

REN Revista Econômica do Nordeste

Volume 46 | Nº 03 | Julho - Setembro de 2015



**Banco do
Nordeste**

REN

Revista Econômica do Nordeste

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL

Presidente:

Marcos da Costa Holanda

Diretores:

Francisco das Chagas Soares | Isaias Matos Dantas | Luiz Carlos Everton de Farias | Manoel Lucena dos Santos | Romildo Carneiro Rolim | Wanger Antônio de Alencar Rocha

ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE – ETENE

Revista Econômica do Nordeste – REN

Superintendente:

Francisco José Araújo Bezerra – Editor Chefe

Editores Científicos:

Airton Saboya Valente Junior
Jacqueline Nogueira Cambota
Francisco Diniz Bezerra
Luciano J. F. Ximenes
Maria Odete Alves
Elizabeth Castelo Branco (Suplente)
Liliane Cordeiro Barroso (Suplente)

Editor Executivo:

Luciano J. F. Ximenes
Maria Odete Alves (Suplente)

Jornalista Responsável:

Maurício Lima (MTB/CE 01165 JP)

Comitê Editorial:

Airton Saboya Valente Junior
Elizabeth Castelo Branco (Suplente)
Francisco Diniz Bezerra
Francisco José Araújo Bezerra
Jacqueline Nogueira Cambota
Liliane Cordeiro Barroso (Suplente)
Luciano J. F. Ximenes
Maria Odete Alves
Tibério Rômulo Romão Bernardo
Wellington Santos Damasceno

Secretário Executivo:

Wellington Santos Damasceno

Revisão Vernacular:

Hermano José Pinho

Projeto Gráfico:

Gustavo Bezerra Carvalho

Portal:

Leonardo Dias Lima

Conselho Editorial

Aderbal Oliveira Damasceno (PPGDE/UFU)
Antônio Corrêa de Lacerda (PEPGEP/PUC-SP)
Antonio Henrique Pinheiro Silveira (FCE/UFBA)
Carlos Roberto Azzoni (FEA/USP)
Carmem Aparecida do Valle C. Feijó (UFF)
Fábio Neves Perácio de Freitas (IE/UFRJ)
Fabrício Carneiro Linhares (CAEN/UFC)
Francisco de Sousa Ramos (Decon/UFPE)
Frederico Gonzaga Jayme Jr (Cedeplar/UFMG)
Guilherme Mendes Resende (IPEA)
Henrique Tomé da Costa Mata (FCE/UFBA)
Joan Noguera Tur (Universidade de Valência/IIDL)
Joaquim Bento de S. Ferreira Filho (Esaq/USP)
Joaquim José Martins Guilhoto (FEA/USP)
José de Jesus de Sousa Lemos (DEA/UFC)
José Luís da Silva Netto Jr (UFPB)
Ladislau Dowbor (PPGA/PUC-SP)
Marcel Bursztyn (CDS/UNB)
Marta dos Reis Castilho (IE/UFRJ)
Mauro Borges Lemos (CEDEPLAR/UFMG)
Pery Francisco Assis Shikida (UNIOESTE)
Pierre Salama (CEPN/UP13)
Sérgio Luiz de Medeiros Rivero (PPGE/UFPA)
Sérgio Schneider (UFRGS)
Tomaz Ponce Dentinho (Universidade dos Açores/GDRS-APDR)

Responsabilidade e reprodução:

Os artigos publicados na Revista Econômica do Nordeste – REN são de inteira responsabilidade de seus autores. Os conceitos neles emitidos não representam, necessariamente, pontos de vista do Banco do Nordeste do Brasil S.A. Permite-se a reprodução parcial ou total dos artigos da REN, desde que seja mencionada a fonte.

Endereço para correspondência

ETENE, Av. Silas Munguba, 5.700, bloco A2 térreo, Passaré, CEP: 60.743-902, Fortaleza, Ceará, Brasil. Fone: (85) 3251.5544, 3299.5544, 3299.3034. ren@bnb.gov.br

Indexação

Dare Database – Unesco (Paris, França), Public Affairs Information Service – PAIS (New York, EUA), Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades – Clase (Coyoacan, México), Portal de Periódicos CAPES.

Sumário

EDITORIAL	7
INFLUÊNCIA DA INOVAÇÃO E DO TAMANHO SOBRE O DESEMPENHO DE EMPRESAS INDUSTRIAIS: UMA ANÁLISE PARA O BRASIL E REGIÕES Influence of innovation and size on performance of industrial firms: an analysis for Brazil and regions.....	9
A EFICIENCIA DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO BRASIL: UMA ANALISE SOBRE A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO The efficiency of technological innovation in Brazil: an analysis about manufacturing industry.....	27
INTENSIDADE TECNOLÓGICA INDUSTRIAL, EXTERNALIDADES LOCAIS E PRODUTIVIDADE URBANA: UMA ANÁLISE POR CIDADES BRASILEIRAS NO PERÍODO 2000-2010 Technological intensity of sectors, local externalities and urban productivity: an analysis of the Brazilian municipalities during the period 2000-2010.....	41
ANÁLISE DOS EFEITOS DAS TAXAS DE CÂMBIO, DE JUROS E DA RENDA MUNDIAL SOBRE AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE MEL Analysis of the effects of exchange rates, interest and income over the world brazilian exports of honey.....	61
DIVERSIFICAÇÃO E SOFISTICAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES: UMA APLICAÇÃO DO PRODUCT SPACE AOS DADOS DO BRASIL Diversification and sophistication of exports: an application of the product space to brazilian data.....	79
EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE NOS MUNICÍPIOS DO NORDESTE BRASILEIRO Technical and scale efficiency of the unified health system in the municipalities of the brazilian Northeast	99
ESFORÇO TRIBUTÁRIO E INTERAÇÃO ESTRATÉGICA DOS GOVERNOS MUNICIPAIS: UMA ANÁLISE COM MODELOS GEOGRAFICAMENTE PONDERADOS Tax effort and strategic interaction of municipal governments: an analysis with geographically weighted models.....	115
A ECONOMIA DE PERNAMBUCO: DA LONGA ESTAGNAÇÃO A UM NOVO CICLO DE CRESCIMENTO SUSTENTADO The economy of the state of Pernambuco: from a long stagnation to a new growth cycle.....	131
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL AGROPECUÁRIA NO BIOMA CAATINGA Agricultural environmental degradation within caatinga biome.....	155
O BRASIL NO BÔNUS DEMOGRÁFICO: UMA JANELA DE OPORTUNIDADES E DESAFIOS Brazil in the demographic bonus: a window of opportunities and challenges.....	171

Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme a Lei No 10.994 de 14 de dezembro de 2004

Revista Econômica do Nordeste, v. 46, 2015, n. 3 – Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2015.
v. 46: il.; 28 cm.
Trimestral
Primeiro título a partir de julho de 1969, sendo que, de julho de 1969 a janeiro de 1973, o título do periódico era Revista Econômica.
Sumários em português e inglês.
ISSN 0100-4956 (impressa)
ISSN 2357-9226 (eletrônica)
1. Economia – Desenvolvimento Regional – Brasil. I. Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza, CE.

CDD 330

EDITORIAL

A Revista Econômica do Nordeste (REN), no seu papel de contribuir com a disseminação de trabalhos científicos, apresenta mais um exemplar com temas relevantes, dentre os quais podemos citar: indústria e inovação, comércio internacional, degradação ambiental e bônus demográfico.

Os dois primeiros artigos “Influência da inovação e do tamanho sobre o desempenho de empresas industriais: uma análise para o Brasil e regiões”, de Lídia Carvalho Silva e José Ricardo de Santana e “A eficiência das inovações tecnológicas no Brasil: uma análise sobre a indústria de transformação”, de Phelipe André Matos Cruz, Márcia Jucá Teixeira Diniz, André Luiz Ferreira e Silva e Marcelo Bentes Diniz, analisam a relação positiva entre inovação e desempenho e eficiências das indústrias.

Já no artigo “Intensidade tecnológica industrial, externalidades locais e produtividade urbana: uma análise por cidades brasileiras no período 2000-2010” os autores Eduardo Gonçalves e Ronan Cunha concluem que as externalidades de especialização são importantes condicionantes da produtividade urbana brasileira.

As variáveis explicativas taxa de câmbio, taxa de juros e a renda mundial foram relevantes para explicar as oscilações ocorridas ao longo do tempo na variável dependente exportação de mel, segundo artigo de Ana Claudia Sampaio de Oliveira, Robério Telmo Campos, Inez Silvia Batista Castro e Nicolino Trompieri Neto.

Elton Eduardo Freitas e Emília Andrade Paiva, no artigo “Diversificação e sofisticação das exportações: uma aplicação do product space aos dados do Brasil”, avaliam as desigualdades regionais utilizando uma abordagem alternativa chamada Product Space aplicada a dados de comércio exterior dos municípios brasileiros.

Na sequência, os autores Wesley de Freitas Barbosa e Eliane Pinheiro de Sousa avaliam a eficiência técnica e de escala do Sistema Único de Saúde (SUS), nos municípios do Nordeste brasileiro, por meio do método de clusters.

O artigo de Eduardo Ramos Honório da Silva e Alexandre Alves Porsse conclui pela existência de interação estratégica na determinação das alíquotas do Imposto Sobre Serviços (ISS) e do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), bem como pela influência negativa das transferências sobre o esforço tributário municipal.

A economia pernambucana é tema do artigo de Olímpio José de Arroxelas Galvão que argumenta haver fortes indicações de que a economia do Estado vem passando por um novo ciclo de profundas mudanças em vista da presença de grandes empreendimentos industriais.

Samuel Alex Coelho Campos, Marcelo Dias Paes Ferreira, Alexandre Bragança Coelho e João Eustáquio de Lima analisaram a degradação ambiental proveniente da agropecuária nas microrregiões do bioma Caatinga.

No último artigo desta edição, “O Brasil no bônus demográfico: uma janela de oportunidades e desafios”, Henrique Reichert e Pascoal José Marion Filho discutem sobre as mudanças demográficas ocorridas no País.

The Revista Econômica do Nordeste – REN, in their role to contribute to dissemination of scientific papers, presents one more magazine with relevant topics: industry and innovation, international trade, environmental degradation, demographic bonus and others.

Firstly, the two articles "Influence of innovation and size on the performance of industrial companies: an analysis for Brazil and regions," wrote by Lídia Carvalho Silva and José Ricardo Santana and "The efficiency of technological innovations in Brazil: an analysis of the transformation industry" by Phelipe André Matos Cruz, Marcia Teixeira Diniz Juca, André Luiz Ferreira e Silva and Marcelo Bentes Diniz, analyze the positive correlation between innovation and performance and efficiencies of industries.

In the article "Industrial technological intensity, local externalities and urban productivity: an analysis of Brazilian cities in the period 2000-2010" the authors Eduardo Gonçalves and Ronan Cunha conclude that the externalities of specialization are important determinants of the Brazilian urban productivity.

The explicative variables exchange rate, interest rate and world income were relevant to explain the fluctuations that occur over time in the dependent variable export of honey, according to article of Ana Claudia Sampaio de Oliveira, Robério Telmo Campos, Inez Silvia Batista Castro and Nicolino Trompieri Neto.

Elton Eduardo Freitas and Emilia Andrade Paiva, in the article "Diversification and sophistication of exports: an application of the product space to Brazil data" evaluate regional disparities using an alternative approach called Product Space applied to foreign trade data from the cities of Brazil.

In sequence, the authors Wesley de Freitas Barbosa and Eliane Pinheiro de Sousa evaluate the technical efficiency and scale of the Sistema Único de Saúde (SUS) in the cities of the Northeast of Brazil, through the cluster method.

The article wrote by Eduardo Ramos Honório da Silva and Alexandre Alves Porsse concludes that there is strategic interaction in determining the rates of the service tax called Imposto Sobre Serviços (ISS) and the Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU (property tax), and the negative influence of transfers on the effort municipal tax.

The economy of Pernambuco is the subject in article of Olímpio José Arroxelas Galvão that comments there are strong indications that the state's economy is passing through a new cycle of deep changes as a result of large industrial projects.

Samuel Alex Coelho Campos, Marcelo Dias Paes Ferreira, Alexandre Bragança Coelho and João Eustáquio de Lima examined the environmental degradation from the agriculture in the regions of the Caatinga bioma.

In the last article in this Magazine, "Brazil in the demographic bonus: a window of opportunities and challenges," by Henrique Reichert and Pascoal José Marion Filho discuss about the demographic changes in the country.

Enjoy your reading!

Boa leitura!

INFLUÊNCIA DA INOVAÇÃO E DO TAMANHO SOBRE O DESEMPENHO DE EMPRESAS INDUSTRIAIS: UMA ANÁLISE PARA O BRASIL E REGIÕES

Influence of innovation and size on performance of industrial firms: an analysis for Brazil and regions

Lídia Carvalho Silva

Graduada em Ciências Econômicas pela UFS. E-mail: lidia.economia@yahoo.com.br.

José Ricardo de Santana

Doutor em Economia de Empresas pela FGV/SP. Professor Assistente da UFS.

E-mail: santana_joserickardo@yahoo.com.br.

Resumo: O trabalho aborda o efeito da inovação e do tamanho das empresas industriais brasileiras sobre o desempenho destas. A abordagem teórica parte da literatura que analisa o papel da inovação, colocando-a como um fator estratégico para o desempenho, mas considerando a capacidade das empresas, quanto ao seu porte. A metodologia empregada envolveu a estimação dos efeitos por meio de três modelos econométricos, que permitiram avaliar a influência da inovação e do tamanho sobre o desempenho das empresas, incluindo a análise em perspectiva regional. Foram utilizados dados do IBGE (PINTEC e PIA) para o setor da indústria de transformação do Brasil, nos anos 2003, 2005 e 2008, e das grandes regiões, para o ano de 2005. As principais conclusões do trabalho apontam que no Brasil existe uma influência positiva da inovação e do tamanho no desempenho das empresas, existindo um impacto maior da inovação para a região Nordeste.

Palavras-chave: Inovação; Tamanho; Desempenho.

