguiu controlar temporariamente a inflação, levando a economia de volta ao crescimento durante o governo dos seus sucessores. No governo Geisel foi lançado o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), que tinha como um dos objetivos o crescimento industrial de 12% a.a, enfatizando o crescimento das indústrias de bens de capital e insumos básicos – como produtos siderúrgicos e suas matérias-primas, metais não ferrosos, produtos petroquímicos, cimento, enxofre e outros materiais não metálicos.

Mas a inflação e o aumento da dívida externa passaram a enfraquecer todas estas estratégias de crescimento, além da crise do petróleo e do cenário internacional desfavorável, tornando a década de 1980 considerada por muitos como uma “década perdida”. O planejamento e a coordenação da política industrial centralizados no governo federal até o início da década de 1980, então, deram lugar à gestão focada no curto prazo, dada a urgência em resolver o problema da dívida externa, cujo financiamento tornou-se mais complexo após a moratória do México em 1982. Havia ainda o

problema relacionado ao agravamento do processo inflacionário, interrompido somente em 1994 com a implantação do Plano Real (CORONEL *et al.*, 2014).

Dentro deste panorama o que marcou os anos seguintes foi a ausência de políticas industriais que, combinada com outros fatores, resultou na redução da participação do setor industrial no PIB do país. Em 1990, com pouco tempo do retorno à democracia, o governo Collor decide por finalizar o PSI e promover a abertura unilateral da economia brasileira (SUZIGAN; FURTADO, 2006).

A recuperação do horizonte de planejamento decorrente do controle da inflação com o êxito do Plano Real em 1994, no entanto, veio acompanhada de uma piora na situação das contas públicas. Com o controle da inflação, torna-se evidente a crise fiscal do setor público brasileiro (JORGE *et al.*, 2014). Diante deste quadro os governos estaduais passaram a incentivar a atração, em especial, do capital industrial, estabelecendo políticas industriais locais em um processo que passou a ser conhecido na literatura como “guerra fiscal”.

1.2. O Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial - PSDI

Instituído pela Lei nº 3.140 de 23 de dezembro de 1991, o Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial (PSDI) reuniu uma série de medidas para atrair investimentos da indústria como forma de enfrentamento à crise das contas públicas. Além disso, ficou evidente que o programa também pretendeu inserir o estado de Sergipe na “guerra fiscal” entre estados da federação, ou de método mais simples, na luta para atrair investidores.

É o que observaram Ribeiro, Jorge e Cruz (2015), ao destacarem o fato de que, no artigo 5º desta lei, está prevista para os novos empreendimentos a concessão de benefícios adicionais aos originalmente propostos, podendo estes se espelhar em benefícios oferecidos por outros estados, desde que devidamente comprovada a cessão destes.

O PSDI oferece apoio para empresas em consonância com as prioridades estabelecidas para o desenvolvimento do estado de Sergipe, quais sejam aquelas que colaboram para:

“I- a elevação do nível de emprego e renda;

II – a descentralização econômica e espacial das atividades produtivas;

III – a modernização tecnológica do parque industrial;

IV – a preservação do meio ambiente;

V – a integração com outros, dentro de programas de fomento à atividade econômica de especial interesse do Estado;

VI – o desenvolvimento da tecnologia da informação e fabricação de materiais e equipamentos para infra - estrutura de comunicação;

VII – o desenvolvimento e/ou implantação de pesquisas e/ou empreendimentos de base tecnológica” (SERGIPE, 1991, grifo nosso)

A Lei nº 3.140/91 versa ainda sobre as seguintes formas de apoio: i) fiscal, ii) locacional, iii) infraestrutura, iv) crédito e v) financeiro. A seguir são detalhados aspectos relativos a tais formas de apoio ao desenvolvimento industrial no âmbito do PSDI.

O Apoio Fiscal refere-se ao Imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação (ICMS), com adiamento da cobrança desse imposto nas importações de bens de capital novos ou não oriundos do exterior e com cobrança de alíquota diferenciada quando se tratar de bens de capital novos adquiridos de outros estados, por empreendimentos industriais novos ou indústrias que já funcionem; adiamento da cobrança do imposto nas “importações de matérias primas, material secundário e de embalagem utilizados exclusivamente na produção dos bens” alvo dos incentivos. Outro benefício considerável, no âmbito do apoio fiscal, é o recolhimento de apenas 8% do ICMS devido para os estabelecimentos industriais novos e alíquota de 6,2% em casos específicos definidos pela Lei. Este último benefício poderá ser concedido pelo prazo de dez anos, podendo ser excepcionalmente alongado para até vinte e cinco anos por decisão do Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI), órgão consultivo e normativo do Programa.

Já o **Apoio Locacional** prevê a “cessão ou venda de terrenos ou galpões industriais”, inclusive troca desses últimos, com preços subsidiados. Nesse caso, devem destinar-se à “implantação de empreendimentos industriais, agroindustriais e turísticos e/ou ações direcionadas para o Parque Tecnológico de Sergipe”.

No caso do **Apoio de infraestrutura**, este se refere à “implantação de sistemas de abastecimento de água, de energia, de gás natural, terraplanagem, sistema viário e de acesso, sistema de comunicação de voz e de dados, aquisição de imóveis, construção, reforma, ampliação ou recuperação de galpões industriais” e demais condições de infraestrutura necessárias para que se viabilizem empreendimentos classificados como estratégicos para o desenvolvimento de Sergipe.

No tocante ao **Apoio Creditício**, possibilita-se o financiamento de até 30% (do investimento fixo direcionado a empreendimentos turísticos novos ou empresas em funcionamento que tenham relação com o setor de turismo com perspectiva de melhoramento para o “receptivo turístico” de Sergipe.

Por fim, o **Apoio Financeiro** configura-se quando o Estado de Sergipe adquire participação acionária, ou debêntures da empresa através da Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe (CODISE) com recursos do FAI. Outra possibilidade é quando há transferência de galpões “industriais ou terrenos, em empreendimentos industriais, agroindustriais, de pecuária ou aquícola novos”, limitada até 30% do montante investido, e de empreendimentos “turísticos novos”, limitada até 40% do total do investimento.

Como observam Ribeiro, Jorge e Cruz (2015) a lei de instituição do PSDI prevê ainda os casos de perda dos benefícios concedidos, mecanismos de controle social dos resultados obtidos com o mesmo, bem como as fontes de recursos utilizadas para execução do PSDI.

Aplica-se a perda dos benefícios quando ficar configurada:

- I – não efetuar o recolhimento do ICMS devido, sem justificativa prévia à Secretaria de Estado da Fazenda – SEFAZ;
- II – alterar a linha de produção que tenha fundamentado a concessão do benefício, ressalvada prévia e expressa aprovação da Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe – CODISE, após apreciação e manifestação favorável do Conselho de Desenvolvimento Industrial – CDI;
- III – não iniciar, a implantação do projeto, no prazo máximo de 12 (doze) meses, contado do ato concessivo do benefício;
- IV – praticar crime contra a ordem tributária depois de transitada em julgado a correspondente sentença;
- V – reduzir o nível de emprego em relação àquele contido no projeto, ressalvada prévia e expressa aprovação da CODISE, após apreciação e manifestação favorável do Conselho de Desenvolvimento Industrial - CDI;
- VI – não apresentar o Balanço Patrimonial, bem como toda e qualquer documentação solicitada pela CODISE e/ou SEFAZ.
- VII – paralisar as suas atividades por mais de 180 (cento e oitenta) dias consecutivos sem motivo justificado aceito pelo Conselho de Desenvolvimento Industrial – CDI (SERGIPE, 1991).

A perda dos benefícios concedidos motivada por prática de crime contra a ordem tributária com sentença transitada em julgado resulta no pagamento integral do valor correspondente ao ICMS dispensado e no ressarcimento ao estado das despesas realizadas para instalação das empresas.

No que se refere aos mecanismos de controle social relativos à execução do programa, a referida lei estabelece que a Secretaria de Estado à qual a CODISE esteja vinculada será obrigada a enviar para a Assembleia Legislativa do Estado de Sergipe, a cada seis meses, relação com a discriminação das empresas e respectivos benefícios recebidos, com pena de crime de responsabilidade caso não seja cumprida essa obrigação.

Quanto à fonte de recursos utilizada para execução do PSDI, a lei estabeleceu a criação do Fundo de Apoio à Industrialização (FAI), que foi constituído no exercício de 1996, com recursos

financeiros oriundos do orçamento do Estado, 1% do lucro líquido do Banco do Estado de Sergipe – BANESE sem considerar resultados negativos de exercícios anteriores, receitas de aplicação de recursos do próprio Fundo e recursos de venda ou permuta de terrenos e galpões industriais além de outras fontes de receita.

No entanto, apesar de o PSDI ter sido instituído ao final de 1991 e o FAI constituído em 1996, “foram poucas as empresas que apresentaram projetos solicitando algum tipo de apoio. Somente a partir de 1999 a demanda pelos benefícios oferecidos pelo Programa Estadual mostraria maior dinamismo” (ESPERIDIÃO *et al.*, 2014: 32). Dessa forma, parece adequado considerar o ano de 2000 como linha de base do Programa, tendo em vista que foi nessa época que este ganhou notoriedade em termos de atração de empresas.

Segundo dados da CODISE mencionados por Santos (2011), da sua implementação até o ano de 2010, o PSDI concedeu benefícios a 251 (duzentos e cinquenta e uma) empresas, com previsão de abertura de 17.270 (dezessete mil, duzentos e setenta) novos postos de trabalho formais. Desse montante, 57% das empresas localizam-se na microrregião de Aracaju, com previsão conjunta de geração de 9.016 (nove mil e dezesseis) novos empregos ou 52% das vagas previstas.

Das 251 (duzentos e cinquenta e uma) empresas beneficiadas, 213 (duzentos e treze) são da indústria de transformação, atuando nos setores de bens de consumo não duráveis e intermediários, e representando mais de 84% do total de empresas com previsão de 15.772 (quinze mil, setecentos e setenta e dois) novos postos de trabalho. Os principais setores incentivados abrangem produtos têxteis, vestuário e confecções, além de alimentos, bebidas, químicos, minerais não metálicos e mobiliário. Tais setores correspondem a 154 (cento e cinquenta e quatro) empresas que juntas planejaram criar 11.930 (onze mil novecentos e trinta) novos empregos formais ou 75,6% do total previsto (SANTOS, 2011).

É importante ressaltar que o principal foco do PSDI é a geração de empregos, que está condicionada pela dinâmica do mercado de trabalho.

1.3. Mercado de Trabalho

O emprego formal é resultado da interação das forças de demanda e oferta de mão de obra de uma economia. Nesse sentido, para compreender como as políticas de atração industrial afetam a dinâmica do emprego formal, faz-se mister tecer algumas breves considerações sobre os fatores que afetam tais forças.

No caso da demanda por mão de obra, o efetivo que uma empresa deseja contratar para cada nível de salário é uma demanda derivada, tal que:

$$D_L = f (D_x, E_{skl}, w/p, r) \quad (1)$$

Onde: D_x = demanda pelo produto
 E_{skl} = elasticidade de substituição entre demais insumos e trabalho formal
 w/p = salário real
 r = custo dos demais insumos

Em outros termos, a demanda pela mão de obra formal depende de seu custo (salário real), do custo dos demais insumos (capital, terra, mão-de-obra informal), da elasticidade de substituição entre insumos e, por fim, da demanda pelos bens ou serviços finais, visto tratar-se de uma demanda derivada. Enquanto a elevação dos salários e a maior elasticidade de substituição entre insumos tendem a reduzir o emprego formal, o crescimento da demanda pelo produto ou serviço final eleva o emprego. O impacto do custo dos demais insumos, no entanto, é incerto, pois depende do predomínio do efeito-escala ou do efeito-substituição (CAHUC; ZYLBERBERG, 2004; KAUFMAN; HOTCHKISS, 2006).