Abstract: The paper discusses the effects of innovation and size of the Brazilian industrial firms on their performance. The theoretical approach starts from the literature which analyses the role of innovation as a strategic factor to the performance, but considering the capacity of the firms, related to their size. The methodology comprehends the estimation of the impacts by the use of three econometric models, from which was possible to evaluate how innovation and size affects the firm performance, indeed in the regional analysis. It was used data from IBGE (PIA and PINTEC), available for manufacturing industry firms from 2003, 2005 and 2008, to Brazil, and from 2005 to the regions. The main conclusions indicate that there is a positive influence of size and innovation on firm performance in Brazil and that the impact of innovation is higher in the Northeast region.

Key words: Innovation; Size; Performance.

1 Introdução

A análise da inovação tecnológica tem ocupado cada vez mais espaço na literatura econômica, seja para observar os impactos sobre o crescimento econômico ou para buscar uma explicação sobre o desempenho de empresas. O processo de abertura econômica, ao facilitar a entrada de concorrentes importados, trouxe uma maior pressão para que as empresas investissem em inovações tecnológicas. Na economia brasileira, esse processo acentuou-se a partir da década de noventa, nos diversos setores e regiões.

É importante ressaltar que esse cenário de maior concorrência pode afetar de modo diferenciado as empresas, de acordo com o porte. Em empresas menores, a inovação tecnológica torna-se mais difícil, em função dos altos gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D) e treinamento, envolvendo riscos que não podem ser suportados por essa categoria de empresas. A distribuição geográfica das empresas de acordo com o seu porte pode auxiliar no entendimento dos efeitos observados sobre a performance destas.

O presente trabalho busca contribuir para essa literatura. O objetivo do artigo é investigar a influência do grau de inovação, considerando o tamanho da empresa, sobre o aumento da sua performance financeira. A metodologia utilizada toma como base o modelo econométrico proposto por Becker e Dal Bosco (2011), mas diferentemente desta, utiliza-se a análise de dados em painel e busca-se fazer uma extensão regional do estudo.

O presente artigo traz avanços em relação aos resultados apresentados por aquela autora, que trabalha com dados agregados nacionalmente para 2005. Em primeiro lugar, foram incluídos os dados de 2003 e 2008, acrescentando uma maior quantidade de dados. Acrescentaram-se dois modelos para a análise, além do elaborado pela autora. Além disso, os dados foram regredidos em *cross section* (análise anual) e em painel. Foi ainda incluída uma análise regional, para o ano de 2005. Foram utilizados dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) e da Pesquisa Industrial Anual (PIA) da indústria de transformação brasileira quanto ao número total de empresas, quantidade de pessoas ocupadas, número de em-

presas que inovam, o valor investido em inovação, a receita líquida de vendas e o custo das operações industriais, sendo deflacionados os dados de 2003 e 2005 por meio do deflator IPCA, para o ano de 2008.

Além dessa introdução, o trabalho é composto por mais três seções. A segunda seção aborda a literatura sobre o tema inovação, em aspectos teóricos e empíricos, além de apresentar de um modelo que trata da vinculação entre a estratégia e o resultado da empresa. Na terceira seção, são mostrados os dados de inovação das empresas brasileiras em diversos segmentos industriais, com análise das variáveis do ano de 2008, e é apresentado o modelo empírico proposto para a análise. A quarta seção apresenta os resultados obtidos a partir dos modelos e análises propostas, incluindo a análise regional. Uma seção final resume as principais conclusões.

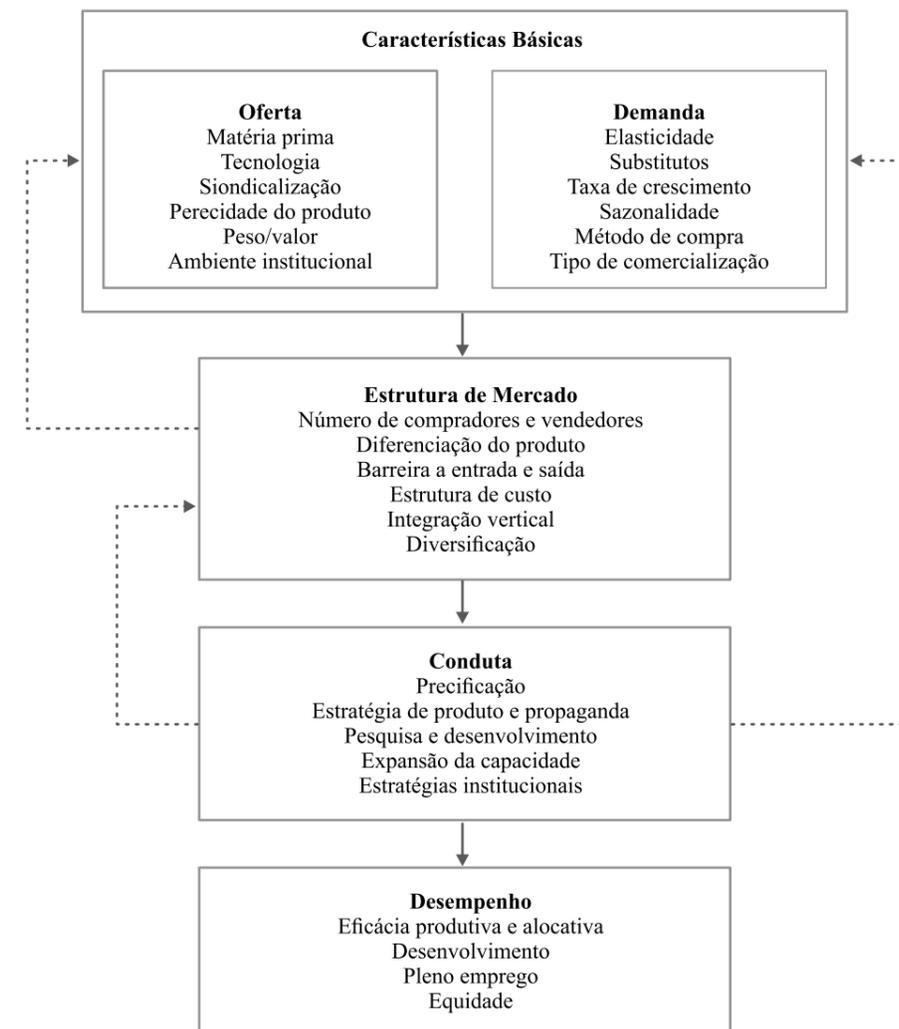
2 Abordagens sobre inovação e desempenho das empresas

Nesta seção são apresentadas algumas abordagens que tratam do tema inovação e seus efeitos sobre o desempenho das empresas. Inicialmente é abordado ainda o modelo Estrutura-Condução-Desempenho, importante instrumento para analisar a relação entre a estratégia utilizada pelas empresas e o efeito sobre a sua performance. Em seguida são apresentadas abordagens teóricas sobre o assunto. Ao final, são apresentados estudos empíricos que tratam desta temática, a partir de onde deriva o modelo utilizado no presente trabalho.

2.1 Modelo Estrutura-Condução-Desempenho (ECD)

A estratégia empregada por uma empresa gera diferentes impactos (positivos ou negativos) sobre o seu desempenho, de acordo com o modelo Estrutura-Condução-Desempenho, elaborado por Scherer e Ross (1990). Nesse modelo, a condução da empresa é limitada pela estrutura do mercado, que sofre a influência das “características básicas” do mercado, tanto o lado da oferta quanto o lado da demanda (Figura 1).

Figura 1 – Modelo de inter-relação para análise da performance industrial



Fonte: Scherer e Ross (1990 apud LOUZADA, 2004).

No modelo Estrutura-Condução-Desempenho a avaliação do desempenho observa como as imperfeições do mecanismo de mercado podem reduzir sua competência quanto ao atendimento da demanda por bens e serviços. O desempenho é modificado através de mudanças na estrutura de mercado e na condução das firmas (LOUZADA, 2004).

Para se determinar o desempenho do sistema econômico é necessário levar em conta as estratégias empresariais, que definirão a condução das firmas. Cada empresa escolhe sua estratégia observando o grau de concentração, barreiras à entrada e/ou lucratividade, ou seja, a partir da estrutura de mercado na qual elas estejam, para elevar sua participação (LOUZADA, 2004).

No presente artigo a análise sobre o desempenho das empresas tomará como determinante prin-

cipal a estratégia em relação aos investimentos em inovação, mas considerando o porte das empresas. Desse modo, o trabalho utiliza o tamanho da empresa e o seu dispêndio com inovação para avaliar o impacto sobre o desempenho das empresas brasileiras da indústria de transformação.

2.2 Abordagens clássicas dos efeitos da inovação sobre o desempenho

A preocupação com o papel da inovação na literatura econômica, buscando entender a dinâmica do processo de mudanças tecnológicas foi abordada a partir de Marx e Schumpeter, com desdobramentos importantes dos neoschumpeterianos.

Em Marx, a preocupação estava na consequência econômica e social das inovações produtivas,

materializadas na mecanização. Já em Schumpeter, a análise está voltada ao papel da inovação em termos de benefícios para a empresa e para o empreendedor, com fortes implicações sobre o desenvolvimento econômico (RIOS; PINTO, 2004).

Em Schumpeter, a estratégia em relação à inovação é determinante no desempenho. A partir do momento que são criadas combinações novas que aperfeiçoam a produção, a ponto de gerar vantagens em comparação ao processo anterior (inovação), o empresário ganha o excedente dos custos, chamado de lucro, não levando em conta os juros sobre o capital (SCHUMPETER, 1982). Isso não apenas traz um resultado para a empresa inovadora, mas é a fonte de evolução do capitalismo, provocado pelo surgimento de novos bens ou produção ou novos mercados (SHIKIDA; BACHA, 1998).

Nessa linha segue a escola neoschumpeteriana, enfatizando a importância da inovação não apenas para o desempenho empresarial como também para o desenvolvimento econômico. Os neoschumpeterianos abordam aspectos relevantes sobre a dinâmica de inovação, como o nível de aprendizado, os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), a evolução das empresas, a trajetória e paradigma tecnológico e sistemas de inovação (CÁRIO, 1995).

Os neoschumpeterianos defendem que só haverá mudança econômica a partir do momento que se utilizem inovações tanto no processo quanto no produto, ficando a cargo do mercado competitivo a seleção dos melhores, numa perspectiva evolucionista¹. Essa escola também defende que existe uma relação entre o conhecimento e a escolha das técnicas, pois as empresas trabalham sob a incerteza, o que tem implicações sobre as estratégias adotadas pelas empresas, sobretudo porque o processo de inovação requer investimentos elevados (CÁRIO, 1995).

A inovação é definida a partir da interação de diversos atos, com efeitos sobre a melhoria da competitividade e da estrutura industrial, trazendo efeitos sobre a evolução da empresa e, em maior escala sobre o desenvolvimento e os ciclos econômicos². Essa escola busca explicar a inovação como variável endógena, considerando o seu as-

pecto de incerteza. A motivação para que os agentes inovem, dentre outros fatores, estaria na busca pelo lucro. Os neoschumpeterianos avançam em relação a Schumpeter ao defenderem que a inovação precisa ser uma novidade economicamente sustentada por um arranjo institucional de apoio. Isso implica em um processo social que abrange investimentos em pesquisa e infraestrutura tecnológica, gera aprendizado e onde os avanços carecem da relação entre ciência e tecnologia (CÁRIO; PEREIRA, 2001).

Para conseguir inovar, as empresas precisam, por um lado, ter esse processo como uma rotina, selecionando internamente a melhor opção para colocar no mercado. Por outro lado, as empresas devem buscar constantemente o conhecimento e aprendizado, em que os neo-schumpeterianos como Dosi e Rosemberg destacam as estratégias *learn-to-learn*, *learning by doing*, *using* e *interacting*, como também o *know how* (CÁRIO; PEREIRA, 2001). São formas de conhecimento ou informação usadas de forma específica para cada empresa.

Bittencourt e Campos (2008) explicam que o *learn-to-learn* é o modo em que a empresa passa constantemente criar e recriar conhecimento. No *learning-by-using* o enfoque está no usuário, e no *learning-by-doing* o foco direciona-se para o produtor, procurando sempre a eficiência deste e/ou do equipamento (SHIKIDA; BACHA, 1998). O *learning-by-interacting* é a forma de interação para troca de conhecimentos e informações.

Dessa forma, percebe-se que inovação está diretamente ligada a decisões e estruturas da empresa, como investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), conhecimentos e uma infraestrutura tecnológica com uma rotina para criar produtos, não mais de modo ocasional. Em relação a isso, destaca-se a relação entre a tecnologia e a ciência, através da interação entre universidades, fundações de pesquisa e as empresas, que geram oportunidades e incentivos à inovação (CÁRIO; PEREIRA, 2001).

Mas no enfoque neoschumpeteriano, a inovação não surge somente por causa dos gastos com P&D. Há uma relação bastante significativa entre a inovação e a relação com empresas concorrentes, com clientes e fornecedores, e com instituições de pesquisa ou universidades. Há, então, a necessidade de que essas empresas estejam próximas geograficamente umas das outras e das instituições, o

que se torna relevante para o processo de inovação (BOTELHO; CARRIJO; KAMASAKI, 2007).

Como é a inovação tecnológica que aumenta a competitividade das empresas, Cassiolato & Lastres (1999) explicam que, com o passar do tempo, as empresas precisam aumentar sua capacidade inovativa para continuar competindo no mercado. Além disso, precisam de políticas voltadas à inovação, para que o processo inovativo siga uma sequência, com ênfase inicial em atividades científicas e tecnológicas, e depois em atividades de inovação (LASTRES; CASSIOLATO, 2003).

Nessa perspectiva, as estratégias de desenvolvimento têm procurado amparar a oferta e a demanda por tecnologia a partir da ampliação dos gastos em P&D, como forma de estimular a obtenção de conhecimento para aumentar o aprendizado e difundir a inovação. Internacionalmente, percebe-se o espaço que vêm ganhando os investimentos em conhecimento, em relação aos gastos em capital fixo, sinalizando a importância cada vez maior que o domínio tecnológico adquire na estratégia de desenvolvimento econômico (LASTRES; CASSIOLATO, 2003).