Já, com relação à oferta de mão de obra formal, esta é uma decisão do trabalhador sobre como alocar seu tempo: com trabalho formal, informal ou lazer. A demanda por lazer é o inverso das horas de trabalho (formal e informal) ofertadas e seu custo de oportunidade é o salário (w). Assim, o trabalhador busca maximizar sua utilidade sujeito às restrições de tempo ($T \geq L$) e renda $Y = (T - L).w$, tal que:

$$F = U(Y, L) + \lambda[Y - (T - L).w] \quad (2)$$

Onde: w = salário

Y = renda

L = horas dedicadas ao lazer

T = tempo total disponível

Dessa forma, a oferta de trabalho formal será uma função dos salários pagos neste mercado, da renda proveniente de outras fontes (trabalho informal, propriedade de outros fatores, programas públicos de transferência de renda, dentre outras) e das preferências por trabalho ou lazer (G), tal que:

$$S_L = f(w, Y, G) \quad (3)$$

Enquanto a elevação da renda proveniente de outras fontes tende a reduzir o emprego formal, o impacto do aumento dos salários, no entanto, é incerto, pois depende do predomínio do efeito-renda ou do efeito-substituição. Pressupõe-se que para níveis inferiores de renda haja predomínio do efeito-substituição, de forma que a oferta de mão-de-obra seja positivamente relacionada ao nível de salários. As preferências, por sua vez, são subjetivas (CAHUC; ZYLBERBERG, 2004; KAUFMAN; HOTCHKISS, 2006).

Dado que a equação 3 representa a oferta individual de trabalho, em termos agregados o tamanho e a composição da força de trabalho (a População Economicamente Ativa – PEA) se configuram como fatores importantes para explicar a dinâmica do emprego formal de uma economia.

Nesse sentido, espera-se que uma política de atração de indústrias, como é o caso do PSDI, venha a afetar tanto a demanda por mão de obra, ao criar postos de trabalho nas localidades beneficiadas pelo Programa, como a oferta local de mão de obra através do seu impacto sobre a remuneração, o qual pode estimular o aumento da taxa de participação, com a consequente elevação da PEA.

2. Metodologia

Nesta seção são apresentados inicialmente os métodos de estimação utilizados. Em seguida, são mostradas as variáveis utilizadas na análise.

2.1 Modelos de estimação

Na estimação, foi utilizado o modelo de diferenças em diferenças (*diff in diff*) e, para verificação da robustez dos resultados, o de efeito de tratamento médio sobre os tratados (ATET), calculado pelos métodos *nearest neighbour matching* e ajustamento de regressão.

O modelo *diff in diff* é um método para estimação fundamentado em uma regressão simples, que considera a “comparação da média dos resultados dos grupos de controle e tratamento antes e depois da intervenção, conhecido na literatura como diferenças em diferenças (DID)” (ALMEIDA; FREITAS, 2015: 7).

Assim, a técnica de análise de diferenças em diferenças consiste em incluir variáveis *dummies* para captar mudanças ao longo do tempo, as quais podem interagir com um conjunto de variáveis explicativas e assim verificar mudanças de efeitos parciais ao longo do tempo. Um modelo simples

serve para ilustrar a utilização da técnica. Considere-se $T = 2$ (dois períodos de tempo), com d_1 e d_2 como *dummies* de tempo, onde d_2 busca capturar diferenças preexistentes entre grupos. Considere-se ainda $g = 2$ (dois grupos), onde A é o grupo de controle e B o grupo experimental, de tratamento ou de análise, sendo $d_B = 1$ para o grupo de análise. Estima-se da seguinte forma.

$$y = \beta_0 + \delta_0 \cdot d_2 + \beta_1 \cdot d_B + \delta_1 \cdot d_2 \cdot d_B + u \quad (4)$$

O estimador de diferenças em diferenças é representado na forma abaixo:

$$\delta_1 = (y_{B,2} - y_{B,1}) - (y_{A,2} - y_{A,1}) \quad (5)$$

Ou seja, estima a diferença da diferença entre as médias dos grupos de análise e de controle. Busca-se avaliar se a diferença entre os grupos difere significativamente ao longo do tempo, após a intervenção. Graficamente, o que o método faz o seguinte:

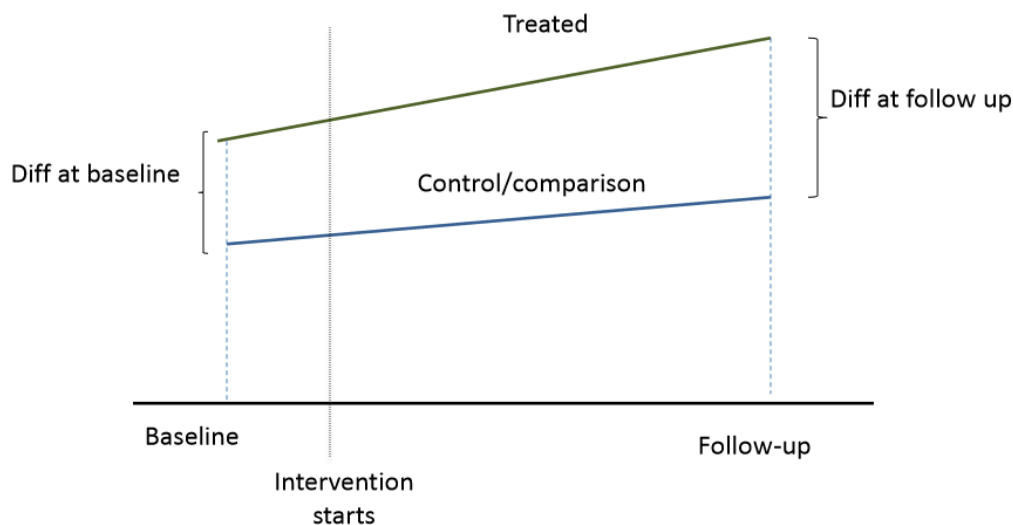


Gráfico 1: Representação Gráfica da Técnica Diff-in-Diff

Fonte: Villa (2012: 6)

A vantagem da técnica *diff in diff* é sua maior eficiência comparativamente a outras formas de estimação. Por exemplo, a diferença na média do grupo B entre t_1 e t_2 pode decorrer de fatores não relacionados com a mudança na política estudada. Assim, um simples teste de igualdade de médias não seria capaz de captar o impacto isolado da política foco da análise. Por outro lado, a existência de uma diferença entre as médias de A e B em t_2 , verificada através de uma análise transversal (*cross-section*) não mostraria diferenças não observadas entre os grupos não relacionadas à mudança na política estudada (WOOLDRIDGE, 2002).

Vale mencionar que o estimador de diferenças em diferenças é uma das técnicas mais modernas de análise dos impactos de políticas públicas. Como limitações, cabe notar que o estimador *diff-in-diff*, para não ser viesado, pressupõe que mudanças na política estudada não sejam sistematicamente correlacionadas com variáveis omitidas que afetam y .

Além disso, conforme McMillen (2010 *apud* Almeida e Freitas, 2015), para que as considerações dos resultados deste modelo possam ser avaliadas como significativas, é necessário o atendimento de algumas pressuposições, resumidas abaixo:

- i. “Pressuposição de equilíbrio parcial” – esta premissa impõe que a avaliação de tratamento assuma ausência de efeito de equilíbrio geral; isto ocorre quando esses efeitos do tratamento são demasiadamente pequenos não sendo capazes de provocar efeitos nas variáveis exógenas.

- ii. “*Stable Unit Treatment Value Assumption* (SUTVA)” – proposição de que o tratamento não afetará indiretamente as observações que não foram tratadas, a fim de identificar o “parâmetro do resultado da intervenção”.
- iii. “Pressuposição de independência condicional” – considera independência dos resultados dos grupos de controle e tratamento em relação ao tratamento numa situação condicional a x , ou seja, depois de realizado o controle das características observáveis x os resultados não são determinantes para a participação no tratamento.
- iv. “Pressuposição de pareamento ou sobreposição” – considera que para cada indivíduo que recebeu tratamento existe outro indivíduo “com características observáveis similares” que não recebeu tratamento.
- v. “Pressuposição de média condicional” – a média do resultado dos indivíduos não tratados está condicionada somente às suas características observáveis.

Essa metodologia é utilizada em estudos onde o objetivo é a avaliação do impacto, permitindo o isolamento do efeito de interesse, através da comparação entre os grupos citados, logo é indicado para avaliação de políticas públicas, para as quais estejam disponíveis experimentos naturais, requerendo a avaliação da sua eficácia em diferentes momentos do tempo. O entendimento sobre experimentos naturais pode ser compreendido como a ocorrência de algum movimento exógeno, observado em mudanças das políticas de governo. Essas modificações podem resultar em alterações no ambiente onde habitam os indivíduos, as famílias, as empresas, enfim todos aqueles que constituem o espaço macroeconômico. A comparação deve ser feita entre um grupo que não foi atingido pelo evento ou mudança e aquele em que ela produziu resultados (NERI; MEDRADO, 2010).

Observe-se que a análise dos efeitos de um Programa como o PSDI é essencialmente um problema de *missing values*, já que não é possível observar uma determinada localidade simultaneamente com e sem o tratamento (STATA CORP, 2015). Uma vez criados os grupos de tratamento e de controle, existe um problema para medir o efeito da política pública que é a inexistência de contrafactual (indivíduo $D=1$ não pode fornecer y_{0i}). A solução seria comparar com y_{0i} $D=0$, mas geraria vies, pois indivíduos $D=1$ não são selecionados randomicamente.

Dessa forma, para obedecer à pressuposição de pareamento, nas escolhas das amostras devem ser consideradas características semelhantes para ambos os grupos. Essas considerações mostrando que estes não serão aleatoriamente escolhidos, transformando o experimento natural em um modelo quase-experimental (MENEQUIN; FREITAS, 2013).

List *et al.* (2010) apontam como uma importante vantagem de experimentos conduzidos em laboratório a possibilidade de randomização na escolha dos indivíduos, que serviria para construir um contrafactual apropriado.

Já, nos experimentos naturais, como o enfocado no presente trabalho, é necessário proceder à seleção de municípios similares, o que pode ser feito através da análise de clusters – técnica que permite agrupar localidades com perfis semelhantes – ou da técnica de *propensity score matching*.

Essa técnica gera probabilidades de participação dos indivíduos/municípios condicionadas a um conjunto de características observáveis X , tal que:

$$E(y_{1i} - y_{0i} \mid D=1, X) = E(y_{1i} \mid D=1, X) - E(y_{0i} \mid D=0, X) \quad (6)$$

Assim, os escores de propensão gerados produzem um grupo de controle ideal, tal que para cada indivíduo tratado exista um “similar” não-tratado (para as covariadas X). Caliendo e Kopeinig (2005) relacionam quatro algoritmos para proceder ao *matching*: vizinho mais próximo, caliper (imposição de distância máxima de tolerância), estratificação e kernel.

A aplicação do *propensity score matching* torna-se também necessária para assegurar a estimação correta do β . Isso porque, se os grupos de tratamento e controle possuem médias e distribuições da variável de resultado muito diferenciadas, os efeitos marginais da alteração da

legislação terão impacto diferenciado sobre ambos os grupos, tanto em modelos lineares como logarítmicos (MEYER, 1995).

Uma possível fragilidade do modelo *diff-in-diff* é o risco de ocorrência de *spillovers* do PSDI para municípios do grupo de controle, em especial no estado de Sergipe – de dimensões reduzidas – o que violaria alguns dos pressupostos elencados anteriormente, em especial os dois primeiros. Em função do exposto, no presente trabalho, para verificar a robustez do estimador de diferenças em diferenças serão realizados dois procedimentos adicionais: será estimado o efeito de tratamento sobre as localidades beneficiadas (*Average Treatment Effects on Treated* - ATET) pelo PSDI comparando-as com os membros mais similares do grupo de controle (*nearest neighbor*), bem como também por ajustamento de regressão (*regression adjustment*).

No primeiro caso, o *matching* é feito com os municípios mais próximos (em termos de similaridade de PIB, valor adicionado industrial bruto, PEA e remuneração real) do grupo de controle. A similaridade é aferida pela Distância de Mahalanobis. Como este procedimento de estimação não utiliza modelos formais para determinação da variável dependente, nem do status de tratamento, recomenda-se a inclusão de um termo de correção para possível viés – *biasadj* – (STATACORP, 2015). Além da inclusão do termo de correção sugerido será realizado o pareamento dos municípios tratados também com pelo menos dois membros do grupo de controle.

No segundo caso, o modelo estima regressões separadas para cada grupo: $E(y_{0i}, X)$ para o grupo de controle e $E(y_{1i}, X)$ para as localidades tratadas, utilizando os valores previstos para substituir os *missing values* – $E(y_{1i}|D=0, X)$ e $E(y_{0i}|D=1, X)$ – bem como o efeito de tratamento (STATACORP, 2015).

Tanto para o emprego total quanto para o emprego industrial será estimado o efeito de tratamento médio sobre os municípios beneficiários do Programa (ATET), tal que:

$$\text{ATET} = E(y_{1i} | X) - E(y_{0i} | X) \quad D=1, \quad (7)$$

2.2 Fontes de dados

Com o objetivo de mensurar o impacto do programa estadual PSDI, para a geração de empregos formais no Estado de Sergipe, a escolha das variáveis foi baseada naquelas que são, efetivamente, capazes de impactar o dinamismo econômico do estado, por meio da elevação de empregos formais, conforme apontado na seção 1.3. São elas:

- i. PIB Municipal - Produto Interno Bruto, baseado no rateio do PIB estadual, representando a demanda pelos bens e produtos finais;
- ii. Valor Adicionado Bruto do setor industrial, representando uma *proxy* da demanda de mão de obra pelo setor secundário da economia;
- iii. PEA - População Economicamente Ativa Municipal, representando o tamanho da força/oferta de trabalho;
- iv. Valor real da remuneração média, expresso em número de salários mínimos;
- v. *Dummy* de Tempo - antes e depois do programa PSDI, dados de 2000 e 2010;
- vi. *Dummy* para o PSDI - municípios que receberam empresas beneficiadas pelo programa.

O banco foi constituído por dados coletados junto ao IBGE, o qual calcula conjuntamente com as secretarias estaduais de planejamento o PIB e o VAB Industrial municipal. Foram utilizados ainda dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), disponibilizada pelo Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE). A partir da RAIS, extraíram-se a variável dependente, a PEA municipal e o valor da remuneração média real, utilizado como *proxy* para o salário pago nas localidades sergipanas.

3. Análise dos Resultados

Esta seção traz os resultados das análises de dados. Inicialmente, são apresentados os resultados das análises descritivas. Em seguida, são apresentadas as análises realizadas a partir das estimativas dos modelos, bem como os procedimentos para checar a robustez dos resultados.

3.1 Análise Descritiva

Podem-se dividir os municípios sergipanos em três grupos: i) aqueles que não receberam qualquer empreendimento atraído pelo PSDI ao longo do período (SEM PSDI), ii) aqueles que no início do Programa – o ano de 2000 para fins deste trabalho – já tinham recebido alguma empresa incentivada pelo Programa e assim permaneceram até o final do período de análise (COM PSDI) e iii) os que somente após o ano de 2000 atraíram algum empreendimento incentivado pelo Programa, mantendo-o até 2010 (RECEBERAM PSDI)⁹³.

É de se esperar que o impacto do Programa sobre o emprego seja mais expressivo justamente neste terceiro grupo. Além disso, tendo em vista que os incentivos do PSDI não se restringem ao setor secundário e que os aportes de investimento industrial geram encadeamentos para frente e para trás, é de se esperar algum impacto não apenas sobre o emprego industrial, mas também sobre o total do emprego de cada localidade.

A Tabela 1 mostra a evolução do emprego formal – industrial e total – para os três grupos de municípios, bem como para o total do estado, entre os anos de 2000 e 2010:

Tabela 1: Grupos de Municípios de Sergipe - Emprego Formal Industrial e Total, 2000 e 2010

| | Municípios | | | |
|-----------------|------------|----------|----------------|----------|
| | Sem PSDI | Com PSDI | Receberam PSDI | TOTAL SE |
| Emp. Total 2000 | 13867 | 165410 | 26777 | 206054 |
| Emp. Total 2010 | 28861 | 285423 | 55295 | 369579 |
| Δemprego Total | 14994 | 120013 | 28518 | 163525 |
| Δemprego Tot.% | 108.1 | 72.6 | 106.5 | 79.4 |
| Emp. Ind. 2000 | 970 | 20838 | 4826 | 26634 |
| Emp. Ind. 2010 | 3174 | 37462 | 11536 | 52172 |
| Δemprego Ind. | 2204 | 16624 | 6710 | 25538 |
| Δemprego Ind.% | 227.2 | 79.8 | 139.0 | 95.9 |

Fonte: RAIS/MTE

Elaboração dos autores

No período de análise o emprego formal do estado aumentou em 79,4%, passando de 206.054 em 2000 para 369.579 em 2010. O emprego formal industrial, por sua vez, apresentou um crescimento mais expressivo (95,9%), passando de 26.634 para 52.172 no mesmo período. Esse crescimento digno de nota do emprego industrial, cuja participação no total do emprego formal passa de 12,9% para 14,1%, pode ter sido decorrência do Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial.

Quando se observa a evolução do emprego formal dos diferentes grupos de municípios, percebe-se que o maior crescimento percentual vem do grupo (i), que em momento algum foi beneficiado pelo PSDI. Este grupo, composto por 36 localidades, apresentou um incremento de 227,2% no emprego industrial e de 108,1% no emprego total entre 2000 e 2010. Ressalte-se, contudo, que a participação de tais municípios no emprego representa menos de 10% do total.

⁹³ Não foram constatados casos de municípios que possuíam empresas atraídas no âmbito do PSDI em 2000 e deixaram de tê-las em 2010.

Já o grupo (ii), composto por 15 municípios, que desde 2000 já recebera empresas incentivadas e assim permaneceu até 2010, é o que apresenta o desempenho mais modesto em termos do crescimento de seu emprego formal industrial e total: 79,8% e 72,6%, respectivamente.

Pode-se notar que o grupo (iii), teoricamente mais afetado pelo Programa, composto por 24 localidades que receberam empreendimentos do PSDI após a linha de base, de fato ostenta um crescimento do emprego formal – industrial (139,0%) e total (106,5%) – superior ao do conjunto do estado, mas inferior ao do grupo (i) mencionado anteriormente. Os municípios do grupo (iii) respondem por pouco menos de 15% do total do emprego no estado.

Essa constatação reforça a pertinência da questão da presente pesquisa: terá o PSDI sido capaz de fazer a diferença em termos da geração de empregos formais no estado ou estes acabaram sendo mais impactados pelo crescimento econômico aliado às medidas de estímulo à formalização do emprego em curso no País no período?

A seção seguinte apresenta os resultados do estimador de diferenças em diferenças, tanto para o emprego industrial como para o emprego total, além dos procedimentos destinados à verificação da robustez desses resultados.

3.2 Resultados

O modelo descrito acima foi estimado no software Stata 14.0 para o total do emprego formal e seus resultados estão descritos na tabela 2, abaixo.

Tabela 2: Resultados do Estimador de Diferenças em Diferenças para o Emprego Total

| VARIÁVEL | β | | |
|--------------------------------------|-----------------|------------------|---------------------|
| Produto Interno Bruto – PIB | 0,009*** | (0,003) | |
| População Economicamente Ativa - PEA | 0,452*** | (0,095) | |
| Remuneração Média | -197,56 | (211,52) | |
| Estimador Diff-in-Diff | | | |
| | <i>Baseline</i> | <i>Follow-up</i> | <i>Diff-in-Diff</i> |
| | 2000 | 2010 | |
| Grupo de Controle | -1,4E+03 | -1,2E+03 | |
| Grupo de Tratamento | -5,0E+03 | -5,0E+03 | |
| Diferença (T - C) | -3,6E+03** | -3,7E+03*** | |
| | (1412,59) | (918,06) | |
| <i>Diff-in-Diff</i> | | | -101,93 |
| | | | (1761,17) |
| Nº Observações | | | Σ |
| Total | 75 | 75 | |
| Grupo de Controle | 60 | 36 | 96 |
| Grupo de Tratamento | 15 | 39 | 54 |
| R ² | | | 0,96 |

Obs: Desvio-padrão dos estimadores entre parênteses

(***) significativo ao nível de 1%; (**) significativo ao nível de 5% e (*) significativo ao nível de 10% de erro.

Elaboração dos autores

O modelo apresentou “*R-square*” extremamente considerável, assim o percentual da variância das variáveis independentes que explicam a variável dependente, neste caso o emprego formal, é de 96%, ou seja, o PIB e PEA explicam fortemente a geração de emprego, como mostra a parte superior da tabela.

Os coeficientes apresentados pelo PIB municipal e PEA são positivos e significativos. Ou seja, como previsto pela teoria, o PIB municipal influencia positivamente a demanda de mão-de-obra, por se tratar de uma demanda derivada e a PEA impacta positivamente no emprego, dada a oferta de mão-de-obra. Já, o nível de remuneração real não parece ter tido impacto sobre o emprego formal municipal.

O estimador de diferenças em diferenças, por sua vez, não apresentou impacto significativo, como demonstra a parte inferior da tabela: embora haja diferenças estatisticamente significativas entre os municípios tratados e o grupo de controle, tanto na linha de base como em 2010, a diferença da diferença não ostenta significância estatística, nem ao nível de 10% de erro.

Pode-se argumentar, porém, que o principal impacto do PSDI seria sobre o emprego industrial, e não sobre o emprego formal total. Para tanto, reestimou-se o modelo anterior utilizando o emprego formal industrial como variável dependente. Como covariadas, substituiu-se o PIB pelo valor adicionado bruto da indústria, o qual se configura como uma *proxy* melhor da demanda por mão-de-obra no setor secundário da economia, mantendo-se inalteradas as demais (PEA e remuneração real média).

Os resultados dessa nova estimação encontram-se expressos na tabela 3: novamente o *R-square* é bastante elevado, assim o percentual da variância das variáveis independentes que explicam a variável dependente, neste caso o emprego formal industrial, é de 94%. Ou seja, a PEA e o VAB industrial explicam fortemente a geração de emprego, como mostra a parte superior da tabela.

Os resultados mostram que não há uma diferença significativa entre os grupos de tratamento e de controle no *baseline*. Tal diferença passa a existir no *follow up* (2010) e o estimador de diferenças em diferenças é significativo (em ambos os casos ao nível de 10% de erro), mostrando que o incremento no emprego industrial formal dos municípios com empresas beneficiadas pelo Programa pode ser, pelo menos em parte, atribuído ao PSDI.

Estes resultados estão em consonância com os encontrados por Santos (2011), onde mais de 84% dos empreendimentos beneficiados pelo PSDI pertencem ao setor secundário da economia. Assim, não surpreende que o impacto mais pronunciado do Programa seja em termos de geração de emprego industrial. Para o autor, no entanto, os setores que mais receberam incentivos foram os tradicionais na estrutura sergipana, com grande presença de empregos informais⁹⁴, acarretando em desempenho modesto do emprego formal industrial e praticamente inexistente em termos de emprego total nos municípios com empresas incentivadas pelo Programa.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

⁹⁴ Santos (2011: 67/8) compara os empregos gerados na indústria de transformação no âmbito do PSDI com dados da RAIS para o mesmo setor, no mesmo período, e conclui que os primeiros representam cerca de 33% dos últimos. Assim, somente um terço dos postos de trabalho criados na indústria de transformação pelo Programa são formais.

Tabela 3: Resultados do Estimador de Diferenças em Diferenças para o Emprego Industrial

| VARIÁVEL | | | β |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Valor Adicionado Bruto – VAB | | | 0,001*** (0,000) |
| População Economicamente Ativa - PEA | | | 0,054*** (0,002) |
| Remuneração Média | | | 53,93 (39,38) |
| Estimador Diff-in-Diff | | | |
| | Baseline | Follow-up | Diff-in-Diff |
| | 2000 | 2010 | |
| Grupo de Controle | -260,52 | -239,25 | |
| Grupo de Tratamento | -399,47 | -55,14 | |
| Diferença (T - C) | -138,95 (136,65) | 184,11* (109,29) | |
| Diff-in-Diff | | | 323,06* (172,39) |
| Nº Observações | | | Σ |
| Total | 75 | 75 | |
| Grupo de Controle | 60 | 36 | 96 |
| Grupo de Tratamento | 15 | 39 | 54 |
| R ² | | | 0,94 |

Desvio-padrão dos estimadores entre parênteses

(***) significativo ao nível de 1%; (**) significativo ao nível de 5% e (*) significativo ao nível de 10% de erro.

Elaboração dos autores

Além disso, a falta de direcionamento dessa política para os setores industriais com maiores níveis de encadeamento para frente e para trás, os quais poderiam ser capazes de elevar o dinamismo econômico de forma mais eficiente, decorrente da falta de foco do Programa (muitos setores, cadeias produtivas) (RIBEIRO *et al.*, 2015), explica seu baixo impacto em termos do emprego formal total.

Por fim, resta checar a robustez desses resultados, conforme os procedimentos mencionados na seção referente à Metodologia. A tabela 4 apresenta os resultados para o efeito de tratamento médio sobre os municípios beneficiados pelo PSDI, estimado pelos modelos de *nearest neighbor matching* (forçando o pareamento com uma e depois com no mínimo duas localidades do grupo de controle, além de incluir o termo de correção de possível viés) e ajustamento de regressão.