O presente trabalho considerando como dado o ambiente de atuação, enfatiza o papel de elementos específicos das estratégias empresariais relacionados às inovações, materializadas nos gastos em P&D, sobre o desempenho das empresas.

2.3 Abordagens empíricas sobre a relação entre inovação, tamanho e desempenho

A relação entre inovação e desempenho das empresas encontra uma extensa discussão na literatura empírica. Na sequência, são apresentados alguns autores que tratam o assunto na perspectiva desses modelos, a partir dos quais são tratados também outros fatores que afetam a rentabilidade das empresas, como o porte da empresa.

Em relação a esse último ponto, existe uma convergência na literatura no que se refere à relação entre o tamanho da empresa e sua capacidade de inovar, pois as firmas de maior escala conseguem ser mais inovadoras que as menores, como argumentava Schumpeter (1982). Ainda nessa linha, Macedo e Albuquerque (1997) apresentam estudos de autores que defendem a capacidade das pequenas e médias empresas (PMEs) de para assumir riscos e inovar, em maior ou menor escala, a depender do setor industrial em que estas estejam.

As conclusões apontam no sentido da existência da relação entre o investimento em P&D e o tamanho da firma.

Quanto à relação porte das empresas e a rentabilidade, Mendonça e Lima (2009) mostram que, em um mercado competitivo, as firmas que saem à frente são as mais eficientes, pois possuem menores custos e conseqüentemente maiores lucros. Mas, em uma estrutura de mercado concentrada, as firmas que possuem maior poder de mercado podem impor preços e elevar suas margens de lucros em um mercado concentrado. Assim, o nível de concentração pode afetar os investimentos e a P&D, de forma a determinar a lucratividade da empresa. A conclusão aponta que é estatisticamente significativa a relação entre o nível de concentração e a lucratividade da empresa.

No que se refere à relação entre a inovação e o desempenho financeiro das firmas, Brito, Brito e Morganti (2009) citam autores que apontam a complexidade de medir a lucratividade a partir da inovação. Por um lado, não é fácil verificar os efeitos da inovação, em virtude da heterogeneidade dos setores industriais e das empresas. Por outro lado, também pelo fato de que é difícil mensurar o retorno financeiro gerado pela inovação. Os estudos indicam que seria mais significativa a relação entre despesas com P&D em um período e o aumento do faturamento posteriormente. A principal conclusão desses estudos recai sobre a observação de que a inovação é relevante para explicar a taxa de crescimento da receita líquida da firma.

Vitor Prochnik e Araújo (2005) analisam o baixo grau de inovação de empresas nos setores industriais do Brasil e a possibilidade de desenvolvimento destas, mesmo sendo pouco produtivas e sem recorrer a diferenciação de produtos. Os autores analisaram a indústria de transformação, só considerando as firmas de capital brasileiro. Foram estimados três modelos econométricos probabilísticos, sendo que cada um compara uma estratégia de inovação com a mesma base, que são as firmas que não inovam. A principal conclusão foi que existem barreiras tecnológicas intrasetoriais. A concorrência com as grandes empresas é um obstáculo para as empresas que não têm um alto grau de diferenciação do produto, o que desestimula essas PME's.

Em outra linha de análise, Bruno Araújo e Silva (2007) abordam a relação da inovação tecnológica e o crescimento das PME's. O principal objetivo foi examinar o crescimento das empresas, e para isso,

1 A teoria evolucionista de Darwin dizia que os organismos vivos passariam por mudanças por causa do processo dinâmico dos fatores naturais e só os mais fortes sobreviveriam às adaptações.

2 As fases do ciclo são: prosperidade, depressão, recessão e recuperação (SHIKIDA; BACHA, 1998).

utilizou-se a endogeneidade da relação entre os investimentos em P&D, a inovação e o desempenho das firmas. Os autores fazem uma comparação do Brasil com sete países europeus³ a partir de dados da PINTEC⁴ da indústria brasileira no ano de 2000 e das bases microagregadas da Community Innovation Survey (CIS3). Um resultado importante foi que as empresas no Brasil ganhavam mais investindo em inovação que as dos países europeus.

Ainda nessa linha, Marina Becker e Dal Bosco (2011) analisam a relação entre os valores investidos pelas empresas inovadoras em atividades inovativas, a dimensão de sua estrutura produtiva, medida pelo número de pessoas ocupadas por empresa, e seu desempenho - principalmente financeiro. A autora utiliza-se do método estatístico MQO, com regressão log-linear, em dados de corte transversal, no ano de 2005, para 23 setores da indústria de transformação do Brasil, usando dados da PINTEC e PIA. Os resultados confirmam que é necessário, para uma empresa que quer aumentar seu desempenho, investir em inovações, como também na estrutura produtiva, ampliando o seu capital, para se tornar mais competitiva.

3 Aspectos da relação inovação-desempenho: situação recente e estratégia metodológica

Esta seção apresenta a situação das empresas brasileiras em relação à inovação. Trata ainda da metodologia proposta para o estudo da relação entre inovação e desempenho das empresas brasileiras. Em seguida, é detalhado o modelo proposto, a estratégia de estimação e os dados utilizados.

3.1 Situação do Brasil em relação à inovação e desempenho das empresas

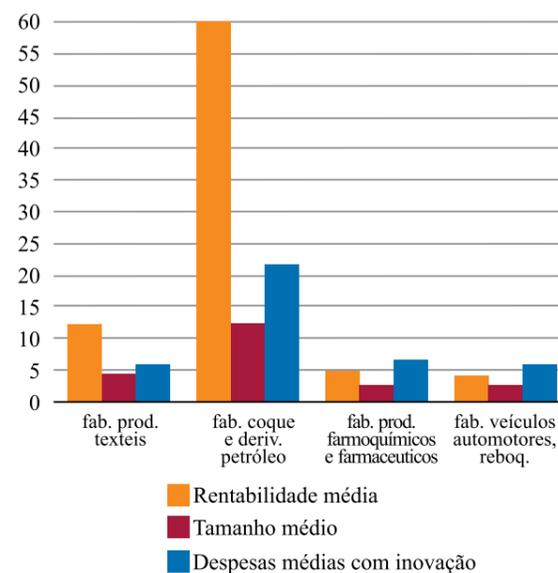
Nos Gráficos 1 e 2, podem ser observados os quatro maiores e menores setores da indústria de transformação do ano de 2008 segundo os resultados dos indicadores das variáveis tamanho médio, despesas médias com inovação e rentabilidade média. A segunda variável utilizada foi o valor gasto em inovação dividido pelo número de total de empresas (modelo 2).

3 Alemanha, França, Espanha, Portugal, Hungria, Eslováquia e Lituânia.

4 Pesquisa de Inovação Tecnológica

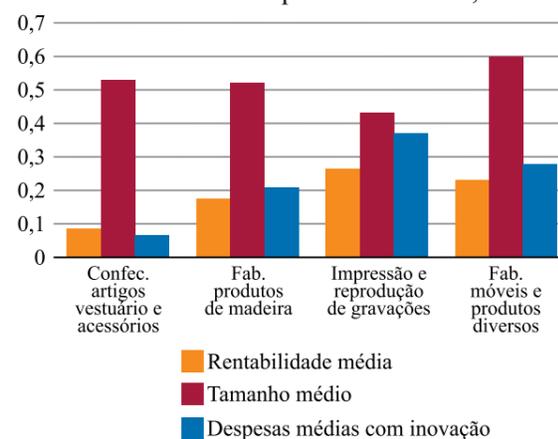
No Gráfico 1, verifica-se que o setor fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis é o que mais se destaca em números em relação às três variáveis, se comparado aos outros setores. O Gráfico 2 apresenta os quatro setores com menores valores para os indicadores utilizados. Os setores com menores valores foram confecção de artigos do vestuário e acessórios para as variáveis inovação e desempenho e impressão e reprodução de gravações para a variável tamanho.

Gráfico 1 – Brasil: Quatro maiores setores segundo tamanho, inovação e desempenho das empresas industriais, 2008.



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da PINTEC-PIA/IBGE.

Gráfico 2 – Brasil: Quatro menores setores segundo tamanho, inovação e desempenho das empresas industriais, 2008.



Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da PINTEC-PIA/IBGE.

Na Tabela 1 observam-se os setores do Brasil que possuem a despesa com inovação acima da média do ano de 2008. Dos 22 setores estudados para esse ano, os que mais efetuam gastos acima da média da indústria de transformação são: i) fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias ii) fabricação de produtos alimentícios e bebidas, iii) fabricação de produtos químicos, iv) metalurgia, v) fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis, vi) setor de fabricação de máquinas e equipamentos, e vii) fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos.

Tabela 1 – Brasil: Setores acima da média segundo a variável dispêndio em inovação 2008

Setores da indústria de transformação	Dispêndios totais nas atividades inovativas*
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	6.717.851
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	2.766.440
Fabricação de produtos químicos	4.279.988
Metalurgia	3.708.519
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.984.210
Fabricação de máquinas e equipamentos	2.574.721
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	7.135.313

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da PINTEC/IBGE.
*Valor (1000 R\$).

Destacam-se os setores de fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e fabricação de produtos alimentícios e bebidas como os setores com os maiores valores de dispêndios realizados pelas empresas inovadoras nas atividades inovativas, um total de R\$ 7.135.313 e R\$ 6.717.851, respectivamente. O setor de fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos possui o valor que mais se aproxima da média dos setores da indústria de transformação com R\$ 1.984.210,00 para esse ano.

3.2 Estratégia metodológica para análise da relação inovação-desempenho

Para a análise empírica da relação inova-

ção-desempenho tomou por base o modelo proposto por Becker e Dal Bosco (2011), que utilizaram o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), a partir de uma base de dados em corte transversal. A forma funcional em log, proposta pelos autores, permite avaliar o efeito das variáveis explicativas sobre a variável dependente, permitindo obter as elasticidades, a partir dos estimadores de β_2 e β_3 .

$$\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{1i} + \beta_3 \ln X_{2i} + \mu_i$$

Onde,

Y_i : representa o desempenho esperado para as empresas;

X_{1i} : representa tamanho da empresa;

X_{2i} : representa o esforço de inovação da empresa;

μ_i : representa o erro estocástico, é uma variável aleatória não observável.

3.2.1 Modelos econométricos e estratégia de estimação

O presente trabalho busca avançar em relação ao modelo original em três aspectos: i) fazendo uma análise para três tipos de modelos, a partir de diferentes definições na variável inovação, ii) ampliando a análise para o Brasil, através do aumento da base de dados, que inclui 2003 e 2008, e da utilização do modelo em painel, e iii) introduzindo a abordagem regional, que considera Sudeste, Sul e Nordeste.

Em relação ao primeiro aspecto, o modelo 1 segue a proposta de Becker e Dal Bosco (2011). O desempenho (Y_i) é definido pela diferença entre receita e custo industrial, dividido pelo número total de empresas. O tamanho da empresa (X_{1i}) é definido a partir da razão do número de pessoas ocupadas pelo número total de empresas. E o esforço de inovação da empresa (X_{2i}) é definido a partir da razão do total gasto em inovação pelo número de empresas inovadoras.

No modelo 2, a variável dispêndio em inovação é definida pela razão do valor do dispêndio em P&D pelo número total de empresas. E no modelo 3, o esforço em inovação é definido não pelo dispêndio, mas pelo número de empresas inovadoras dividido pelo número total de empresas, multiplicada por 100, obtendo-se o percentual de empresas inovadoras para cada segmento industrial.

As novas variáveis introduzidas nos modelos

2 e 3 buscam compatibilizar a medida de inovação com as medidas de desempenho e tamanho, tendo em vista que ambas estão ponderadas pelo número total de empresas. No modelo utilizado por Becker e Dal Bosco (2011), a variável inovação está definida apenas a partir do número de empresas inovadoras (modelo 1). Pode ocorrer que um setor tenha poucas empresas inovadoras mas com elevados gastos nesse item. Nessa situação, o setor teria uma elevada razão entre dispêndio em inovação e número de empresas inovadoras. Por consequência, essa medida pode gerar uma superestimação da mensuração de inovação no setor. Isso pode ser minimizado ao mensurar a inovação pela razão entre dispêndio nesse item e número total de empresas, no modelo 2, proposto no presente trabalho.

Em relação ao segundo aspecto, o modelo de análise transversal (*cross-section*) é estimado para os anos de 2003, 2005 e 2008, e é introduzida a estimação dos dados dos três anos em painel. Nesse tipo de modelo, uma unidade de corte é acompanhada ao longo do tempo, fazendo com que os dados em painel tenham dimensão espacial e temporal (GUJARATI; POTER, 2011).

Em relação ao terceiro aspecto, a abordagem regional incluiu as regiões Sudeste, Sul e Nordeste, mas apenas para o ano de 2005, tendo em vista que o número de observações era restrito para 2003 e inexistente para 2008. Desse modo, a abordagem regional foi estimada somente para o modelo com dados em corte transversal.

No que diz respeito ao tamanho da empresa, espera-se que o estimador (β_2) apresente uma relação positiva com o desempenho, pois quanto maior for o porte de uma firma, maior o investimento em atividades de larga escala que elevam o lucro e consequentemente a performance. E em relação ao esforço em inovação, espera-se também que o estimador (β_3) apresente uma relação positiva com o desempenho, tendo em vista que quanto maior o gasto em inovação, mais a empresa melhora seus produtos, habilitando-a a conquistar maior parcela de mercado, gerando lucro. Ou seja, espera-se que tanto o β_2 quanto o β_3 sejam positivos nos modelos.

Para verificar a confiabilidade dos modelos, tanto para a análise transversal quanto em painel, foram analisados o teste de significância⁵ dos estimadores, a partir da distribuição “t” de Student,

a estatística “F”⁶ e o coeficiente de determinação (R^2). No caso da análise em painel foi utilizado o teste de Hausman, para definir a utilização de efeitos fixos ou aleatórios.

A estimação em painel permite controlar as diferenças invariáveis no tempo entre setores, as quais decorrem de características não observáveis, removendo o viés resultante da correlação entre estas características e as variáveis explicativas. Ressalte-se que no modelo de efeitos fixos, as estimativas são calculadas a partir das diferenças dentro de cada setor ao longo do tempo, considerando-se então o R^2 dentro do grupo. Já no modelo de efeitos aleatórios, as estimativas incorporam informações não apenas das diferenças observadas dentro dos setores, mas também ao longo do tempo, gerando parâmetros mais eficientes. Nesse caso, toma-se o R^2 total, que considera variação não só intra como também intergrupos⁷.