Tabela 4 Efeito de Tratamento sobre o Emprego Total dos Municípios Beneficiários (ATET)

| MODELO | COEF. | AI ROBUST STD. ERROR | Z | p > Z | INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) | |
|--------|---------|-------------------------|------|-------|---------------------------------|---------|
| NNM(1) | 1777,38 | 2043,22 | 0,87 | 0,384 | -2227,26 | 5782,02 |
| NNM(2) | 1996,30 | 2079,12 | 0,96 | 0,337 | -2078,70 | 6071,31 |
| RA | 3160,86 | 2649,36 | 1,19 | 0,233 | -2031,80 | 8353,51 |

Fonte: Saída do STATA 14.0

Elaboração dos autores

Pode-se observar que nos três casos o Programa não traz qualquer efeito estatisticamente significativo sobre o emprego formal dos municípios tratados, como já o fora o estimador de diferenças em diferenças mostrado na tabela 2.

A tabela 5 segue a mesma lógica da tabela anterior, mas apresenta os resultados para o emprego formal industrial das localidades tratadas. Os modelos de *matching* com um e dois membros do grupo de controle apontam para um aumento médio de 830 a 840 empregos no setor secundário da economia dos municípios com empreendimentos beneficiados pelo PSDI (ambos significativos ao nível de 1% de erro).

Tabela 5: Efeito de Tratamento sobre o Emprego Industrial dos Municípios Beneficiários (ATET)

| MODELO | COEF. | AI ROBUST STD. ERROR | Z | p > Z | INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) | |
|--------|--------|-------------------------|------|-------|---------------------------------|---------|
| NNM(1) | 830,86 | 275,42 | 3,02 | 0,003 | 291,04 | 1370,68 |
| NNM(2) | 839,04 | 276,56 | 3,03 | 0,002 | 296,99 | 1381,08 |
| RA | 595,29 | 278,49 | 2,14 | 0,033 | 49,46 | 1141,11 |

Fonte: Saída do STATA 14.0

Elaboração dos autores

Já, conforme o modelo de ajustamento de regressão, o PSDI teria ajudado a elevar a média do emprego formal industrial em cerca de 595 postos de trabalho nas localidades tratadas (significativo ao nível de 5% de erro). A despeito de variações na magnitude, os resultados da tabela mostram a existência de um efeito positivo do PSDI sobre o emprego industrial formal, ratificando, assim, a significância do estimador de diferenças em diferenças⁹⁵ apresentado na tabela 3.

4. Considerações Finais

O presente artigo teve por objetivo avaliar se os resultados obtidos com o PSDI, como instrumento de política industrial, contribuíram efetivamente para a elevação dos níveis de emprego formal – industrial e total – nos municípios onde foram instaladas indústrias com benefícios do Programa, considerando os anos de 2000 (linha de base) e 2010. Para tanto foi utilizado o estimador de diferenças em diferenças (*diff in diff*).

O presente trabalho contribui para a literatura na medida em que se configura como uma investigação sobre uma política estadual de atração de investimentos industriais, sendo a primeira sistematizada, com base em modernos procedimentos de estimação, acerca da eficácia do PSDI.

Os resultados encontrados demonstram o que outros autores, supracitados, já haviam concluído: o PSDI não tem sido capaz de impactar o conjunto do emprego formal dos municípios que receberam empreendimentos beneficiados pelo Programa. Tal conclusão, no entanto, muda substancialmente quando se restringe a análise ao emprego industrial formal, notando-se um impacto positivo do Programa, o que se configura como um resultado esperado, dada a concentração da concessão de benefícios para empresas da indústria de transformação. Nesse sentido, tanto o estimador de diferenças em diferenças, quanto o efeito médio de tratamento sobre os tratados (ATET) calculado por pareamento com o vizinho mais próximo e por ajustamento de regressão mostram resultados coerentes.

Como sugestão para pesquisas futuras podem-se apontar alguns aprimoramentos do modelo apresentado no presente estudo, tais como: a) incluir outras variáveis com efeito potencial sobre o

⁹⁵ Os autores retiraram da amostra os municípios do grupo iii e refizeram todos os procedimentos mencionados nesta seção, encontrando resultados similares aos anteriormente reportados, tanto para o estimador de diferenças em diferenças quanto para o efeito médio de tratamento sobre os tratados (ATET), o que é mais um indício da robustez dos resultados apresentados.

emprego formal, b) refinar a estimação dos efeitos de tratamento com a aplicação de ponderadores para a probabilidade de participação no Programa, aqui tomada como exógena e c) incluir *proxies* para características próprias de cada município, visto que a aplicação do modelo de efeitos fixos faria desaparecer justamente o efeito do tratamento.



10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABREU, M. P. (org). **A Ordem do Progresso**: Cem anos de política econômica republicana 1889-1989. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

AGÊNCIA SERGIPE DE NOTÍCIAS. Disponível em:
<http://www.agencia.se.gov.br/noticias/opiniao/politica-industrial-orientada-a-resultados>. Acessado em 26/12/2015.

ALMEIDA, E. S.; FREITAS, M. V.. Avaliação do impacto da política de segurança pública adotada no Estado de São Paulo: o caso do INFOCRIM. In: XIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais. Curitiba, Anais... XIII ENABER, out/2015.

BRANDÃO, L. A.; DRUMOND, C. E. I. Políticas pró-inovação: uma análise da política industrial nos oito anos do governo Lula. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2012, p. 143-156.

BRASIL. Lei 3.140 de 23 de Dezembro de 1991 e alterações. Disponível em:
<http://www.al.se.gov.br/Detail.asp?NumeroLei=2334>. Consulta realizada em 20/12/2015.

CAHUC, P. e ZYLBERBERG, A.. **Labor Economics**. Cambridge: MIT Press, 2004.

CALIENDO, M. e KOPEINIG, S. **Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching**. Berlin: Iza Discussion Paper n. 1588, mai/2005.

CORONEL, D. A.; AZEVEDO, A. F. Z. e CAMPOS, A. C. Política industrial e desenvolvimento econômico: a reatualização de um debate histórico. **Revista de Economia Política**, v. 34, n. 1, 2014, p. 103-119.

ESPERIDIÃO, F.; MATOS, E. N.; CARNEIRO, P. P. e SANTOS, W. Desconcentração Produtiva Regional, Políticas Estaduais de Desenvolvimento Industrial e sua Interiorização: caso de Sergipe. In: FAPITEC/SE. **Pesquisa em Políticas Públicas no Estado de Sergipe**. São Cristóvão: UFS/FAPITEC, Série Documentos 1, 2014, p. 25-42.

JORGE, M. A.; MENESES, N. S.; OLIVEIRA, M. M. S. e SANTOS, F. Medindo o Desenvolvimento Socioeconômico dos Municípios Sergipanos através de Três Índices Diferenciados. **Revista Econômica do Nordeste – REN**, v. 45, n.1, jan-mar/2014, p. 63-77

KAUFMAN, B e HOTCHKISS, J. **The Economics of Labor Markets**. 7ª ed. Mason: Thomson, 2006.

LESSA, C. **Quinze Anos de Política Econômica**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1982.

LIST, J.; SADOFF, S. e WAGNER, M. **So You Want to Run an Experiment, Now What? Some Simple Rules of Thumb for Optimal Experimental Design**. Cambridge/MA: NBER Working Paper Series, w15701, jan/2010.

MENEGUIN, F. B.; FREITAS, I. V. B.. Aplicações em avaliação de políticas públicas: metodologia e estudos de caso. **Brasília: Senado Federal**, 2013.

MEYER, B. D. Natural and Quasi-Experiments in Economics. **Journal of Business and Economic Statistics**, vol.13, 1995, p. 151-161.

NERI, M. C.; MEDRADO, A. L. Experimentando Microcrédito: uma Análise de Impacto do CrediAmigo no Acesso a Crédito. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, 2010, p. 133-154.

RIBEIRO, L. C. S.; JORGE, M. A.; CRUZ, I. S. Desconcentração da Indústria em Sergipe? Uma Análise Descritiva do Período 2000-2010. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 9, n. 1, 2015, p. 50-70.

SANTOS, W.. O PSDI e Uma Análise Estrutural do Emprego na Indústria de Transformação em Sergipe (1985-2010). Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe, 2011.

SERGIPE. Lei nº 3.140 de 23 de dezembro de 1991. Institui o Programa Sergipano de Desenvolvimento Industrial - PSDI, cria o Fundo de Apoio à Industrialização - FAI, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Sergipe**, Poder Executivo, Aracaju, SE, 26 de dezembro de 1991.

STATA CORP. **STATA Treatment Effects Reference Manual: Potential Outcomes / Counterfactual Outcomes**. College Station/TX: STATA CORP, Release 14, 2015.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política industrial e desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 26, n. 2, 2006, p. 163-185.

VILLA, J. M. Diff: simplifying the causal inference analysis with difference-in-differences. In: **18th London Stata Users Group Meeting**, September 12th, 2012.

WOOLDRIDGE, J. **Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2002.

ECONOMIA APLICADA

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

PREVISÃO DO PREÇO NOMINAL DO PETRÓLEO: EXISTE MODELO ÓTIMO?

Vinicius Albuquerque (UFPB), Rennan Medeiros (UFPB), Sinézio Maia (UFPB) e Cássio Besarria (UFPB)

Resumo

O objetivo deste artigo é projetar o preço nominal do petróleo Brent, através de distintos modelos de séries temporais, em diferentes amostras. O desenvolvimento metodológico do estudo ocorre em dois estágios: (1) previsão do preço nominal do petróleo Brent, utilizando diversos modelos de séries temporais, em especial, Vetores Autoregressivos (VAR); (2) Avaliação e comparação da qualidade de previsão dentre os modelos, utilizando o método de Diebold-Mariano. Será utilizado de um conjunto de dados da Organização para Coperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Agência Internacional de Energia (AIE), Fundo Monetário Internacional (FMI) e Banco Central Norte-americano. O confronto de metodologias mostrou que tanto para a série mais completa, quanto para cortes na mesma, a tese de que os modelos VAR acrescidos de variáveis específicas superam os demais modelos não é consistente para o período pós 2014. Na verdade, a abordagem através de preços futuros revela-se como a melhor.

Palavras-chave: Previsão. Petróleo Brent. VARs. Diebold-Mariano.

Abstract

This paper aims to forecast the nominal Brent crude oil price through different time series models, in different samples. The methodological development of the study takes place in two stages: (1) prediction of the nominal Brent oil price, using several time series models, especially, Autoregressive Vectors (VAR); (2) Evaluation and comparison of prediction quality among the models, using the Diebold-Mariano method. It will be used data sets from the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), International Energy Agency (IEA), International Monetary Fund (IMF) and the Central American Bank. The comparison of methodologies showed that for the complete series, as well as for cuts in the same, the thesis that the VAR models plus specific variables surpass the other models is not consistent for the period after 2014. In fact, the approach through future prices is revealed as the best.

Key words: Forecasting. Brent Crude Oil. VARs. Diebold-Mariano.

Classificação JEL: C53, C41, Q43.

1. Introdução

Há muito tempo os economistas vêm tentando compreender como é formado o preço do petróleo no comércio internacional, por um lado é necessário equacionar os determinantes da oferta e demanda pelo petróleo, e seus consequentes impactos sobre a precificação dessa *commodity*. Por outro lado, existe uma série de choques exógenos, por exemplo, os atípicos movimentos de corte ou elevação da produção realizados pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), que geram quebras estruturais nas séries temporais, tornando ainda mais difícil a análise da mesma.

Dois exemplos de grandes quebras estruturais na série temporal dos preços de petróleo ocorreram recentemente, em momentos distintos. O primeiro foi a forte ascensão dos preços entre 2003 e 2008, saindo de um patamar de algo em torno de US\$ 40,00 para US\$ 140,00, quando foi interrompida pela crise financeira norte-americana. O segundo foi em 2014, quando inesperadamente, o que aparentemente foi um excesso de oferta, dada a produção de petróleo de xisto pelos Estados Unidos, fez com que os preços caíssem bruscamente, chegando a valores inferiores a US\$ 50,00.

Compreender como é formado o preço do petróleo e conseqüentemente, realizar previsões acerca do mesmo é de fundamental importância, dado que essa *commodity* oferece elevado risco macroeconômico à conjuntura de qualquer país, tendo impactos diretos e indiretos sobre diversos setores da atividade econômica. Para se ter uma ideia da relevância que essa variável tem sobre a economia internacional, conforme o *The World Factbook* (2017), somente na economia norte-americana, essa *commodity* é responsável por 8,2% da pauta de importações, ou seja, aproximadamente US\$ 181 bilhões, o que representa apenas 16,5% do valor total importado em todo o mundo.

Dada a importância dessa *commodity*, são comuns trabalhos que tentam relacionar e quantificar a magnitude do impacto dessa variável sobre os ciclos econômicos, por exemplo, Lee e Ni (2002), que apontaram o efeito nas oscilações da atividade industrial, dado o aumento do custo dos insumos. Já Kilian e Park (2009) e Turhan, Hacıhasanoglu e Soytaş (2013), mostraram a influência exercida sobre o mercado financeiro e suas mais diversas variáveis, como, por exemplo, a taxa de câmbio.

Em geral, a literatura econômica tem tratado essa temática a partir de modelos de séries temporais para tentar explicar as flutuações da série de preços do petróleo, tendo Tularam e Saeed (2016) utilizado modelagens univariadas, como processos autoregressivos e de médias móveis. No entanto, ainda mais difundido é o emprego de Vetores Autoregressivos (VAR), nesse sentido ressaltam-se os trabalhos de Alquist, Kilian e Vigfusson (2011) e Beckers (2015), em que apresentam previsões mais precisas e com menor viés que as obtidas por meio de preços futuros, passeio aleatório, etc. Além desses, destaca-se os modelos que levam em consideração as quebras estruturais presentes nas séries, em especial, modelos *Threshold Autoregressive Vector* (TVAR).

É nesse sentido que o presente artigo faz previsões acerca do preço nominal do petróleo Brent através de diversos modelos de séries temporais, considerando inclusive cortes para o cenário macroeconômico anterior e posterior a crise financeira norte-americana. Em seguida, compara-se a qualidade das previsões geradas para dentro e fora da amostra e testa-se a tese de Beckers (2015), de que a previsão através de VARs menos parcimoniosos, com diversas variáveis específicas, supera os demais modelos, para um recorte temporal diferente, quando foram reveladas quebras estruturais estatisticamente significantes. Portanto, este estudo propõe preencher a lacuna existente na literatura incipiente mais recente.

Além desta introdução, o presente trabalho está estruturado em cinco seções. A segunda seção reserva-se à revisão da literatura empírica, e tem como finalidade mostrar algumas evidências sobre previsão de preços do petróleo. A terceira seção apresenta os principais instrumentos metodológicos utilizados para previsão, pareamento e conseqüente comparação com o resultado de outros modelos. A quarta seção é dedicada à apresentação dos resultados e discussões da pesquisa. Por último, a quinta seção destina-se às considerações finais.

2. Revisão da literatura empírica

Episódios como os vivenciados durante os choques de petróleo na década de 70 mostraram que a previsão dos preços dessa *commodity* tem representado um verdadeiro desafio, estando sempre em teste a inclusão ou retirada de novas variáveis explicativas, bem como diversas ferramentas metodológicas, tais como: Processos Autoregressivos (AR); Médias Móveis (MA); ARIMA; Vetores Autoregressivos (VAR); modelos da família ARCH; modelos Bayesianos. Ye, Zyren e Shore (2002) fizeram uma grande contribuição para a literatura empírica ao rodar um modelo VAR com a inclusão do estoque de petróleo da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) como uma variável *proxy* para medir distúrbios entre a oferta e demanda por petróleo e, conseqüentemente, preços. No entanto, esse estudo, assim como outros posteriormente realizados, mostra-se frágil no que concerne a significância dos parâmetros estruturais do modelo preditivo, com o passar do tempo.

Posteriormente, Hamilton (2008) resolveu testar em seu modelo VAR, o efeito da elevação da demanda chinesa e as práticas cartelistas dos países membros da OPEP, por exemplo, a Arábia Saudita, que perceberam a possibilidade de obterem um maior fluxo de renda produzindo um menor montante. Como resultados, o autor confirma que ambos os fatos mostraram forte influência na formação dos preços dessa *commodity*, caracterizando-se como quebras estruturais da série de preços da mesma.

Breitenfellner (2009) além de acrescentar as práticas cartelistas expostas pelo autor supracitado, também tentou relacionar as flutuações dos preços dessa *commodity* à especulação financeira bem mais do que aos determinantes do lado da oferta e demanda pelo produto. No entanto, mesmo utilizando de técnicas bayesianas para modelagem da incerteza, chegou em algumas conclusões similares as supracitadas, como, por exemplo, de que a significância dos fatores endógenos do modelo preditivo varia muito ao longo do tempo.

Visto que o poder preditivo dos modelos de previsão do preço do petróleo ainda não estava bom, Kilian e Park (2009) resolveram fazer um VAR incluindo um índice criado por si próprio, o *Real Economic Activity* (REA), que mede o nível de atividade econômica nos países demandantes de petróleo. Tendo mais tarde Aastveit, Bjornland e Thorsrud (2015) comprovado a efetividade dessa variável, ao demonstrar que o efeito da demanda das economias emergentes sobre a formação dos preços do petróleo é bastante superior ao das economias desenvolvidas.

No entanto, alguns autores, por exemplo, Reichsfeld e Roache (2011), comprovaram que modelos baseados em futuros tinham um poder preditivo melhor do que as previsões dos modelos de séries temporais univariadas ou dos vetores autoregressivos presentes até então.

Foi no trabalho de Beckers (2015) que se chegou a um modelo, até o presente momento, ótimo para previsão para curto e médio prazo (até 24 meses) do preço *spot* nominal. Esse autor rodou alguns modelos VAR considerando uma série de variáveis, dentre elas: produção de petróleo global, índice de produção industrial, variações no nível do estoque de petróleo da OCDE, inflação, taxa de câmbio, taxa de juros, spread da taxa de juros (diferença da taxa de juros de curto e longo prazo), e comparou sua previsão com a previsão de outros modelos de séries temporais através do método de Diebold-Mariano. Com isso, o autor chegou a conclusão, até então fatídica, de que a abordagem através de VARs com a inclusão de variáveis específicas supera os demais métodos, incluindo os modelos de preços futuros.

3. Aspectos metodológicos

Conforme mencionado nas seções anteriores, o artigo tem o propósito de confrontar uma série de metodologias distintas com a finalidade de verificar aquela que tem o melhor desempenho para previsão do preço nominal do petróleo. Para isso testa uma série de modelos de séries temporais univariadas (Passeio Aleatório e Modelos Autoregressivos Integrados de Média Móveis) e multivariadas (VAR), conforme Beckers (2015). No entanto, o presente trabalho além de estender a análise para os anos de 2015 e 2016 (após a crise de superoferta de petróleo, dada a produção de óleo de xisto pelos Estados Unidos), também efetua uma análise de séries dessazonalizadas através do software X13-ARIMA-SEATS, desenvolvido pelo Escritório de Estatística Norte Americano e Banco da Espanha. Em seguida, parte para uma comparação com a previsão de vários modelos de séries temporais através da análise da Raiz Quadrada Média do Erro de Previsão (RMSE) e pelo teste de Diebold-Mariano.

3.1 Modelos Empíricos

Utilizando os métodos propostos anteriormente, o presente trabalho efetua testes e previsões sobre os modelos apresentados na tabela a seguir.

Tabela 01: Modelos de previsão

| Modelo | Variáveis |
|-------------------|--|
| Passeio Aleatório | Preço Spot |
| AR(p) | Preço Spot |
| MA(q) | Preço Spot |
| ARMA(p,d,q) | Preço Spot |
| VAR A | Preços Spot e Futuro |
| VAR B | Preço Spot + Produção mundial de petróleo + Índice de Produção Industrial Mundial + Nível estoque de petróleo OCDE |
| VAR C | Modelo B + Índice para taxas de câmbio |
| VAR D | Modelo B + Taxas de juros de curto prazo |
| VAR E | Modelo D + Spread da taxa de juros |
| VAR F | Modelo B com o Índice de Produção Industrial Mundial desagregado entre países desenvolvidos e emergentes |
| VAR G | Modelo B com a produção mundial de petróleo desagregada entre países membros ou não da OPEP |
| VAR H | Modelo B com a produção mundial de petróleo desagregada entre países membros da OPEP, Nórdicos e outros |
| VAR I | Modelo B, com o Índice de Kilian em substituição ao Índice de Produção Industrial Mundial |
| VAR J | Modelo B acrescido de Índice de risco-país |

Fonte: adaptado de Beckers (2015).

Para todos os modelos acima especificados são testadas apenas versões com deslocamento (*drift*), o que é condizente com a hipótese da influência do intercepto para captação de oscilações na série de preços nominal do petróleo Brent (Hotelling, 1931 apud Beckers, 2015). A estratégia empírica adotada para identificação e estimação dos VARs segue Enders (2004) e Lutkepohl (2005), passando pelas seguintes etapas: i) avaliação da ordem de integração das variáveis através da realização de testes de raiz unitária, por exemplo, Dickey-Fuller e Phillips-Perron (diferenciar se necessário, tornando as séries estacionárias); ii) identificar a quantidade de defasagens ótimas, dado os critérios de informação; iii) verificar a existência de relações de cointegração através do teste de Johansen (deve ser feito com as séries ainda em nível); iv) caso não haja uma ou mais relações de cointegração, estimar um VAR, caso contrário, proceder para um Vetor de Correção de Erros (VEC); v) efetuar os testes de autocorrelação, heterocedasticidade, normalidade dos resíduos e condições de estabilidade; vi) analisar as funções de resposta a impulsos e a decomposição da variância.

3.2 Avaliação da previsão

A avaliação da previsão gerada pelos modelos propostos no presente estudo é feita a partir da comparação do erro quadrático médio das previsões (RMSE) para dentro da amostra. De acordo com Diebold e Mariano (1995), dois modelos de previsão podem ser comparados desde que seja levado em conta a função de perda dos erros da previsão. Para isso, os autores propõem o teste de Diebold-Mariano, cuja hipótese nula é que os métodos comparados têm igual desempenho na realização da previsão.

Esse teste, de início, recebeu críticas por exigir que todas as autovariâncias, dada certa defasagem q , fossem iguais a zero. No entanto, mais tarde, Harvey, Leybourne e Newbold (1998) propuseram correções para o mesmo em amostras finitas, permitindo a sua realização sem viés. Com isso, foram relaxadas as hipóteses da necessidade de termos de erros gaussianos e serialmente não-correlacionados.

Os erros quadráticos médios da previsão para h -períodos a frente são obtidos através da seguinte fórmula:

$$RMSE_h = \sqrt{\frac{1}{(T-h)} \sum_{t=1}^{(T-h)} (\hat{y}_{t+h} - y_{t+h})^2}$$

Já o teste de Diebold-Mariano tem o formato:

$$DM_h = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\hat{w}_d/(T-h)}}$$

Onde $\bar{d} = \frac{1}{(T-h)} \sum_{t=1}^{T-h} [(\hat{u}_{t+h}^B)^2 - (\hat{u}_{t+h}^A)^2]$ e $\hat{u}_{t+h}^A, \hat{u}_{t+h}^B$ são os erros de previsão do preço nominal do petróleo Brent para h-períodos a frente e \hat{w}_d é a matriz de covariância de longo prazo de \bar{d} , levando em conta a autocorrelação da série.

3.3 Fonte e tratamento de dados

Os dados utilizados no referido estudo tem periodicidade mensal e referem-se ao período entre janeiro de 1995 e março de 2016 (maior compatibilidade das observações entre variáveis). A fonte de coleta de todas as variáveis é apresentada na tabela abaixo.

Tabela 02: Fonte das variáveis

| Variável | Fonte |
|---|---|
| Preço Spot Nominal Petróleo Brent | Quandl |
| Preço Futuro Nominal Petróleo Brent | Quandl |
| Produção Mundial de Petróleo | Agência Internacional de Energia (EIA) |
| Índice de Produção Industrial | Fundo Monetário Internacional (FMI) |
| Índice de Atividade da Economia (Kilian) | Kilian website |
| Estoque de Petróleo OCDE | Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) |
| Taxas de câmbio | Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) |
| Taxa de juros de curto prazo EUA | Banco Central Norte Americano |
| Taxa de juros de longo prazo EUA | Banco Central Norte Americano |
| Spread taxa de juros EUA | Banco Central Norte Americano |
| Índice de risco-país | Investing website |

Fonte: elaboração própria.

Universidade Federal de Sergipe

Os modelos executados pelo estudo partem de séries em nível, ou estacionárias (feita a remoção da tendência da mesma, após a detecção de raiz unitária), com dessazonalização realizada através do software X-13 ARIMA Seats. Dada a verificação da hipótese nula de não haver cointegração na realização do teste de Johansen, não são realizados modelos de correção de erro (VECM). Quanto as quebras estruturais verificadas através do teste de Zivot-Andrews, foram realizadas análises para cortes no período de estudo, de modo que, esses passaram a considerar os períodos pós 2011 (recuperação da Grande Recessão) e pós 2014 (Crise de superprodução, dado a produção de petróleo de xisto), respectivamente. No entanto, seria mais adequado a realização de um Vetor Autoregressivo com Limiar (TVAR), podendo ser algo a ser realizado posteriormente. O

tratamento e análise dos dados foi realizado pelo R Software, podendo ser disponibilizado o script, mediante solicitação. Já a construção dos índices para taxa de câmbio e risco-país é apresentada no apêndice do trabalho.