O modelo de efeitos aleatórios é consistente apenas se o efeito específico do setor não for correlacionado com outras variáveis explicativas, o que pode ser indicado pelo teste de Hausman. A hipótese nula (H_0) do teste é de que não existem diferenças significativas entre os parâmetros estimados por efeitos fixos (EF) em relação aos estimados por efeitos aleatórios (EA), sendo o valor calculado da estatística comparado ao valor crítico de uma distribuição qui-quadrado. Caso a hipótese seja rejeitada, haverá uma diferença sistemática que requer a inclusão da variável omitida, que é o efeito fixo setor. Nesse caso, a utilização do modelo de efeitos fixos é mais apropriada.

O trabalho envolveu estimações realizadas em três etapas. Inicialmente, foram estimados os modelos com os dados para o Brasil, em corte transversal, abrangendo os anos de 2003, 2005 e 2008, de forma a comparar a evolução dos dados, em relação ao modelo original de Becker e Dal Bosco (2011). Numa segunda etapa, esses dados foram estimados no modelo em painel, de forma a controlar as diferenças invariáveis no tempo entre setores. Esses resultados foram analisados em relação àqueles obtidos nas estimativas com dados em corte transversal. Na terceira etapa, foram realizadas as estimativas com dados regionais, no intuito de analisar diferenças nos resultados entre estas.

6 Para testar a significância do conjunto de estimadores.

7 Algumas considerações sobre esse procedimento podem ser encontradas em Forbes (2000).

3.2.2 Base de dados utilizada

Os dados utilizados foram obtidos por meio do banco de dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) e da Pesquisa Industrial Anual (PIA), realizadas pelo IBGE, para os anos de 2003, 2005 e 2008 em nível nacional e 2005 em nível regional (Nordeste, Sudeste e Sul). São dados das empresas brasileiras que realizaram dispêndios nas atividades inovativas desenvolvidas, P&D, com indicação do número de pessoas ocupadas, segundo atividades selecionadas da indústria e dos serviços. O IBGE considerou empresas que implementaram inovações em processo e/ou produto tecnologicamente novo ou substancialmente aperfeiçoado.

A Tabela 7, para o ano de 2008, situada no anexo, ilustra o conjunto de dados, a partir dos quais foi derivada a relação percentual entre as três variáveis que serão utilizadas no trabalho: dispêndio com inovações, tamanho da empresa e desempenho das empresas. São considerados: i) o total de empresas que fazem parte dos setores da indústria de transformação, ii) a quantidade de pessoas ocupadas, iii) os dispêndios efetuados em atividades inovativas, iv) o número de empresas inovadoras, v) a receita líquida de vendas das firmas destes setores, e vi) os custos das operações industriais.

O número de pessoas ocupadas refere-se ao período de 31/12 de cada ano, estimado a partir dos dados da amostra da Pesquisa Industrial Anual (PIA) de pessoas ocupadas em dedicação plena nas atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). O valor é obtido por meio da soma do número de pessoas em dedicação exclusiva e do número de pessoas em dedicação parcial, a partir do percentual médio de dedicação.

A medida de desempenho é obtida pela diferença entre a receita líquida de vendas e os custos das operações industriais, dividida pelo total de pessoas que trabalham por empresa. O tamanho da empresa é definido por meio da razão entre a quantidade de pessoas ocupadas e o total de empresas que fazem parte do respectivo setor, obtendo-se a média de quantas pessoas trabalham por empresa. E a medida de inovação é definida a partir do valor investido em inovações dividido pelo número de empresas inovadoras (modelo 1) ou pelo número total de empresas (modelo 2). A medida de inovação é definida ainda pela razão entre o número de

empresas inovadoras e o número total de empresas (modelo 3). O modelo 3, embora não trabalhe com uma medida de valor para a inovação, representa uma alternativa para avaliação dos resultados obtidos nos modelos 1, de Becker e Dal Bosco (2011), e o modelo 2, proposto no presente trabalho. Espera-se que as empresas com maior número de pessoas empregadas e que mais inovam tenham um maior desempenho, sobretudo financeiro.

Os dados referem-se a 23 setores da indústria de transformação, classificados ao nível de dois e três dígitos do CNAE. Os setores usados podem ser encontrados nos anexos desse trabalho. Vale ressaltar que os dados de 2003 e 2005 estão atualizados a preços de 2008, por meio do deflator implícito do PIB. Os dados deflacionados nacionais foram estimados em *cross-section* e em painel, e os dados regionais somente em *cross-section*.

4 Análise dos resultados: desempenho e inovação no Brasil e regiões

Esta seção apresenta os resultados das estimações do modelo econométrico, mostrando o impacto das variáveis tamanho e inovação sobre o desempenho das empresas industriais. Na primeira parte, são apresentados os resultados para o conjunto do País, inicialmente com os dados em corte transversal e, em seguida, com os dados em painel. Na segunda parte, são apresentados os resultados obtidos para as regiões Sudeste, Sul e Nordeste.

4.1 Estimções para o conjunto dos segmentos industriais do Brasil

Nas estimções para o conjunto do Brasil, foram utilizados dados dos anos de 2003, 2005 e 2008, para os três modelos. Inicialmente, são apresentados os resultados das regressões com dados em corte transversal. Em seguida, são apresentados os resultados das regressões com dados em painel.

4.1.1 Estimções com dados em corte transversal

Os resultados da estimação dos segmentos da indústria de transformação nos anos de 2003, 2005 e 2008, a partir da regressão com dados em corte transversal, para os modelos 1, 2 e 3 estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

5 Usado para verificar se os resultados da amostra são válidos ou falsos de acordo com a hipótese nula (GUJARATI, 2000).

A Tabela 2 traz os resultados dos dados para o Modelo 1, onde a variável inovação é mensurada a partir da razão entre o dispêndio com inovação e o número de empresas inovadoras. Os resultados indicam que para os três anos, há uma relação positiva e significativa entre o porte e o desempenho da empresa, assim como entre as despesas com inovação e o seu desempenho das empresas, corroborando os resultados apresentados por Becker e Dal Bosco (2011). No caso da inovação, um aumento de 10% nos dispêndios impacta positivamente o desempenho da empresa em 5,8% (2003), 4,8% (2005) e 5,3% (2008). O estimador de inovação é significativo para os três períodos.

Tabela 2 – Brasil: Estimativas dos efeitos do tamanho e da inovação no desempenho das empresas industriais, 2003, 2005 e 2008 (Modelo 1)

Brasil				
	Estimador	2003	2005	2008
Modelo 1	Constante	0,34 (0,68)	0,12 (0,90)	0,57 (0,45)
	Tamanho	0,99* (0,33)	1,20* (0,43)	1,01* (0,24)
	Inovação	0,58* (0,16)	0,48** (0,24)	0,53* (0,13)
	R ²	0,90	0,83	0,95

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da PINTEC-PIA/IBGE.

Notas: Os números entre parênteses representam os desvios-padrão dos estimadores. Significativos a 5% (*) e a 10% (**).

A Tabela 3 mostra os resultados dos dados para o Modelo 2, onde a variável inovação é mensurada a partir da razão entre o dispêndio com inovação e o número total de empresas. Espera-se que este modelo seja mais apropriado para a análise, uma vez que não superestima as despesas de inovação no setor de atividade. Os resultados apontam também a relação positiva e significativa entre as variáveis explicativas e a dependente. No caso da inovação, um aumento de 10% nessa variável ele-

va o desempenho em 4,5% (2003), 6,5% (2005) e 5,5% (2008). Os resultados apontam efeitos similares àqueles obtidos no modelo 1. O estimador de inovação também mostra-se significativo para os três períodos.

Tabela 3 – Brasil: Estimativas dos efeitos do tamanho e da inovação no desempenho das empresas industriais, 2003, 2005 e 2008 (Modelo 2)

Brasil				
	Estimador	2003	2005	2008
Modelo 2	Constante	1,20 (0,75)	1,75* (0,65)	1,41 (0,39)
	Tamanho	1,14* (0,29)	0,75* (0,25)	0,94* (0,18)
	Inovação	0,45* (0,12)	0,65* (0,11)	0,55* (0,10)
	R ²	0,91	0,92	0,97

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da PINTEC-PIA/IBGE.

Notas: Os números entre parênteses representam os desvios-padrão dos estimadores. Significativos a 5% (*) e a 10% (**).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos para o modelo 3, onde a variável inovação é mensurada a partir da razão entre o número de empresas inovadoras e o número total de empresas. Os resultados indicam que esta variável não é significativa no ano de 2003. Considerando o ano de 2005, um aumento de 10% percentual de empresas inovadoras elevaria o desempenho em 6,2%. Para 2008, o desempenho seria impactado em 6,1%, observando que o estimador nesse ano é significativo somente ao nível de 10%. Os resultados obtidos nesse modelo são ligeiramente distintos daqueles obtidos nos modelos 1 e 2, onde a variável inovação considerava o dispêndio da empresa com a atividade inovativa. Nesse caso, estimador de inovação aparece significativo apenas para 2005 e 2008.

Tabela 4 – Brasil: Estimativas dos efeitos do tamanho e da inovação no desempenho das empresas industriais, 2003, 2005 e 2008 (Modelo 3)

Brasil				
	Estimador	2003	2005	2008
Modelo 3	Constante	1,21 (1,09)	2,13 (0,91)	1,56 (0,72)
	Tamanho	1,94* (0,19)	1,77* (0,18)	1,82* (0,12)
	Inovação	0,58 (0,35)	0,62* (0,18)	0,61** (0,30)
	R ²	0,86	0,88	0,93

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da PINTEC-PIA/IBGE.

Notas: Os números entre parênteses representam os desvios-padrão dos estimadores. Significativos a 5% (*) e a 10% (**).

De um modo geral, os resultados encontrados corroboram os achados da literatura, no que se refere à forma como a inovação e o tamanho impactam positivamente no desempenho das indústrias. No caso do modelo 3, onde a inovação é mensurada pelo percentual de empresas inovadoras, os resultados são menos consistentes com aqueles apresentados por Becker e Dal Bosco (2011). Os resultados desses autores estão baseados no modelo 1 utilizado neste trabalho, onde a variável inovação é medida levando-se em conta os dispêndios nesse item. Com resultados próximos a estes, o modelo 2 mostrou-se consistente, com a vantagem de considerar o número total de empresas, evitando superestimar os valores de dispêndio em inovação nos setores industriais.

4.1.2 Estimacões com dados em painel

A estimação em painel foi realizada utilizando variáveis contemporâneas, para os diversos segmentos industriais, nos anos de 2003, 2005 e 2008. Em relação à estimação com dados em corte transversal, a estimação em painel apresenta vantagens, ao permitir controlar as diferenças invariáveis no tempo entre setores, decorrentes de características não observáveis. A Tabela 5 apresenta os resultados das estimacões em painel com efeitos fixos e aleatórios, para os três modelos descritos. Os dados utilizados estão a preços de 2008.

A definição do modelo, entre efeitos fixos e aleatórios, foi realizada a partir do teste de Hausman, que coloca como hipótese nula a inexistência de diferença significativa entre as estimativas de efeitos fixos e efeitos aleatórios. Se os valores p forem não significativos, há indicação de que os resultados do efeito aleatório e o efeito fixo são similares. Caso a diferença prática entre os efeitos seja pequena, as estimativas dos efeitos aleatórios são as mais apropriadas. Segundo o teste de Hausman, observa-se que, para os modelos 1 e 3, a utilização do modelo de efeitos fixos é mais apropriada. Nos dois casos, os resultados mostram uma diferença sistemática entre os efeitos, apontando para a rejeição da hipótese nula. Já no modelo 2 a diferença é não sistemática, não rejeitando a hipótese nula, tornando o modelo de efeitos aleatórios mais apropriado.

No caso do modelo 1, o teste de Hausman aponta a utilização do modelo de efeitos fixos. Os resultados a partir do modelo 1, de efeitos fixos, indicam que há uma relação positiva e significativa entre o porte da empresa e o desempenho, porque um crescimento da empresa em 10% gera uma elevação no desempenho de 7,8%. Já as despesas com inovação e o desempenho das empresas, não possuem uma relação significativa, mesmo sendo positiva. Isso mostra que os resultados apresentados por Becker e Dal Bosco (2011) não se mantêm nas estimativas em painel.

Tabela 5 – Brasil: Estimativas dos efeitos do tamanho e da inovação no desempenho das empresas industriais, 2003, 2005 e 2008

Variáveis	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	Efeitos Fixos	Efeitos Aleatórios	Efeitos Fixos	Efeitos Aleatórios	Efeitos Fixos	Efeitos Aleatórios
Constante	5,05*	0,60	2,99*	1,76*	4,94*	0,22
	(1,91)	(0,56)	(1,48)	(0,47)	(1,59)	(0,66)
Tamanho	<i>2.64</i>	<i>1.08</i>	<i>2.02</i>	<i>3.74</i>	<i>3.1</i>	<i>0.33</i>
	0,78*	1,36*	0,60*	0,87*	0,70*	1,73*
Inovação	(0,39)	(0,19)	(0,31)	(0,16)	(0,35)	(0,14)
	<i>2.01</i>	<i>7.09</i>	<i>1.93</i>	<i>5.41</i>	<i>1.96</i>	<i>12.39</i>
Nº Observações	0,07	0,32*	0,54*	0,55*	0,29*	0,34*
	(0,12)	(0,09)	(0,11)	(0,07)	(0,11)	(0,10)
R ² Ajustado	0,6	3,42	4,71	7,66	2,74	3,27
Teste de Hausman	68	68	68	68	68	68
Valor p	0,09	0,89	0,41	0,93	0,23	0,87
	12.21		1.01		15.17	
	0.0022		0.604		0.0005	

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da PINTEC-PIA/IBGE.

Notas: Os números entre parênteses representam os desvios-padrão dos estimadores. Os números em itálico mostram o valor calculado da estatística t. Significativos a 5% (*). No R² Ajustado, considerou-se o valor intragrupo no modelo de efeitos fixos e o valor total no modelo de efeitos aleatórios.