4. Resultados e discussões

Esta seção tem como objetivo expor a forma como foi efetuada a análise e tratamento dos dados, bem como os resultados provenientes do estudo. Nesse sentido, a subseção 4.1 apresenta as séries temporais utilizadas no trabalho, bem como alguns fatos estilizados das mesmas apresentados por alguns autores, culminando em uma breve análise e contextualização do cenário externo em que o petróleo é precificado. Na subseção 4.2 pode ser encontrada a forma como foram efetuados os tratamentos das variáveis, incluindo testes estatísticos, por exemplo, de raiz unitária. Na subseção 4.3 é apresentada a avaliação da qualidade das previsões para dentro e fora da amostra. Por fim, a subseção 4.4 apresenta uma análise da série em cortes.

4.1 A série de preços nominais do Petróleo Brent e seus determinantes

A análise das variáveis da pesquisa se inicia com a verificação dos gráficos da série temporal de preços nominais do Petróleo Brent, contendo 255 observações, conforme apresentado pela figura abaixo.

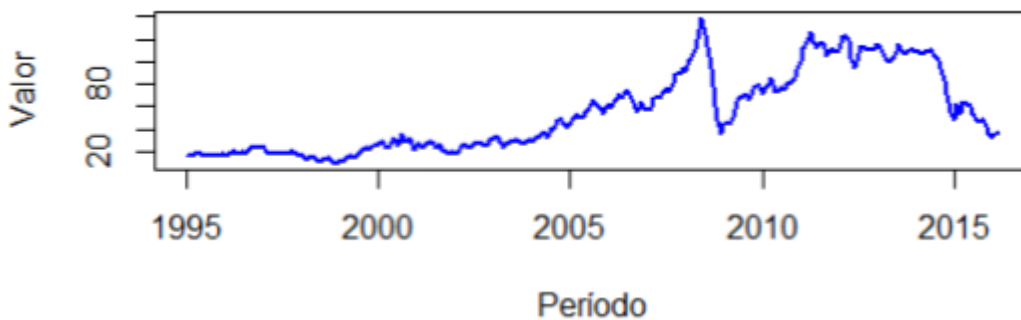


Figura 01: Série temporal dos preços nominais do Petróleo Brent

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Conforme se pode perceber, ao longo do período de janeiro de 1995 até março de 2016 a série de preços nominais do petróleo Brent oscilou bastante, tendo passado por uma forte alta entre os anos de 2003 e 2008, saindo de um patamar de algo em torno de US\$ 40,00 para US\$ 140,00, quando foi interrompida pela crise financeira norte americana. Pode-se perceber também que em 2014, inesperadamente, os preços caíram abruptamente chegando a valores inferiores a US\$ 50,00, o que segundo autores como Baumeister e Kilian (2016) pode ser explicado por fatores como a desaceleração da atividade econômica mundial e pelo excesso de oferta do petróleo, dada a produção do petróleo de xisto, pelos Estados Unidos.

Os valores mínimo e máximo para o preço do petróleo foram de US\$ 9,91 e US\$ 138,40, respectivamente. A série tem média de US\$ 54,41 e desvio padrão de US\$ 35,35, o que acarreta um coeficiente de variação de 64,97%, de modo que, a média não é uma medida representativa. De acordo com as medidas de assimetria e curtose, a série tem distribuição assimétrica a direita e forma platicúrtica. Podendo ser percebido pela análise do gráfico de densidade apresentado na figura 02.

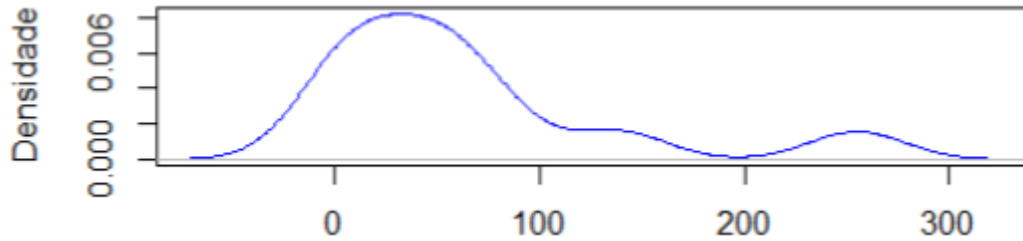


Figura 02: Gráfico de densidade dos preços nominais do Petróleo Brent

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Quanto as variáveis explicativas da formação de preços nominais do petróleo Brent, tem-se o comportamento das mesmas, ao longo do período de estudo, demonstradas na figura 03.

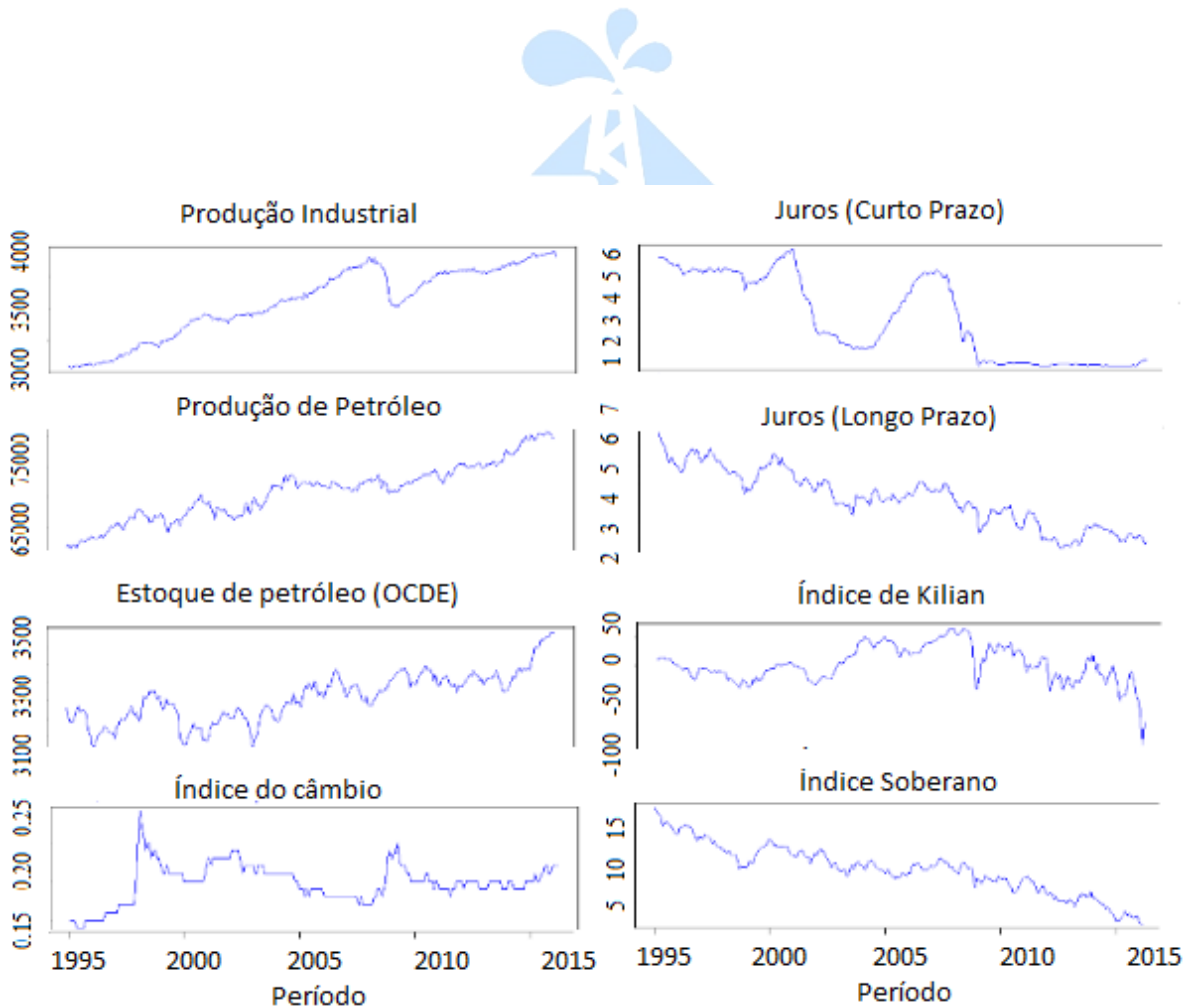


Figura 03: Determinantes do preço nominal do petróleo Brent

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: aqui são apresentados os gráficos das trajetórias temporais das principais séries.

Conforme se pode perceber, todas as séries sofreram inflexão após a crise econômica mundial, devendo esse fato ser analisado cautelosamente, também é importante frisar que pela análise gráfica já se tem indícios de séries tendenciosas, reforçando a necessidade de verificar a existência de raízes unitárias. Outro ponto que se pode destacar é a mudança no comportamento das taxas de juros de curto e longo prazo americanas, que após 2008, reduziram-se consideravelmente, com intuito de reaquecer a economia, tendo comportamento similar ocorrido mundialmente.

4.2 Análise e tratamento das variáveis

A análise e tratamento das variáveis inicia-se através da detecção de sazonalidade nas séries, pois conforme Ferreira (2016), descarta efeitos repetitivos, em determinados períodos de tempo, permitindo saber qual é a real oscilação da variável e, conseqüentemente, assegurando uma previsão de maior qualidade. Para isso será utilizado o teste QS, do software X13 ARIMA SEATS, cuja hipótese nula é de não haver sazonalidade, conforme apresentado na tabela 03.

Tabela 03: Teste QS de sazonalidade

| Variável | P-Valor | | | | |
|--|---------|------------|-------|--------|-------------|
| | qsori | qsorievadj | qsrtd | qssadj | qssadjevadj |
| Preço Spot | 0,87 | 0,02 | 0,88 | 0,87 | 0,02 |
| Preço Futuro | 0,98 | 0,04 | 0,99 | 0,98 | 0,04 |
| Produção mundial de petróleo | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Índice de produção industrial | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Estoque de petróleo OCDE | 0 | 0 | 0,98 | 1 | 1 |
| Índice do câmbio | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Taxa de juros de curto prazo EUA | 0,05 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Spread da taxa de juros EUA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Produção de petróleo OPEP | 0 | 0,12 | 0,11 | 0 | 0,12 |
| Produção de petróleo Não-OPEP | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Produção de petróleo mar do norte | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Produção de petróleo independente | 0,55 | 0,69 | 1 | 1 | 1 |
| Índice de produção industrial (avançados) | 1 | 1 | 0,99 | 1 | 1 |
| Índice de produção industrial (emergentes) | 0,9 | 0,79 | 0,44 | 0,9 | 0,79 |
| Índice de Kilian | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: a saída do R software não disponibiliza os valores críticos e calculados, os p-valores obtidos partem de uma aproximação por simulação de uma distribuição qui-quadrado, com dois graus de liberdade. Para maiores detalhes, ver Bureau (2016).

De acordo com o teste QS, pode-se perceber que todas as séries de produção de petróleo, com exceção da produção independente apresentam sazonalidade, também possuem sazonalidade as séries de estoque de petróleo OCDE e o índice de Kilian, sendo as mesmas corrigidas através do software X13 ARIMA SEATS.

Em seguida, prossegue-se para verificação de estacionariedade das séries temporais através do teste de raiz unitária (Dickey-Fuller Ampliado), apresentado na tabela 04.

Tabela 04: Teste de raiz unitária (ADF)

| Variável | P-Valor | |
|--|----------|--------------|
| | Em nível | 1º Diferença |
| Preço Spot | 0,82 | 0,01 |
| Preço Futuro | 0,75 | 0,04 |
| Produção mundial de petróleo | 0,08 | 0,01 |
| Índice de produção industrial | 0,39 | 0,01 |
| Estoque de petróleo OCDE | 0,18 | 0,01 |
| Índice do câmbio | 0,08 | 0,01 |
| Taxa de juros de curto prazo EUA | 0,13 | 0,04 |
| Spread da taxa de juros EUA | 0,30 | 0,01 |
| Produção de petróleo OPEP | 0,07 | 0,01 |
| Produção de petróleo Não-OPEP | 0,80 | 0,01 |
| Produção de petróleo mar do norte | 0,81 | 0,01 |
| Produção de petróleo independente | 0,51 | 0,01 |
| Índice de produção industrial (avançados) | 0,37 | 0,01 |
| Índice de produção industrial (emergentes) | 0,45 | 0,01 |
| Índice de Kilian | 0,91 | 0,01 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: com exceção das séries de índices, juros e estoque de petróleo, todas as demais foram logaritmizadas. As estatísticas críticas não são disponibilizadas na saída do R Software, conforme Trapletti, Hornik e LeBaron (2017), os p-valores são interpolados a partir da tabela 4.2, p.103 de Banerjee et al.

Constata-se que todas as séries apresentam um comportamento explosivo, tornando estacionárias em primeira diferença (o p-valor apresentado na tabela ilustra se aceita-se ou não a hipótese nula de haver raiz unitária). Com o intuito de verificar se não há alguma influência de quebra estrutural sobre a série, recorre-se ao teste de Zivot-Andrews, conforme apresentado na tabela 05.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Tabela 05: Teste de quebra estrutural (Zivot-Andrews)

| Variável | Potencial Quebra | t calculado | t crítico |
|--|------------------|-------------|-----------|
| Preço Spot | Maio/2013 | -3,60 | -4,82 |
| Preço Futuro | Junho/2012 | -3,32 | -4,82 |
| Produção mundial de petróleo | Julho/2008 | -4,69 | -4,82 |
| Índice de produção industrial | Julho/2008 | -5,39 | -4,82 |
| Estoque de petróleo OCDE | Setembro/2013 | -3,92 | -4,82 |
| Índice do câmbio | Outubro/1997 | -4,15 | -4,82 |
| Taxa de juros de curto prazo EUA | Novembro/2000 | -2,27 | -4,82 |
| Spread da taxa de juros EUA | Maio/2004 | -2,89 | -4,82 |
| Produção de petróleo OPEP | Julho/2003 | -4,54 | -4,82 |
| Produção de petróleo Não-OPEP | Novembro/2004 | -4,71 | -4,82 |
| Produção de petróleo mar do norte | Dezembro/2004 | -5,18 | -4,82 |
| Produção de petróleo independente | Abril/2007 | -4,77 | -4,82 |
| Índice de produção industrial (avançados) | Agosto/2008 | -4,58 | -4,82 |
| Índice de produção industrial (emergentes) | Junho/2008 | -5,42 | -4,82 |
| Índice de Kilian | Maio/2006 | -3,64 | -4,82 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: com exceção das séries de índices, juros e estoque de petróleo, todas as demais foram logaritimizadas.

Pelo teste de Zivot-Andrews sobre a série completa (255 observações) somente foram significativas (t calculado $>$ t crítico) as quebras estruturais de dezembro de 2004 e junho de 2008, sendo essa última quebra decorrente da crise financeira norte americana. Com isso, a análise para série em corte ocorre para o período pós 2011, quando já há indícios de recuperação da crise.

Em seguida, parte-se para a definição do número de defasagens ótimas de cada modelo, para isso será utilizado o critério de informação de Akaike com correção para amostras finitas (AICc), de modo que o menor AICc verificado implica na quantidade de defasagens ideal. A tabela 06, abaixo apresentada, traz o número de defasagens ótimo e o respectivo AICc encontrado para cada modelo.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Tabela 06: Teste de defasagem (AICc)

| Modelo | Defasagens (ótima) | AICc |
|-------------------|--------------------|---------|
| Passeio aleatório | Não se aplica | -409,17 |
| AR (p) | 1 | -407,21 |
| MA (q) | 1 | -407,19 |
| ARIMA (p,d,q) | 4,1,4 | -415,34 |
| VAR A | 7 | -11,91 |
| VAR B | 3 | -17,89 |
| VAR C | 3 | -27,55 |
| VAR D | 3 | -21,53 |
| VAR E | 3 | -24,62 |
| VAR F | 3 | -26,95 |
| VAR G | 3 | -26,26 |
| VAR H | 3 | -36,82 |
| VAR I | 2 | -4,24 |
| VAR J | 2 | -19,67 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Conforme apresentado na tabela 06, percebe-se que para os modelos AR e MA, a quantidade de defasagens ideal é uma. Quanto ao modelo Autoregressivo Integrado de Média Móveis, tem-se que o ideal é o ARIMA (4,1,4). Para os modelos de vetores autoregressivos, a quantidade ótima de defasagens varia entre 2,3 e 7.

Com o intuito de verificar a existência de relações equilíbrio de longo prazo não espúria nos modelos A a J, e saber se será necessário um vetor de correção de erros, é realizado o Teste de Johansen.

Tabela 07: Teste de cointegração de Johansen

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Estatística | r=0 | r=0 | r=0 | r=0 | r=0 | r=0 | r=0 | r=0 | r=0 | r=0 |
| $\lambda_{\text{máximo}}$ (calculado) | 14,79 | 29,85 | 30,21 | 36,76 | 39,5 | 31,86 | 37,26 | 42,61 | 24,36 | 36,25 |
| $\lambda_{\text{máximo}}$ (crítico a 1%) | 19,19 | 32,14 | 38,78 | 38,78 | 44,59 | 38,78 | 38,78 | 44,59 | 32,14 | 38,78 |
| $\lambda_{\text{traço}}$ (calculado) | 17,74 | 46,19 | 62,5 | 65,45 | 99,15 | 72,57 | 71,52 | 101,82 | 43,75 | 76,57 |
| $\lambda_{\text{traço}}$ (crítico a 1%) | 23,52 | 55,43 | 78,87 | 78,87 | 104,20 | 78,87 | 78,87 | 104,2 | 55,43 | 78,87 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Como se pode perceber nos resultados do teste de cointegração de Johansen, a hipótese nula de não haver cointegração não pode ser rejeitada para nenhuma série, ao nível de significância de 1%, tanto para o teste máximo, quanto para o teste traço (valores calculado inferiores aos valores críticos). Logo, procede-se para estimação dos modelos e testes de autocorrelação, heterocedasticidade, normalidade dos resíduos, como mostrado na tabela 08.

Tabela 08: Testes para as propriedades estatísticas dos modelos estimados

| | Portmanteau (autocorrelação) | Arch (heterocedasticidade) | Jarque-Bera (normalidade) |
|-------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Modelo | P-valor | P-valor | P-valor |
| Passeio aleatório | 0,22 | 0,78 | 0 |
| AR(p) | 0,89 | 0,40 | 0 |
| MA(q) | 0,99 | 0,29 | 0 |
| ARIMA(p,d,q) | 0,95 | 0,30 | 0 |
| VAR A | 0,12 | 0,17 | 0 |
| VAR B | 0,17 | 0,08 | 0 |
| VAR C | 0,06 | 1 | 0 |
| VAR D | 0,22 | 1 | 0 |
| VAR E | 0,07 | 1 | 0 |
| VAR F | 0,06 | 1 | 0 |
| VAR G | 0,05 | 1 | 0 |
| VAR H | 0,06 | 1 | 0 |
| VAR I | 0,12 | 0,18 | 0 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: para os modelos univariados é realizado o teste de Box-Pierce e White para detecção de autocorrelação e heterocedasticidade, respectivamente.

Conforme é elucidado pela tabela 08, todos os modelos passam nos testes de autocorrelação e heterocedasticidade, ou seja, os resíduos são não correlacionados entre si e tem variância constante. Logo, tem-se que os modelos estimados são consistentes. Quanto ao teste de normalidade dos resíduos, rejeita-se a hipótese nula de serem normalmente distribuídos, no entanto, esse fato apenas implica que deve-se utilizar de uma outra distribuição para determinação dos valores críticos dos testes de hipóteses sobre os parâmetros estimados. Feito isso, procede-se para verificação das previsões para dentro e para fora da amostra.

4.3 Avaliação das previsões

Com o intuito de analisar a qualidade da previsão de cada modelo estimado, a tabela 09 apresenta as principais medidas de acurácia (Raíz Quadrada do Erro Médio) encontradas para os mesmos para dentro da amostra.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

Tabela 09: Comparativo das medidas de acurácia dos modelos

| Modelo | Raiz Quadrada do Erro Médio (RMSE) |
|-------------------|------------------------------------|
| Passeio aleatório | 0,1071 |
| AR(1) | 0,1066 |
| MA(1) | 0,1070 |
| ARIMA(4,1,4) | 0,1009 |
| VAR A | 0,1035 |
| VAR B | 0,1041 |
| VAR C | 0,1024 |
| VAR D | 0,1025 |
| VAR E | 0,1018 |
| VAR F | 0,1035 |
| VAR G | 0,1016 |
| VAR H | 0,1007 |
| VAR I | 0,1051 |
| VAR J | 0,1037 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Conforme se pode perceber pelas medidas de acurácia acima apresentadas, a modelagem VAR supera em qualidade de previsão os modelos univariados, com exceção do ARIMA (4,1,4). A melhor previsão para dentro da amostra foi do modelo VAR H, cuja produção de petróleo foi desagregada pelo origem do produto (OPEP, Mar do Norte ou produção independente). No entanto, no que concerne a análise para fora da amostra, o melhor modelo para previsão em até dois períodos foi o VAR A, em seguida, o modelo mais preciso foi o AR(1), conforme apresentado pela tabela 10.

Tabela 10: Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio para fora da amostra (10 períodos)

| Modelo | Horizonte de previsão (meses) | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Passeio aleatório | 0.192 | 0.326 | 0.405 | 0.390 | 0.453 | 0.510 | 0.541 | 0.586 | 0.679 | 0.759 |
| AR(1) | 0.171 | 0.282 | 0.332 | 0.284 | 0.311 | 0.329 | 0.320 | 0.319 | 0.362 | 0.390 |
| MA(1) | 0.192 | 0.326 | 0.405 | 0.389 | 0.452 | 0.509 | 0.543 | 0.587 | 0.679 | 0.758 |
| ARIMA(4,1,4) | 0.206 | 0.356 | 0.452 | 0.446 | 0.511 | 0.566 | 0.603 | 0.644 | 0.735 | 0.818 |
| VAR A | 0.160 | 0.278 | 0.353 | 0.321 | 0.377 | 0.425 | 0.467 | 0.523 | 0.628 | 0.723 |
| VAR B | 0.189 | 0.339 | 0.436 | 0.440 | 0.524 | 0.603 | 0.670 | 0.736 | 0.851 | 0.955 |
| VAR C | 0.193 | 0.345 | 0.441 | 0.445 | 0.530 | 0.609 | 0.676 | 0.742 | 0.857 | 0.963 |
| VAR D | 0.199 | 0.338 | 0.434 | 0.436 | 0.518 | 0.598 | 0.654 | 0.723 | 0.840 | 0.938 |
| VAR E | 0.190 | 0.355 | 0.458 | 0.464 | 0.551 | 0.632 | 0.691 | 0.763 | 0.882 | 0.991 |
| VAR F | 0.170 | 0.316 | 0.409 | 0.410 | 0.492 | 0.568 | 0.623 | 0.690 | 0.805 | 0.909 |
| VAR G | 0.192 | 0.355 | 0.464 | 0.477 | 0.570 | 0.657 | 0.721 | 0.797 | 0.920 | 1.032 |
| VAR H | 0.204 | 0.373 | 0.484 | 0.500 | 0.594 | 0.683 | 0.748 | 0.826 | 0.951 | 1.064 |
| VAR I | 0.165 | 0.279 | 0.349 | 0.335 | 0.403 | 0.466 | 0.508 | 0.562 | 0.666 | 0.760 |
| VAR J | 0.192 | 0.320 | 0.405 | 0.413 | 0.487 | 0.557 | 0.611 | 0.672 | 0.762 | 0.844 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: as células em negrito apresentam os melhores resultados para cada horizonte de previsão.

Quanto ao teste de Diebold-Mariano, tem-se os resultados para a comparação entre os modelos apresentados na tabela 11.

Tabela 11: Comparativo entre modelos (teste de Diebold-Mariano)

| MODELO | Passeio aleatório | AR(1) | MA(1) | ARIMA (4,1,4) | A | B |
|-------------------|-------------------|-------|-------|---------------|------|---|
| Passeio aleatório | - | 0,27 | 0,47 | 0 | 0,17 | 1 |
| AR(1) | 0,73 | - | 0,72 | 0 | 0,18 | 1 |
| MA(1) | 0,53 | 0,28 | - | 0 | 0,17 | 1 |
| ARIMA (4,1,4) | 1 | 1 | 1 | - | 0,42 | 1 |
| A | 0,83 | 0,82 | 0,83 | 0,58 | - | 1 |
| B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: cada valor representa a probabilidade que um modelo apresenta de gerar uma previsão melhor do que o outro. O modelo A representa a abordagem por preços futuros e o modelo B é o benchmark para os demais modelos VAR.