No modelo 2, o teste de Hausman indica a utilização de efeitos aleatórios. Os resultados apontam uma relação positiva e significativa tanto entre o tamanho das firmas quanto entre o gasto médio com inovação pelo total de firmas e o desempenho destas. Uma elevação no tamanho da empresa em 10% provoca um aumento no desempenho em 8,7%. E uma elevação nos dispêndios com inovação em 5,5%. Nesse modelo, os resultados se mantêm, em relação à estimativa em *cross section*.

Para o modelo 3, o teste de Hausman aponta a utilização do modelo de efeitos fixos. Os resultados mostram também uma relação positiva e significativa tanto entre o tamanho das firmas quanto entre o gasto médio com inovação pelo total de firmas e o desempenho destas. Uma elevação no tamanho da empresa em 10% provoca um aumento no desempenho em 7,0%. E uma elevação nos dispêndios com inovação em 2,9%. Nesse caso, as estimativas em painel apresentam um resultado melhor que as estimativas em *cross section*, que não apresentaram resultados consistentes para 2003. Observe-se que no modelo 3 a variável inovação não é definida pelo valor investido, mas pela quantidade de empresas que inovaram, em relação

ao total de empresas do setor.

Pelo exposto, pode-se perceber que o tamanho e valor médio investido em inovação geram um efeito positivo na performance das firmas. O modelo 2, proposto no presente trabalho, mostra esses resultados de forma consistente, tanto nas estimativas em *cross section*, quanto nas estimativas em painel.

4.1.3 Estimativas regionais para os segmentos industriais

A análise regional foi realizada a partir da comparação das regiões Nordeste, Sudeste e Sul para o ano de 2005, de acordo com a disponibilidade de dados, para avaliar o grau de desempenho desses setores regionalmente⁸. A partir da Tabela 6, que se abstraiu da regressão *cross section* dos dados foi que no período de 2005, nota-se que as variáveis tamanho e inovação são positivamente relacionadas com o desempenho da firma nas três regiões estudadas e para os três modelos.

Nas três regiões estudadas existe uma relação

⁸ A estimativa somente para 2005 ocorreu em função de limitações com os dados dos demais períodos. Em 2003, o número de observações era limitado a 7 setores. Já em 2008 não havia disponibilidade dos dados para as regiões.

positiva entre as variáveis explicativas e a dependente, ou seja, a inovação e o tamanho explicam o desempenho das indústrias. No Sudeste, o tamanho tem um maior efeito sobre a performance e no Sul o menor. Já a inovação influencia mais o desempenho das empresas situadas na região Sul e Nordeste. Da mesma maneira que nos outros modelos, os testes foram significativos e confiáveis⁹.

Tabela 6 – Nordeste, Sudeste e Sul: Estimativas dos efeitos do tamanho e da inovação no desempenho das empresas industriais, 2005

Estimador	2005			
	Nordeste	Sudeste	Sul	
Modelo 1	Constante	-0,68 (1,79)	0,74 (1,16)	-0,02 (1,48)
	Tamanho	0,44 (0,37)	1,10** (0,47)	0,14 (0,76)
	Inovação	1,08** (0,39)	0,43* (0,22)	1,12** (0,42)
Modelo 2	Constante	1,05 (1,16)	1,67 (1,24)	1,72 (1,58)
	Tamanho	0,52* (0,29)	1,08** (0,45)	0,49 (0,63)
	Inovação	0,97** (0,26)	0,39** (0,18)	0,81** (0,29)
Modelo 3	Constante	-0,54 (2,30)	0,12 (1,49)	-1,09 (2,02)
	Tamanho	1,20** (0,28)	1,82** (0,30)	1,88** (0,41)
	Inovação	1,13* (0,60)	0,23 (0,35)	0,44 (0,44)

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados da PINTEC-PIA/IBGE.

Nota: Os números entre parênteses representam os desvios-padrão dos estimadores. Significativos a 5% (*) e a 10% (**).

⁹ Analisando o teste F, para $p = 1$, observa-se que o conjunto dos estimadores tanto para o Nordeste ($gl=14$) quanto para o Sudeste e Sul ($gl=18$) são estatisticamente significativos, pois seus valores no modelo 1 são maiores que o do F crítico, sendo 15,5; 26,3 e 19,5. No modelo 2 os valores são 21,7; 27,5 e 20,2. E no modelo 3, 11,2; 20,8 e 12,5, todos os valores respectivos a cada região em 2005.

Quanto ao coeficiente de determinação R² pode ser observado que no modelo 1 o valor no Nordeste e Sul é igual a 68% e Sudeste 74%. No modelo 2, a média de explicação das variáveis pelo R² é de 73% para as três regiões. Já no modelo 3, observa-se o R² mais baixo, em relação aos outros modelos, para o Nordeste (61%), Sul (58%) e Sudeste (69%). Observando os testes dos resíduos, nota-se que nos dados utilizados para o Nordeste, Sul e Sudeste não há heterocedasticidade, autocorrelação.

A ênfase, nessa seção, é dada ao modelo 2, proposto no presente trabalho como alternativa ao modelo 1. O modelo 3 indica se os resultados podem ser ratificados por uma medida alternativa de mensuração da inovação.

O modelo 2 apresenta todas as variáveis explicativas com uma relação positiva com a dependente. Quanto à variável tamanho da empresa, nota-se a influência sobre a performance das firmas dos setores em 5,2% (Nordeste) e 10,8% (Sudeste) a cada crescimento em 10% daquela. Apenas no caso da região Sul, a variável tamanho não aparece significativa na regressão. Avaliando a significância das variáveis, nota-se que nesse modelo o teste F também é estatisticamente significativo para as três regiões. O R² continua significativo e apresentou um aumento para as três regiões.

Analisando-se a variável que calcula o dispêndio em inovação, pode ser visto que os estimadores das três regiões são significativos ao nível de 5%, ratificando os resultados obtidos anteriormente na análise com os dados para o conjunto da economia brasileira. Um aumento do gasto médio em inovação de 10% gera um crescimento da performance das empresas industriais de 3,9% no Sudeste, de 8,1% no Sul e 9,7% no Nordeste. Isso mostra que na região Nordeste, os efeitos dos dispêndios em inovação sobre a performance das empresas industriais são potencialmente maiores.

Desse modelo, pode-se concluir que houve significância nos dados e variáveis, de forma que o tamanho e valor médio investido em inovação geram um efeito positivo na performance das firmas. Nesse modelo também observa-se que as empresas do Sudeste têm seu desempenho influenciado mais pelo tamanho destas. Já no Nordeste, o efeito do montante médio de investimentos em inovação é maior que nas demais regiões estudadas. Dessa forma, observa-se que mesmo sendo mais reduzido o gasto com inovação na região Nordeste, a consequência deste é potencialmente maior em termos do impacto que provoca na performance das empresas.

5 Conclusão

A importância da inovação tem sido ressaltada na literatura econômica, sobretudo a partir da perspectiva neoschumpeteriana, abordando temas relacionados a políticas públicas de apoio e gestão da inovação em empresas. A perspectiva desse

trabalho buscou analisar a estratégia dos investimentos em inovação como fator de influência na performance das empresas, controlando-se pelo tamanho, a partir da concepção do modelo Estrutura-Condução-Desempenho.

A análise empírica foi realizada para setores da indústria de transformação industriais, a partir do modelo econométrico proposto por Becker e Dal Bosco (2011). Quanto aos resultados gerais das regressões para cada modelo, percebeu-se que houve uma concordância entre a teoria e a análise empírica, pois a inovação e o tamanho explicaram positivamente o desempenho das indústrias nos três anos estudados para o Brasil, e para as três regiões. Os testes de significância e de resíduos foram significativos e as variáveis com alto valor de confiabilidade, rejeitando-se a hipótese de que há um resultado negativo sobre a performance.

Em relação ao modelo de Becker e Dal Bosco (2011), foram propostos avanços envolvendo três aspectos: i) análise para três tipos de modelos, a partir de diferentes definições na variável inovação, ii) ampliação da análise para o Brasil, com aumento da base de dados, que inclui 2003 e 2008, e utilização do modelo em painel, e iii) realização da análise em perspectiva regional, considerando as regiões Sudeste, Sul e Nordeste.

Em relação ao primeiro aspecto, o modelo 1 segue a proposta de Becker e Dal Bosco (2011), onde a variável inovação é definida em termos dos dispêndios, em relação ao total de empresas inovadoras. O modelo 2 proposto também define a inovação a partir dos dispêndios, mas em relação ao total de empresas. Já no modelo 3 a inovação é definida a partir da quantidade de empresas inovadoras em relação ao total. Embora tenha a limitação de não considerar valor, foram feitas estimativas desse modelo para fins de comparação. Para o modelo 2, que considera os valores de dispêndio, esperava-se maior consistência nos resultados. A ideia é que ao considerar não apenas as empresas inovadoras, mas o total de empresas do setor, a variável inovação tenderia a ser superestimada, como no modelo 1.

Considerando o segundo aspecto, observa-se que as estimativas em *cross section* não confirmaram, no modelo 3, os resultados dos de-

mais modelos para o ano de 2003. No caso do modelo 2, os resultados foram similares aos do modelo 1, proposto por Becker e Dal Bosco (2011). Porém, para as estimativas em painel, os resultados do modelo 1 não se mantêm, ao contrário do observado no modelo 2, que confirma os resultados obtidos em *cross section*. O modelo 3 confirma os resultados obtidos com o modelo 2. Este modelo mostra que uma elevação no tamanho da empresa em 10% provoca um aumento no desempenho em 8,7%. E uma elevação nos dispêndios com inovação em 5,5%. Ou seja, a estratégia de investir em inovação influencia positivamente o desempenho das empresas industriais. Os setores que mais tiveram destaque, no Brasil, no período estudado, foram: i) fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias ii) fabricação de produtos alimentícios e bebidas, iii) fabricação de produtos químicos.

A análise regional mostra que a estratégia de investimento em inovação tem influência positiva nas empresas industriais de todas as regiões estudadas. Ressalte-se que os efeitos observados para a região Nordeste superam aqueles das regiões Sul e Sudeste. Utilizando o modelo 2, que apresentou estimativas mais consistentes nas regressões realizadas na análise para o Brasil, observam-se estimador de 0,97 para a região Nordeste, 0,81 para a região Sul e 0,39 para a região Sudeste. Desse modo, embora haja um investimento em inovação menor, em termos absolutos, na região Nordeste, os efeitos sobre a performance das empresas industriais são potencialmente maiores.

Os achados apresentados colocam uma perspectiva para novas investigações nessa temática, por exemplo, ampliando a análise regional com dados em painel. De todo modo, os resultados obtidos sugerem uma perspectiva favorável para que as empresas industriais utilizem a estratégia de investir mais em atividades que visem à geração de inovações tecnológicas, por meio de P&D. No caso especialmente das pequenas e médias empresas, esse processo pode envolver interações com outras empresas, universidades e institutos de pesquisa, compartilhando conhecimentos através da participação nos sistemas de inovação local e regional.

Referências

ARAUJO, B. C. P. O.; SILVA, A. M. A. microeconomia do crescimento de empresas industriais e inovação tecnológica: evidências para o Brasil e 7 países europeus. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA – ANPEC, 35., 2007, Recife. **Anais...** Recife: Anpec, 2007.

BECKER, M. M.; DAL BOSCO, M. R. A importância do investimento em inovações e da dimensão da estrutura produtiva das empresas para o seu desempenho: uma análise da indústria de transformação brasileira. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 5., 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação de Pesquisadores de Economia Catarinense, 2011.

BITTENCOURT, P. F.; CAMPOS, R. R. Processos de aprendizagem de empresas inovadoras em aglomerações produtivas: uma análise exploratória dos dados da Pintec para Santa Catarina. **Revista Nova Economia**, Belo Horizonte: v. 18, n. 3, p. 471-499, set./dez. 2008.

BOTELHO, M. R. A.; CARRIJO, M. C.; KAMASAKI, G. Y. Inovações, pequenas empresas e interações com instituições de ensino/pesquisa em arranjos produtivos locais de setores de tecnologia avançada. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro: v. 6, n. 2. p. 331-371, jul./dez. 2007.

BRITO, E. P. Z.; BRITO, L. A. L.; MORGANTI, F. Inovação e desempenho empresarial: lucro ou crescimento. **RAE-Eletrônica**, São Paulo: v. 8, n. 1, p. 1-24, jan./jun. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-56482009000100007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 27 ago. 2011.

CÁRIO, S. A. F. Contribuição do paradigma microdinâmico neoschumpeteriano à teoria econômica contemporânea. **Revista Textos de Economia**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 155-170, 1995.

CÁRIO, S. A. F.; PEREIRA, F. C. B. **Inovação e desenvolvimento capitalista: referências histórica e conceitual de Schumpeter e dos neoschumpeterianos para uma teoria econômica dinâmica**. Florianópolis: UFSC, Departamento de Ciências Econômicas: 2001. (Texto de Discussão, 12).

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. (Orgs.) **Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul**. NT 28/99. Brasília: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), 1999. Disponível em: <www.ie.ufrj.br/redesist/P1/texto/NT28.PDF>. Acesso em: 10 fev. 2011.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Makron Books do Brasil, 2000. 846 p.

GUJARATI, D.; POTER, D. **Econometria básica**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 920p.

FORBES, K. J. A reassessment of the relationship between inequality and growth. **American Economic Review**, USA, v. 90, n. 4, p. 869-887, sep. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria). 2008. **Pesquisa de inovação tecnológica 2008 e pesquisa industrial anual 2008**. Dados. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/>. Acesso em: 09 ago. 2011.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E. Novas políticas na era do conhecimento: o foco em arranjos produtivos e inovativos locais. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 17, p. 5-29, set. 2003.

LOUZADA, L. C. **Relação entre barreiras de entrada e o retorno empresarial no mercado brasileiro a partir de dados das demonstrações contábeis**. 2004. 143 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade com Ênfase em Finanças) – Fundação Instituto Capixaba de Pesquisa em Contabilidade, Economia e Finanças – FUCAPE, Vitória - ES, 2004.