Segundo a tabela 11, pelo teste de Diebold-Mariano, o modelo A (VAR baseado em preços futuros) apresentou-se como a melhor previsão para série completa (janeiro de 1995 a março de 2016). Em seguida, está o modelo univariado ARIMA(4,1,4). Os demais modelos, incluindo os vetores autoregressivos ficaram para trás no que concerne a acurácia da previsão.

4.4 Análise para cortes na amostra

Considerando a quebra estrutural apresentada no teste de Zivot-Andrews (tabela 05), que de fato, foi a crise econômica norte americana, são feitos um corte na amostra para o período pós 2011 e para o período pós 2014. No primeiro corte, autores como Reinhart e Rogoff (2014) e Blundell-Wignall (2008) afirmam que já há bons sinais de recuperação da crise do *subprime* nas principais economias do mundo. Já para o período pós 2014, Kilian (2016) afirma que houve um forte declínio dos preços do petróleo, dado excesso de oferta causado pela produção do petróleo de xisto, pelos Estados Unidos da América (essa quebra estrutural também foi detectada ao se realizar o teste de Zivot Andrews para a sub-amostra pós 2011). São testados todos os modelos de previsão, (para VAR, além do modelo de preços futuros, testa-se o tipo B como *benchmark*) e faz-se um comparativo de acurácia (RMSE) para dentro da amostra, entre os diferentes conjuntos de dados.

Tabela 12: Comparativo de acurácia (RMSE) para a série completa e cortes

| Modelo | Série Completa: 1995-2016 | Primeiro Corte: 2011-2016 | Segundo Corte: 2014-2016 |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Passeio Aleatório | 0,1071 | 0,0855 | 0,1059 |
| AR(1) | 0,1066 | 0,0849 | 0,0966 |
| MA(q)* | 0,1070 | 0,0825 | 0,1059 |
| ARIMA(p,d,q)* | 0,1009 | 0,1059 | 0,1059 |
| VAR A | 0,1035 | 0,0642 | 0,0642 |
| VAR B | 0,1041 | 0,1211 | 0,0920 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: o número de defasagens ótimo e a ordem (p,d,q) variou entre as séries completa e em cortes para os modelos de médias móveis e ARIMA. As células em negrito representam o melhor RMSE para cada conjunto de dados.

Pelo exposto na tabela 12, no que concerne a previsão para dentro da amostra, percebe-se que para a série completa o melhor modelo é o ARIMA. No entanto, para cortes na série, dadas as quebras estruturais verificadas, a modelagem de VAR através de preços futuros se destacou na qualidade de previsão.

Em seguida, prossegue-se para o comparativo da medida de acurácia (RMSE) das previsões para fora da amostra, em um horizonte de dez períodos (meses). Conforme apresentado pela tabela 13.

Tabela 13: Comparativo de acurácia (RMSE) para fora da amostra

| 1 Corte: 2011-2016 | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Modelo | Horizonte de previsão (meses) | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Passeio aleatório | 0.207 | 0.359 | 0.457 | 0.465 | 0.553 | 0.638 | 0.714 | 0.784 | 0.905 | 1.015 |
| AR(1) | 0.197 | 0.336 | 0.422 | 0.415 | 0.488 | 0.556 | 0.603 | 0.662 | 0.769 | 0.865 |
| MA(q)* | 0.184 | 0.309 | 0.386 | 0.371 | 0.434 | 0.490 | 0.522 | 0.566 | 0.656 | 0.735 |
| ARIMA(p,d,q)* | 0.205 | 0.355 | 0.452 | 0.459 | 0.546 | 0.630 | 0.692 | 0.759 | 0.884 | 0.997 |
| VAR A | 0.195 | 0.307 | 0.370 | 0.350 | 0.397 | 0.447 | 0.472 | 0.524 | 0.626 | 0.719 |
| VAR B | 0.112 | 0.283 | 0.413 | 0.436 | 0.550 | 0.666 | 0.758 | 0.869 | 1.033 | 1.187 |

| 2 Corte: 2014-2016 | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Modelo | Horizonte de previsão (meses) | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Passeio aleatório | 0.23 | 0.40 | 0.52 | 0.56 | 0.68 | 0.79 | 0.89 | 1.00 | 1.16 | 1.31 |
| AR(1) | 0.16 | 0.32 | 0.43 | 0.46 | 0.57 | 0.68 | 0.77 | 0.87 | 1.03 | 1.18 |
| MA(q)* | 0.15 | 0.28 | 0.38 | 0.40 | 0.50 | 0.59 | 0.68 | 0.77 | 0.92 | 1.05 |
| ARIMA(p,d,q)* | 0.15 | 0.29 | 0.38 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.68 | 0.77 | 0.92 | 1.05 |
| VAR A | 0.16 | 0.28 | 0.35 | 0.32 | 0.38 | 0.43 | 0.47 | 0.52 | 0.63 | 0.72 |
| VAR B | 0.24 | 0.39 | 0.47 | 0.51 | 0.62 | 0.72 | 0.82 | 0.93 | 1.08 | 1.23 |

Fonte: elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota técnica: as células em negrito apresentam a melhor previsão para cada horizonte temporal.

De acordo com o exposto na tabela 13, tem-se que mesmo para cortes na amostra, a modelagem por VAR utilizando a série de preços *spot* e preços futuros supera os demais modelos, no que concerne a qualidade da previsão (menor RMSE) para fora da amostra, esse resultado está de acordo com o que afirma alguns autores, como, por exemplo, Reichsfeld e Roache (2011).

5. Considerações finais

Este trabalho analisou a qualidade das previsões (para dentro e para fora da amostra) dos preços nominais do petróleo Brent através de diversos modelos de séries temporais, utilizando de dados do período entre janeiro de 1995 e março de 2016. Com isso pretendeu verificar a tese de Beckers (2015) - de que a abordagem através de vetores autoregressivos utilizando de variáveis macroeconômicas fosse mais precisa que os demais métodos - se mantinha para o período pós 2014, quando ocorreu o excesso de oferta de petróleo, dada a produção de petróleo de xisto pelos Estados Unidos, levando a uma queda no nível dos preços.

Para a tarefa proposta, diferenciou-se ao utilizar de séries cuja tendência e sazonalidade foram extraídas, sendo essa última através do software X-13 ARIMA SEATS, desenvolvido em 2015 pela Agência de Estatística Norte-Americana, em conjunto com o Banco da Espanha.

Como resultados, mostra-se que a tese de Beckers (2015) não se mostra válida para o período pós 2014, sendo a abordagem por vetores autoregressivos baseados na série de preços futuros mais adequada, dada sua previsão mais precisa (menor RMSE), o que é conjuntamente validado pelos testes comparativos de previsões de Diebold-Mariano. Esse resultado foi testado para a série completa (janeiro de 1995 a março de 2016) e para cortes nas séries (janeiro de 2011 a março de 2016 e janeiro de 2014 a março de 2016), em previsões para dentro e para fora da amostra, mantendo-se. Essa informação já era parcialmente esperada, pois vários autores anteriores, por exemplo, Reichsfeld e Roache (2011), chegaram a mesma conclusão. Isso talvez possa ser explicado pelo fato de que as previsões para preços futuros são geralmente realizadas através de técnicas de *machine learning*, em

que *softwares* monitoram constantemente a mudança nas variáveis explicativas do modelo utilizado. No entanto, isso é um fato que merece ser aprofundado o estudo em posteriores trabalhos.

Um outro fato verificado é que a existência de quebras estruturais nas séries, principalmente na de preço *spot* nominal, faz com que as análises percam a qualidade de previsão, o que faz com que, constantemente, alguns autores venham a constestar a validade do método para diferentes recortes de tempo, sendo uma sugestão para trabalhos posteriores a adoção de um vetor autoregressivo com limiar (*Threshold Autoregressive Vector*, TVAR), com o intuito de considerar essas mudanças de nível e quebra estrutural nos dados.



10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe

REFERÊNCIAS

- AASTVEIT, K. A.; BJØRNLAND, H. C.; THORSRUD, L. A. **What drives oil prices? emerging versus developed economies.** *Journal of Applied Econometrics*, Wiley Online Library, v. 30, n. 7, p. 1013–1028, 2015.
- ALQUIST, R.; KILIAN, L.; VIGFUSSON, R. **Forecasting the price of oil.** Available at SSRN 1911194, 2011.
- BAUMEISTER, C.; KILIAN, L. **Understanding the decline in the price of oil since june 2014.** *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, University of Chicago Press Chicago, IL, v. 3, n. 1, p. 131–158, 2016.
- BECKERS, B. **Forecasting the Nominal Brent Oil Price with VARs—One Model Fits All?** [S.l.]: International Monetary Fund, 2015.
- BLUNDELL-WIGNALL, A. **The subprime crisis.** *OECD Journal: Financial Market Trends*, Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), v. 2008, n. 1, p. 29–53, 2008.
- BREITENFELLNER, A. et al. **Determinants of crude oil prices: Supply, demand, cartel or speculation?** *Monet Policy Econ Q*, v. 4, p. 111–136, 2009.
- BUREAU, U. C. **X-13 ARIMA-SEATS Reference Manual.** 2016. Disponível em: <<https://www.census.gov/ts/x13as/docX13AS.pdf>>. Acesso em: fev. 2017.
- DIEBOLD, F. X.; MARIANO, R. S. **Comparing predictive accuracy.** *Journal of Business & economic statistics*, American Statistical Association, v. 13, n. 3, p. 253–263, 1995. 19
- ECONOMY: United States. **World Factbook**, Central Intelligence Agency. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/us.html>>. Acesso em: fev. 2017.
- ENDERS, W. **Applied econometric time series**, by walter. *Technometrics*, v. 46, n. 2, p. 264, 2004.
- FERREIRA, P. C. et al. **Análise de séries temporais em r.** 2016. FMI. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/country.htm>>. Acesso em: jan. 2016.
- HAMILTON, J. D. **Understanding Crude Oil Prices.** [S.l.], 2008. (Working Paper Series, 14492). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w14492>>.
- HARVEY, D. S.; LEYBOURNE, S. J.; NEWBOLD, P. **Tests for forecast encompassing.** *Journal of Business & Economic Statistics*, Taylor & Francis Group, v. 16, n. 2, p. 254–259, 1998.
- HOTELLING, H. **The economics of exhaustible resources.** *Journal of political Economy*, The University of Chicago Press, v. 39, n. 2, p. 137–175, 1931.

- KILIAN, L. **The impact of the shale oil revolution on us oil and gasoline prices.** Review of Environmental Economics and Policy, Oxford University Press, v. 10, n. 2, p. 185–205, 2016.
- KILIAN, L.; PARK, C. **The impact of oil price shocks on the us stock market.** International Economic Review, Wiley Online Library, v. 50, n. 4, p. 1267–1287, 2009.
- LEE, K.; NI, S. **On the dynamic effects of oil price shocks: a study using industry level data.** Journal of Monetary Economics, Elsevier, v. 49, n. 4, p. 823–852, 2002.
- LÜTKEPOHL, H. **New introduction to multiple time series analysis.** [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2005. 20
- REICHSFELD, D. A.; ROACHE, S. K. et al. **Do commodity futures help forecast spot prices?** [S.l.]: International monetary fund (IMF), 2011.
- REINHART, C. M.; ROGOFF, K. S. **Recovery from financial crises: evidence from 100 episodes.** The American Economic Review, American Economic Association, v. 104, n. 5, p. 50–55, 2014.
- TRAPLETTI, A.; HORNIK, K.; LEBARON, B. **Package ‘tseries’.** 2017. Disponível em: < <https://cran.r-project.org/web/packages/tseries/tseries.pdf> >. Acesso em: fev. 2017.
- TULARAM, G. A.; SAEED, T. **Oil-price forecasting based on various univariate time-series models.** American Journal of Operations Research, Scientific Research Publishing, v. 6, n. 03, p. 226, 2016.
- TURHAN, I.; HACIHASANOGLU, E.; SOYTAS, U. **Oil prices and emerging market exchange rates.** Emerging Markets Finance and Trade, Taylor & Francis, v. 49, n. sup1, p. 21–36, 2013.
- YE, M.; ZYREN, J.; SHORE, J. **Forecasting crude oil spot price using oecd petroleum inventory levels.** International Advances in Economic Research, Springer, v. 8, n. 4, p. 324–333, 2002.

10-12 de julho/2017

Universidade Federal de Sergipe