MACEDO, P. B. R.; ALBUQUERQUE, E. M. **P&D e tamanho da empresa: evidência empírica sobre a indústria brasileira.** Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 1997. (Texto para discussão, 117).

MENDONÇA, E. C.; LIMA, M. A. M. Estrutura de mercado e desempenho na indústria de transformação brasileira: uma análise utilizando medidas diretas de eficiência. In: EVENTOS REALIZADOS IPEA, 13 de maio 2009, Rio de Janeiro. **Seminário...** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2009. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br/datacenterie/pdfs/seminarios/pesquisa/texto2804.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2011.

PROCHNIK, V.; ARAÚJO, R. D. Uma análise do baixo grau de inovação na indústria brasileira a partir do estudo das firmas menos inovadoras. In: NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras.** Brasília: IPEA, 2005. p. 193-251.

RIOS, J. A. D.; PINTO, J. S. A inovação nas empresas e seu processo de mensuração. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 1., 2004, Rezende. **Anais...** Rezende: SEGET, 2004. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/artigos2004.php>>. Acesso em: 18 nov. 2010.

SCHERER, F. M; ROSS, D. **Industrial market structure and economic performance.** USA: Houghton Mifflin Company, 1990.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico.** São Paulo: Abril Cultural; Nova Cultural, 1982. 169 p. (Os economistas).

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Notas sobre o modelo schumpeteriano e suas principais correntes de pensamento. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 5, n. 10, p. 107-126, 1998.

ANEXO A – Empresas inovadoras e não inovadoras nos dados gerais da pesquisa industrial anual e da pesquisa de inovação tecnológica - Brasil – 2008

Atividades selecionadas da indústria e dos serviços	Número de Empresas	Pessoal Ocupado	Dispêndios realizados pelas empresas inovadoras nas atividades inovativas (1)		Receita Líquida de Vendas (RLV) (1000 RS)	Custos das Operações Industriais (COI) (1000 RS)
			Número de empresas	Valor (1 000 RS)		
Indústrias de transformação	98.420	6.852.023	30.291	43.231.063	166.202.3211	907.888.379
Fabricação de produtos alimentícios	11.723	1.308.081	3.640	5.823.511	279.282.136	169.601.594
Fabricação de bebidas	889	126.022	261	894.340	39.672.481	16.156.215
Fabricação de produtos do fumo	62	19.639	15	164.984	10.884.538	4.947.661
Fabricação de produtos têxteis	3.532	284.073	992	730.823	28.901.861	17.240.393
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	14.746	545.628	3.880	426.592	23.510.698	13.943.053
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	5.111	369.589	1.252	562.641	23.960.568	13.530.059
Fabricação de produtos de madeira	5.249	191.837	824	485.540	16.388.177	9.344.590
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	2.138	181.303	478	1.078.392	48.654.239	25.540.769
Impressão e reprodução de gravações	2.862	86.791	1.215	464.534	10.514.511	4.621.329
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	286	248.305	100	2.766.440	195.959.076	54.666.759
Fabricação de produtos químicos	3.064	256.841	1.424	4.279.988	170.839.326	111.267.796
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	495	93.955	301	1.467.316	29.992.116	9.909.394
Fabricação de artigos de borracha e plástico	6.461	355.586	1.851	1.692.755	58.189.535	35.923.440
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	7.861	344.742	1.986	1.135.807	48.281.422	24.449.514
Metalurgia	1.675	235.514	486	3.708.519	141.112.163	84.633.864
Fabricação de produtos de metal	10.106	439.440	3.509	1.718.863	60.133.587	34.954.067
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.466	161.969	731	1.984.210	60.006.988	37.151.169
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1.938	216.853	818	1.371.658	51.802.108	28.972.793
Fabricação de máquinas e equipamentos	5.551	371.394	2.424	2.574.721	85.531.494	49.869.690
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	2.638	478.688	1.116	7.135.313	205.356.230	120.241.608
Fabricação de outros equipamentos de transporte	500	91.730	100	1.638.868	32.219.201	20.437.843
Fabricação de móveis	5.116	196.485	1.525	451.168	17.213.981	10.643.798
Fabricação de produtos diversos	2.607	126.387	843	504.336	12.422.779	5.291.252
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	2.343	121.173	520	169.743	11.193.996	4.549.729

Fonte: IBGE (2008)

Nota: Elaborado a partir do artigo de Becker e Dal Bosco (2011).

A EFICIENCIA DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO BRASIL: UMA ANÁLISE SOBRE A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO

The efficiency of technological innovation in Brazil: an analysis about manufacturing industry

Phelipe André Matos Cruz

Mestrando em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Pará. E-mails: phelipe@ufpa.br; phelipeamc@gmail.com.

Márcia Jucá Teixeira Diniz

Estágio Pós-Doutoral (Research Scholar) in Center Latin American Studies at University of Florida/EUA. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Prof.^a do Programa de Pós-Graduação em Economia e da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Pará/Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. E-mail: marciadz2012@hotmail.com.

André Luiz Ferreira e Silva

Doutorando e mestre em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia/PPGE/UFPA. Prof. da Faculdade de Administração do Instituto de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Pará. E-mail: andreluiz@ufpa.br.

Marcelo Bentes Diniz

Estágio Pós-Doutoral (Research Scholar) in Center Latin American Studies at University of Florida/EUA. Doutor em Economia pelo CAEN (Universidade Federal do Ceará). Prof. do Programa de Pós-Graduação em Economia e da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Pará/Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. E-mail: mbdiniz2007@hotmail.com.

Resumo: Este artigo avalia os impactos de investimentos em inovação sobre a eficiência econômica da indústria de transformação no Brasil. Para tal análise, a taxa de participação, em termos da receita líquida, é a variável-chave das empresas que inovam em 23 setores selecionados. Os dados advêm da Pesquisa de Inovação Tecnológica do IBGE (PINTEC), de 1998 a 2011. Utiliza-se o Modelo de Fronteira Estocástica, que estima a eficiência produtiva das empresas, controlando a introdução de inovações. Os resultados apontaram *Fabricação de produtos alimentícios; Fabricação de bebidas e Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis* como setores mais eficientes, pois estimularam sua receita líquida através da inovação. *Fabricação de produtos diversos; Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos; Fabricação de outros equipamentos de transporte* foram classificados como menos eficientes. Sinteticamente, a eficiência econômica dos setores melhor ranqueados se deveu ao relativo imediatismo do retorno financeiro das inovações incrementais.

Palavras-chave: Eficiência Econômica; Fronteira Estocástica; Inovação Tecnológica.

Abstract: This article evaluates the impacts of investments in innovation on the economic efficiency of the manufacturing industry in Brazil. For this analysis, the participation rate, in terms of net revenue, is the key variable of companies that innovate on 23 selected sectors. The data came from the Pesquisa de Inovação Tecnológica do IBGE (PINTEC), from 1998 to 2011. We used the Stochastic Frontier Model, which estimates the productive efficiency of enterprises, controlling the introduction of innovations. The results showed *Manufacture of food products; Juices and Manufacture of coke, oil products and biofuels* as more efficient sectors, as encouraged its net revenue through innovation. *Manufacture of various products; Manufacture of machinery, appliances and equipment; Manufacture of other transport equipment* were classified as less efficient. In summary, the economic efficiency of best-ranked sectors was due to the relative immediacy of financial returns from incremental innovations.

Key words: Economic Efficiency; Stochastic Frontier; Technical Innovation.

1 Introdução

Já é consagrado na literatura econômica que empresas inovadoras aceleram a difusão do conhecimento técnico e tácito, especializam-se (acumulam *know-how*) e combinam sua rotina produtiva às estratégias de mercado, beneficiando-se cumulativamente. Consequentemente, firmas com esse tipo de aperfeiçoamento alcançam não exclusivamente lucros extraordinários, mas a liderança e/ou permanência no mercado em que estão (NELSON; WINTER, 1982; DOSI, 2006).

Na corrida por esse nível de eficiência, as firmas buscam se diferenciar continuamente, pois conhecem o processo competitivo. Schumpeter (1982) foi um dos primeiros economistas a reconhecer isso, quando relatou que a inovação é a fonte do lucro capitalista e o motor do “desenvolvimento” econômico.

Há várias abordagens teóricas sobre o tema; algumas, inspiradas em economias externas, a partir de efeitos de escala dos fatores sobre a produtividade, como sugeridas por Marshall (1988), ou em externalidades geradas pelo acúmulo do conhecimento, como mencionadas por Romer (1986) em *Economia das Ideias*. Existem, ainda, autores que destacam a diversidade da estrutura produtiva industrial como fonte da inovação. Assim, Jacobs (1969) sustentou que economias industriais diversificadas oferecem melhores condições para as inovações técnicas, devido gerarem economias externas, as quais são responsáveis pela difusão da “imitação”, bem como facilitam a interação entre firmas e atraem força de trabalho qualificada.

Contudo, há um debate teórico acerca dos impactos da inovação sobre os mercados e a estrutura produtiva industrial (NELSON; WINTER, 1982; DOSI, 1991, 2006).

Por outro lado, existem estudos empíricos que atestam uma relação positiva entre investimentos em programas de P&D (pesquisa e desenvolvimento) e melhoram no desempenho das firmas (MANSFIELD, 1962, 1984; GRILICHES, 1984; NADIRI, 1993; MALERBA; ORSENIGO, 1995; KLETTE; KORTUM, 2004).

Em economias em desenvolvimento, como a brasileira, estratégias de inovação viraram rotina nas empresas, especialmente das que compõem a *indústria de transformação (IT)*; as inovações

para a competitividade das firmas se revelam nos indicadores de desempenho dos setores industriais.

Segundo a PINTEC, a taxa de participação das empresas inovadoras (entre os 23 principais setores da IT brasileira) passou de 35,6%, em 2000, para 37,7%, em 2011, mantendo-se praticamente estável. No entanto, a taxa de participação dos dispêndios em atividades internas de P&D passou de 15,6% para 29,6% no mesmo período. Em 2011, foram aplicados R\$ 49,7 bilhões em inovação – destes, R\$ 14,7 bilhões foram investimentos diretos em P&D.

Mas existem outros questionamentos sobre como as inovações atuam na indústria brasileira. De Negri e Freitas (2004), por exemplo, investigaram se a inovação é determinante das exportações das firmas no Brasil. Já Montenegro, Gonçalves e Almeida (2011) investigaram como o grau de especialização e diversidade industrial afeta o desempenho inovador regional. Enquanto Mendes, Lopes e Gomes (2012), a partir de um índice de eficiência no DEA (*Data Envelopment Analysis*), avaliaram a eficiência dos dispêndios em inovação na IT brasileira, de 2003 a 2005. Recentemente, Alves, Gomes e Cavalcante (2014) avaliaram a importância da tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos para a produtividade das firmas brasileiras.

Este estudo busca responder: os impactos dos investimentos em inovação sobre o desempenho econômico; as características da eficiência econômica nas atividades produtivas selecionadas; a fonte de (in)eficiência associada à capacidade inovadora. Para isso, estima-se, em painel de dados, uma *fronteira estocástica (FE)* de possibilidades de produção para as atividades selecionadas. A dimensão transversal do painel é composta por 23 setores; a temporal é a mesma da divulgação da PINTEC (IBGE): 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005, 2006-2008 e 2009-2011. Com as estimativas da FE, é possível comparar o *gap* entre *produtividade potencial* e *produtividade efetiva*; sua magnitude é o grau de ineficiência econômica de cada setor. Uma vantagem metodológica é a possibilidade de comparar o desempenho de setores heterogêneos, pois a produtividade setorial varia com padrões tecnológicos, estratégias empresariais e ambiente competitivo.

O artigo está dividido em 5 sessões; além des-

ta introdução, a próxima apresenta a Economia Evolucionária e avalia a importância das instituições para a inovação industrial. Faz-se, ainda, um breve relato de pesquisas sobre inovação e eficiência em setores industriais. A sessão 3 explica a metodologia utilizada neste estudo. A sessão 4 apresenta e analisa os principais resultados. Por último, há as considerações finais.

2 Economia evolucionária

Sob o escopo da Economia Evolucionária, as inovações técnicas estão numa dinâmica contínua e cumulativa, isto é, na busca por lucros extraordinários, a ideia é se diferenciar tecnológica e mercadologicamente. Nesta perspectiva, o foco é a resposta empresarial e industrial para mudanças mercadológicas e econômicas. As firmas são influenciadas pelo ambiente, adaptando suas decisões (NELSON; WINTER, 1982).

Como Freeman (1994), os evolucionários (neoschumpeterianos) criticam Schumpeter, que centralizou sua análise nas inovações “radicais” (que provocam descontinuidades na trajetória tecnológica), conferindo papel secundário à imitação e difusão, pelas quais se processam as “inovações incrementais”, muito destacadas em trabalhos da corrente evolucionária, como de Rosenberg (1976) ou Pavitt (1984).

Neste modelo, as firmas empreendem em inovação e imitação em função do seu tamanho e sua posição face às empresas na fronteira tecnológica. A estrutura de mercado – em produção, dimensão e concentração – é uma variável endógena, determinada em função das mudanças tecnológicas. A concentração industrial se dá através da relação positiva entre as oportunidades tecnológicas e a dificuldade de imitação (NELSON; WINTER, 1982; DOSI, 1991, 2006).

As diferentes combinações produtivas implicam diferentes oportunidades e capacidades tecnológicas. As capacidades tecnológicas se vinculam aos processos produtivos de cada setor. O padrão tecnológico se ajusta aos esquemas de recurso e produção (CIMOLI; DOSI; STIGLITZ, 2008).

O aprendizado tecnológico apresenta ações políticas determinantes à inovação, classificadas como incentivos, mercado de fatores e instituições – principalmente, de investimento; da descoberta científica à criação de novos produtos ou

processos (ROSENBERG e MOWERT, 2005; GONÇALVES; YONAMINI, 2013).

As instituições¹ amparam a tecnologia industrial em educação, treinamento, padrões, extensão técnica, P&D, crédito de longo prazo e informação técnica. Pressupõe-se que a “institucionalização” da economia beneficia sua interatividade rumo à eficiência. A institucionalização da inovação organiza a produção intelectual para aplicar seus resultados adequadamente nos setores produtivos (ROSENBERG, 2006; ROSENBERG; MOWERT, 2005).

Para que as atividades da IT elevem sua eficiência, fazem-se necessárias instituições reguladoras e regulamentadoras das ações dos agentes, beneficiando a ciência e a indústria; impondo regras, fortalecendo a organização industrial. As atividades “fracas”, por não resistirem, perdem percentagens de mercado ou desaparecem, ampliando a capacidade das “consolidadas”. (ROSENBERG; MOWERT, 2005).

Contudo, existe discordância sobre *eficiência econômica*. A abordagem *mainstream* a esclarece em dois conceitos: *eficiência alocativa* e *eficiência técnica*. O primeiro assume os preços como principais responsáveis pela alocação dos recursos em mercados competitivos; o segundo corresponde à eficiência na utilização dos insumos para cada nível de produto (melhor aplicação tecnológica). Todavia, a abordagem *neoschumpeteriana* nega essas definições, devido conduzir a uma condição de equilíbrio geral (*bem-estar de Pareto*). Conforme essa corrente, devido à inovação evoluir, não há ajuste para o equilíbrio; o desequilíbrio é a norma do sistema capitalista, uma vez que resulta do processo competitivo (POS-SAS, 2004).

¹ Segundo North (1990), as instituições são formadas por restrições formais – regras, leis e constituições – e informais – normas de comportamento, convenções e formas de conduta – e suas imposições características. Juntas, definem a estrutura de incentivos para as sociedades e economias, tendo como demais fatores positivos o fato de reduzirem os custos de transação e a incerteza que governam o ambiente econômico. Ostrom (2008) considerou as instituições como representações de organizações socialmente constituídas, mas, ao mesmo tempo, entende que podem ser analisadas como um conjunto de regras, normas e estratégias adotadas por indivíduos que operam dentro ou entre estas organizações (OSTROM, 2008).

3 Inovação & eficiência: estudos de caso

De Negri e Freitas (2004) demonstraram que a inovação técnica é determinante para as exportações das firmas no Brasil. Entre seus resultados, um indica que as empresas inovadoras têm 16% mais chances de exportar em relação às “atrasadas”. Esse resultado é importante para o objetivo deste trabalho. Pode-se intuir que empresas com maior probabilidade de exportar, em função de suas inovações, são mais eficientes e, portanto, geram efeitos positivos em seus setores.

Conceição (2007) analisou a inovação no setor de alimentos (exportações, níveis de emprego e novas exigências sobre produtos alimentares seguros – *food safety*). Seus resultados, relacionados aos objetivos deste artigo, ditam que consumidores motivam as inovações; investimento em qualificação técnica também é decisivo para a exportação (Conceição, 2007). Como será visto nos resultados deste artigo, o setor alimentício apresentou maior eficiência em inovação tecnológica.

No artigo de Balteiro et al. (2006), a análise se voltou à relação entre eficiência produtiva e inovação na indústria de derivados de madeira (madeira e produtos de madeira; papel e celulose; e móveis de madeira) da Espanha. A metodologia utilizada (DEA e Regressão Logística) constatou a inexistência de ligações significativas entre eficiência e inovação nas empresas. Segundo os autores, no que tange às estratégias de inovação, houve baixa prioridade na aquisição de tecnologia incorporada, disponível nos mercados internacionais, por parte dos laboratórios empresariais de P&D. Como mostrará este artigo, no Brasil, esse setor está entre os que menos inovam, traduzindo-se em baixa eficiência.

A indústria de alta tecnologia da China – especialmente, a indústria de computadores e atividades relacionadas –, segundo Jing (2010), apresenta alta eficiência de inovação, diferentemente da indústria de fabricação de equipamentos. Segundo o autor, é evidente que os setores que apresentam empresas de capital estrangeiro geram maiores lucratividades. No que se refere a este trabalho, o setor nacional similar: *fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos* é o quinto setor que mais inova, apesar de não apresentar nível de eficiência significativo. Enquanto o similar nacional do setor de fabricação de equipa-

mentos – *fabricação de máquinas e equipamentos* – é o quarto que mais inova, ainda que apresente níveis de eficiência significantes.

Para Benner e Tushman (2002), as atividades de gestão impactam positivamente sobre a inovação. A hipótese da pesquisa é que a evolução organizacional e de aprendizagem pode reduzir a volatilidade das rotinas organizacionais, aumentando a inovação incremental, em detrimento das inovações radicais. Os resultados nos setores de tintas e fotografias, com dados de 20 anos referentes a patentes e certificados ISO 9000, mostraram que sua hipótese estava correta: as atividades de gestão foram associadas ao aumento em ambas as inovações (incrementais e radicais), baseadas em conhecimentos da própria firma.

4 Modelo empírico

O desempenho econômico setorial é uma representação da produtividade total dos fatores (PTF) da firma mediana que integra o i -ésimo setor da IT brasileira. A produtividade resulta de combinações entre produtos e insumos; a eficiência econômica é associada à produtividade, a qual recebe a seguinte interpretação: quanto mais próximo/distante o produto efetivo estiver do produto potencial, mais eficiente/ineficiente é o desempenho econômico de dado setor $i = \{1, \dots, N\}$. O produto potencial é um ponto ótimo desejável, mas sujeito a flutuações ocasionadas por choques estocásticos. Via de regra, a otimização é *dual*, pois o produto máximo pode ser obtido em termos de possibilidade de produção ou pela minimização dos custos. O primeiro caminho condiz à “eficiência técnica”, porque revela a capacidade individual de maximizar o nível de produto, dado um conjunto de recursos e a tecnologia disponível. O segundo condiz à “eficiência alocativa”, pois permite comparar o custo de oportunidade da alocação dos recursos.

Na abordagem tradicional de eficiência, a medida de produtividade potencial resulta de uma combinação de recursos que revela a melhor prática; na linguagem de Farrell (1957), é a produção de fronteira (o máximo de produto obtido, dados os insumos). Assim, uma fronteira de eficiência traduz uma condição ótima de Pareto, em que nenhuma ordenação diferente entre múltiplos recursos produz um resultado melhor, quando comparado ao produto fronteiro.

A partir do trabalho de Farrell (1957), vários

modelos visaram estimar fronteiras de eficiência e as abordagens se concentram sobre duas perspectivas metodológicas: a paramétrica e a não paramétrica.

Na abordagem paramétrica, há imposição de uma função de produção à tecnologia. Desenvolveu-se a partir dos estudos de Aigner e Chu (1968), Afriat (1972), Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977). Os modelos paramétricos se subdividem em dois grupos: modelos com fronteira determinística e com fronteira estocástica. A diferença está na hipótese ao termo de erro da função de produção.

O modelo de fronteira determinística pressupõe que toda fonte de ineficiência deva ser atribuída a fenômenos que podem ser controlados pela firma mediana. O termo de erro possui uma distribuição unilateral e não simétrica, conforme destacaram Aigner e Chu (1968) e Afriat (1972).

Pela flexibilidade dessa hipótese, os modelos de fronteira estocástica, em que o termo de erro, foi decomposto em dois componentes: um termo de erro unilateral com as mesmas características dos modelos determinísticos; e outro termo de erro simétrico puramente aleatório. Este último tem o papel de capturar o efeito dos fenômenos externos (exógenos) ligados a eventos que fogem ao controle da firma. Assim, o termo de erro dos modelos de fronteira estocástica é um composto, porque ele representa a união de dois tipos de erro (unilateral e simétrico). Os modelos de fronteira estocástica ganharam importância com os trabalhos de Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977).

4.1 Modelo de fronteira estocástica

Os modelos de fronteira estocástica desenvolvidos por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977) permitiam comparar apenas as diferenças individuais, ignoravam, portanto, a trajetória temporal da ineficiência. A nova geração de modelos trata o problema da fronteira de eficiência sob a estrutura de dados em painel, o que torna possível captar o efeito da ineficiência ao longo do espaço i e do tempo t . Nesse contexto, destacam-se os estudos de Kumbhakar e Lovell (2000); Kumbhakar (2003); e, Coelli, et al. (2005).

De acordo com Kumbhakar e Lovell (2000), a hipótese subjacente aos modelos de fronteira estocástica é considerar que cada firma produz menos

que potencialmente poderia, devido a um certo grau de ineficiência. Assim, o produto total pode ser representado por:

$$q_{it} = f(X_{it}, \beta) \zeta_{it} \quad (01)$$

em que, ζ_{it} é o termo de erro que representa o grau de eficiência da firma mediana $i = \{1, \dots, N\}$, no tempo $t = \{0, \dots, T\}$. Esta variável assume valores entre $0 < \zeta_{it} \leq 1$. Se $\zeta_{it} = 1$, então a firma tem a capacidade de incorporar toda fonte de eficiência na função de produção $f(X_{it}, \beta)$. Se $\zeta_{it} < 1$, então existe um certo grau de ineficiência que afeta diretamente a função de produção $f(X_{it}, \beta)$. X_{it} é uma matriz de variáveis explicativas que contém dados dos recursos utilizados no esforço de inovativo e β é um vetor com os coeficientes técnicos que representam a importância (elasticidade) de cada insumo na composição de produto q_{it} .

Devido ao produto assumir valores positivos ($q_{it} > 0$) o grau de eficiência técnica também é positivo ($\zeta_{it} > 0$); além disso, o produto está sujeito a choques (v_{it}) que fogem ao controle da firma. Dessa forma, a definição (01) passa a ser representada por:

$$q_{it} = f(X_{it}, \beta) \zeta_{it} \exp(v_{it}) \quad (02)$$

Aplicando o logaritmo natural em ambos os lados da sequência (2), tem-se:

$$\ln\{q_{it}\} = \ln\{f(X_{it}, \beta)\} + v_{it} - u_{it} \quad (03)$$

em que, $\ln(\zeta_{it}) = -u_{it}$ é a taxa de ineficiência técnica, um componente não negativo. Perceba que à medida que ζ_{it} se aproxima de 1, u_{it} tende para 0; assim, menor será o efeito da ineficiência sobre o crescimento do produto.

Para obter estimativa consistente do vetor β , é preciso conhecer a forma da função densidade probabilidade (FDP) dos termos v_{it} e u_{it} . De acordo com Kumbhakar e Lovell (2000), o termo simétrico v_{it} segue a forma de FDP Normal, logo, segue independente e identicamente distribuído com média 0 e variância constante, σ_v^2 :

$$\text{iid} \quad v_{it} \sim \mathcal{N}(\mu, \sigma_v^2) \quad (04)$$

Esta hipótese se sustenta na premissa de que condições ambientais favoráveis e desfavoráveis são igualmente prováveis.

Já o termo u_{it} não negativo e assimétrico segue trajetória semelhante de uma FDP Normal Truncada, com corte em 0. Esta função depende de dois

parâmetros desconhecidos a média μ e a variância σ_u^2 , além disso, espera-se que os u_{it} sejam independentes e identicamente distribuídos,

$$u_{it} \sim N^+(\mu, \sigma_u^2) \quad (05)$$

Havendo violação das hipóteses (04) e (05), algumas restrições podem ser impostas ao modelo (03). Uma delas é admitir que o termo $u_{it} = u_i$ é invariante ao longo do tempo, o que levaria automaticamente admitir

iid

$$u_i \sim N^+(\mu, \sigma_u^2) \quad (06)$$

Além disso, u_i e v_{it} devem se distribuir independente um do outro e das covariáveis X_{it} . Esta especificação chama-se *modelo de ineficiência com tempo invariante*. Significa dizer que a trajetória da ineficiência é estacionária ao longo do tempo e o termo u_i pode assumir o papel do *efeito fixo* ou *efeito aleatório*.

Mas se a ineficiência não for estacionária, é possível estimar um *modelo de ineficiência com tempo variante*, em que o termo u_i sofre a influência de uma $f(t)$, que representa a trajetória intertemporal da ineficiência técnica. Os autores Rao et al. (2005) sugerem a seguinte forma para $f(t)$,

$$u_{it} = f(t) u_i = \exp\{\eta(t - T_i)\} u_i \quad (07)$$

em que, $(t - T_i)$ representa a diferença entre o tempo presente t o tempo passado T_i , a qual é ponderada pelo parâmetro de decaimento η . Quanto maior for o valor absoluto de η maior será o peso atribuído ao erro do passado recente, sobre a correção de qualquer grau de ineficiência do tempo presente.

Alguns autores sugerem outras distribuições para o termo erro da ineficiência.

Aigner, Lovell e Schmidt (1977) propuseram a distribuição Half-Normal não negativa:

iid

$$u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2) \quad (08)$$

e mais recentemente, Greene (1990) sugeriu a distribuição Gamma, $u_i \sim G(\theta, P)$, que contém dois parâmetros desconhecidos, θ e $P > 0$.

Apesar de existir tantas formulações alternativas para u_i , o modelo Normal Truncada é o mais apropriado para a estrutura de um painel de dados, especialmente por ser computacionalmente mais eficiente. Além disso, como adverte Kumbhakar e

Lovell (2000), a escolha da distribuição de u_i tem impacto bastante reduzido sobre a inferência dos parâmetros da ineficiência, e por conseguinte, sobre as propriedades assintóticas de β . Isso ocorre porque a distribuição Normal Truncada é a generalização da Half-Normal. Assim, as estimativas dos parâmetros de interesse ($\beta, \sigma_u^2, \sigma_v^2, \mu$) podem ser condizidas pela método de Máxima Verossimilhança (ML).

$$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2 \quad (09)$$

Essa parametrização tem a vantagem de gerar a seguinte estatística,

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2} = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}, \quad 0 < \gamma < 1 \quad (10)$$

De acordo com Kumbhakar e Lovell (2000), a variância composta do modelo é extraída pela otimização da função log-verossimilhança e dada por,

Quando γ se aproxima de 0, significa que erros associados à ineficiência técnica tem participação reduzida sobre o valor esperado do produto potencial; por outro lado, quando γ se aproximar de 1, erros associados à eficiência técnica são dominantes e determinam os desvios do produto de fronteira. Portanto, via razão verossimilhança (*LR test*), testa-se a seguinte hipótese: $H_0: \gamma = 0$. Se a hipótese nula não puder ser descartada, então, atesta-se ausência de ineficiência; logo, os desvios em relação à fronteira de eficiência devem-se unicamente aos choques aleatórios, que fogem ao controle da firma. Mas se tal hipótese for descartada, então, há evidências de ineficiência e a firma poderia melhorar seu desempenho promovendo ajustes na alocação dos recursos inovativos.

Para obter o índice de eficiência técnica (ET) é preciso gerar uma estimativa para u_{it} , o que pode ser feito isolando o efeito da ineficiência no erro composto ($u_{it} - v_{it}$). Mas para isolar tal efeito é preciso aplicar as estimativas dos parâmetros, σ_u^2 e σ_v^2 , na FDP normal e na FDP normal acumulada.² Dados os u_{it} (para o caso do *modelo de ineficiência com tempo*

² Isolar o efeito marginal das componentes do erro composto $u_{it} - v_{it}$ foi objeto de estudo de Jondrow et al. (1982). De acordo com esse autores, dadas as hipóteses (04) e (06), as estimativas dos u_{it} podem ser obtidas pela média $E(u_{it})$ ou pela moda $M(u_{it})$ da distribuição condicional.

invariante), a estimativa da eficiência técnica é dada por:

$$ET_i = \xi_i = \exp(-u_{it}), \quad 0 < ET_i \leq 1 \quad (11)$$

À medida que o ET_i se aproxima de 1 (se aproxima de 0), mais próxima da plena eficiência (plena ineficiência) estará a firma i .

4.2 Estratégia de estimação, dados e variáveis

Empiricamente, propõe-se estimar duas especificações para a fronteira de eficiência *translog*, com expectativa de retornos constantes.³ A primeira considera que o crescimento do produto industrial depende inteiramente do esforço inovativo empreendido pela firma.

$$\ln(RLV_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(P\&D_{it}) + \beta_2 \ln(DINOV_{it}) + v_{it} - u_{it} \quad (12)$$

Em que, $\ln(RLV_{it})$ é a taxa de crescimento da receita de vendas líquida dos dispêndios realizados em atividades inovativas, uma *proxy* para o produto industrial. As variáveis explicativas $DINOV_{it}$ e $NINOV_{it}$ representam o esforço inovativo, cujas definições encontram-se a seguir. O coeficiente β_0 é uma constante e β_1 e β_2 medem a importância (elasticidade) de cada componente do esforço inovativo para o crescimento do produto industrial. O subscrito i identifica, de acordo com o código CNAE 2.0, cada setor da indústria de transformação (Tabela 1) e o tempo $t = \{2000, 2003, 2005, 2008, 2011\}$ condiz com o ano final do período de divulgação da PINTEC: 1998-2000, 2001-2005, 2006-2008 e 2009-2011. Os termos v_{it} e u_{it} foram definidos anteriormente.

De acordo com a PINTEC (2011), as atividades que as empresas empreendem para inovar foram agrupadas em dois tipos:

Atividades internas de P&D ($P\&D_{it}$) – Envolve pesquisa básica, aplicada ou desenvolvimento experimental. Compreende o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso destes conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados. O desenho, a

³ A forma funcional *translog* é um desdobramento da função Cobb-Douglas e segundo Aigner, Lovell e Schmidt (1977), esta função apresenta boa aderência aos dados.

construção e o teste de protótipos e de instalações-piloto constituem, muitas vezes, a fase mais importante das atividades de P&D. Inclui também o desenvolvimento de *software*, desde que este envolva um avanço tecnológico ou científico.

Outras atividades inovativas ($DINOV_{it}$) – Compreendem as seguintes categorias de investimento:

- 1) Aquisição externa de P&D – compreende as atividades descritas acima, realizadas por outra organização (empresas ou instituições tecnológicas) e adquiridas pela empresa;
- 2) Aquisição de outros conhecimentos externos – Compreende outros conhecimentos externos como transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de *know-how* e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, para que a empresa desenvolva ou implemente inovações;
- 3) Aquisição de *software* – Compreende a aquisição de *software* (de desenho, engenharia, de processamento e transmissão de dados, voz, gráficos, vídeos, para automatização de processos, etc), especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados.
- 4) Aquisição de máquinas e equipamentos – Compreende a aquisição de máquinas, equipamentos e *hardware*, especificamente comprados para a implementação de produtos ou processos novos ou substancialmente aprimorados.
- 5) Treinamento – Compreende o treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados externos.
- 6) Introdução das inovações tecnológicas no mercado – compreende as atividades de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de produto novo ou aperfeiçoado, podendo incluir pesquisa de mercado, teste de mercado e publicidade para o lançamento. Exclui a construção de redes de distribuição de mercado para as inovações.
- 7) Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição referem-se aos procedimentos e preparações

técnicas para efetivar a implantação de inovações de produto ou processo. Inclui plantas e desenhos orientados para definir procedimentos, especificações técnicas e características operacionais necessárias à implantação de inovações de processo ou de produto. Inclui mudanças nos procedimentos de produção e controle de qualidade, métodos e padrões de trabalho e software requeridos para a implantação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou aperfeiçoados, assim como as atividades de tecnologia industrial básica (metrologia, normalização e avaliação de conformidade), os ensaios e testes (que não são incluídos em P&D) para registro final do produto e para o início efetivo da produção.

Tabela 1 – Setores da indústria de transformação no Brasil

CNAE 2.0	Descrição do setor industrial
10	Fabricação de produtos alimentícios
11	Fabricação de bebidas
12	Fabricação de produtos do fumo
13	Fabricação de produtos têxteis
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro
16	Fabricação de produtos de madeira
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
18	Impressão e reprodução de gravações
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis
20	Fabricação de produtos químicos
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
22	Fabricação de artigos de borracha e plástico
23	Fabricação de produtos de minerais não metálicos
24	Metalurgia
25	Fabricação de produtos de metal
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
28	Fabricação de máquinas e equipamentos
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte
31	Fabricação de móveis
32	Fabricação de produtos diversos

Fonte: Elaboração dos autores a partir da Classificação da CNAE 2.0 (IBGE).

A segunda especificação é uma extensão da primeira, pois considera que fatores externos podem influenciar a produtividade industrial. Foram selecionadas duas variáveis para captar o efeito das economias externas geradas pelo sistema de inovação no Brasil: a taxa de crescimento do número de empresas que inovaram em produto e/ou processo ($NINOV_{it}$); e, a taxa de crescimento do número de pessoas ocupadas no setor de P&D ($POPD_{it}$). Esta especificação menos restrita é representada por:

$$\ln(RLV_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(P\&D_{it}) + \beta_2 \ln(DINOV_{it}) + \beta_3 \ln(NINOV_{it}) + \beta_4 \ln(POPD_{it}) + v_{it} - u_{it} \quad (13)$$

Espera-se que todos os coeficientes do vetor β sejam estatisticamente significantes e maiores que zero.

5 Inovação & eficiência: principais resultados

Para efeito de comparações posteriores, calculou-se a taxa de inovação setorial, medida como a relação entre o número de empresas que praticaram inovações e o número de empresas naquele setor.

A Tabela 2 apresenta a taxa de inovação setorial para as industriais consideradas neste estudo, ordenada de forma decrescente, que permite comparar quais os setores que estão acima da média de todos os setores daquele ano considerado. Assim, no ano 2000 oito setores apresentaram uma taxa de inovação acima da média, no ano de 2003 baixou para sete setores, em 2005 mais uma vez oito setores, mantendo-se este número em 2008 e 2011.

Tabela 2 – Evolução da taxa de inovação setorial (%)

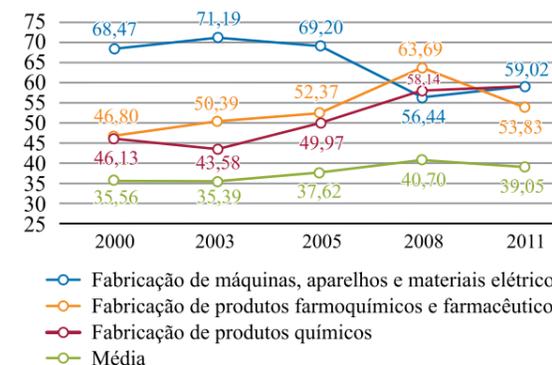
CNAE 2.0	2000	2003	2005	2008	2011	Média
27	68,47	71,19	69,20	56,44	59,22	64,90
21	46,80	50,39	52,37	63,69	53,83	53,42
20	46,13	43,58	49,97	58,14	59,07	51,38
28	48,17	41,00	45,73	46,45	44,28	45,13
26	44,45	43,51	39,35	50,99	41,31	43,92
30	43,66	27,42	34,77	36,09	65,35	41,46
19	33,64	34,93	50,10	45,87	38,06	40,52

CNAE 2.0	2000	2003	2005	2008	2011	Média
24	31,42	33,82	46,00	39,46	41,20	38,38
29	36,45	39,67	37,02	45,10	29,14	37,48
18	33,09	28,94	36,51	47,24	39,08	36,97
22	39,74	36,21	34,03	36,25	36,27	36,50
31	34,44	33,76	32,51	34,56	44,59	35,97
10	29,22	33,74	31,87	38,25	40,89	34,79
25	32,76	32,97	31,12	39,65	32,95	33,89
11	32,93	31,70	42,12	34,64	27,71	33,82
17	24,79	30,74	31,66	35,21	41,88	32,86
13	31,88	35,00	33,26	35,83	26,56	32,51
15	33,64	29,75	32,70	36,81	29,48	32,48
32	29,96	31,12	30,14	35,33	33,33	31,98
14	26,22	32,25	27,98	36,75	32,07	31,05
12	34,79	20,93	25,18	26,46	28,77	27,23
23	21,00	19,91	23,45	33,43	29,21	25,40
16	14,27	31,53	28,30	23,57	23,94	24,32
Média	35,56	35,39	37,62	40,70	39,05	37,67

Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados da PINTEC/IBGE 2000, 2003, 2005 e 2008.

Os setores 27 (fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos), 21 (fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos) e 20 (fabricação de produtos químicos) foram aqueles que apresentaram maior taxa de inovação entre os anos considerados, embora, com comportamentos bastante diferentes entre si em relação à média de todos os setores, como pode ser observado no Gráfico 1. Ademais, a média dessa taxa de inovações não apresenta um comportamento definido, ora crescendo, ora decrescendo em relação ao ano anterior no âmbito do período considerado.

Gráfico 1 – Comportamento dos setores de maior taxa de inovação nos anos 2000, 2003, 2005, 2008 e 2011



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados da Tabela 1.

A Tabela 3 apresenta os resultados das estimativas dos Modelos de Fronteira Estocástica, conforme as especificações das equações (12) e (13) como discutidas anteriormente. Como pode ser observado na Tabela, todos os coeficientes foram significantes estatisticamente a 5% na primeira especificação (MFE 12), enquanto na segunda especificação (MFE 13), a estimativa da variável que representa a taxa de crescimento do número de empresas que inovaram em produto e/ou processo ($NINOV_{it}$) foi significativa a 10% e variável a taxa de crescimento do número de pessoas ocupadas no setor de P&D ($POPD_{it}$) apresentou estimativa não significativa.

Tabela 3 – Estimativa dos parâmetros modelo de fronteira estocástica (MFE) com tempo invariante - estimador: máxima verossimilhança

Parâmetros	MFE (12)	MFE (13)
β_0	8.262* (1.0282)	8.506* (0.7729)
β_1	0.3161* (0.0602)	0.3103* (0.0657)
β_2	0.4478* (0.0811)	0.3312* (0.0885)
β_3		0.1319** (0.0719)
β_4		0.0930 (0.0800)
μ	0.7426* (0.4192)	0.8948* (0.3160)
σ^2	0.2696* (0.0975)	0.2905* (0.0935)
γ	0.6568* (0.1304)	0.7139* (0.1012)
σ_u^2	0.1771* (0.0974)	0.2074* (0.0942)
σ_v^2	0.0925* (0.0140)	0.0831* (0.0125)
$\sum_{i=1}^k \beta_k$	0.7638* (0.0608)	0.8665* (0.0761)
Teste Wald (χ^2)	173.69 [0.000]	235.17 [0.000]
$N \times T$	115	115

Fonte: Resultado da Pesquisa Elaborado pelos Autores. Stata 13
Nota: *,** significativa a 5% e 10%, respectivamente. O valor no parêntese é o desvio-padrão e entre colchetes é a probabilidade.

A relação entre o produto efetivo e o produto potencial, a partir dos escores de eficiência obtidos com a estimação da fronteira de produção estocástica

ca permite fazer comparações entre os setores mais e menos eficientes no período de análise, cujos resultados estão apresentados no Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 – Escores de eficiência técnica da indústria de transformação



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos resultados da estimação do modelo.

No que tange às especificações para a Fronteira de Eficiência *Translog*, percebeu-se que, dentre as atividades produtivas que compõem a indústria de transformação brasileira, *fabricação de produtos alimentícios, fabricação de bebidas e fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis* foram as mais eficientes tecnicamente (a eficiência técnica desses setores foi de $\xi_{10} = 0.8898$, $\xi_{11} = 0.7488$ e $\xi_{19} = 0.7246$, respectivamente). Esses setores tiveram o crescimento de suas receitas líquidas por meio de esforços empreendidos em atividades de inovação técnica – sobretudo no que diz respeito à relação entre investimento e produto. Tal eficiência foi percebida conforme a convertibilidade das atividades internas e externas (aquisição) de inovação técnica de cada setor em receita líquida.

Na primeira especificação do modelo, evidenciou-se a essencialidade dos esforços setoriais em programas de P&D [$\beta_1 \ln(P\&D_{it})$] para o aumento de suas receitas líquidas; contudo, destacaram-se

os processos complementares de inovação técnica [$\beta_2 \ln(DINOV_{it})$ e $\beta_3 \ln(NINOV_{it})$], que os três setores mencionados se mostraram mais hábeis. Notou-se que, dado o longo prazo para o retorno dos investimentos em programas de P&D, as inovações incrementais apresentaram efeitos mais rápidos aos seus investimentos; fatores de eficiência técnica, como a “introdução de inovações tecnológicas no mercado” e “projetos industriais e outras preparações técnicas para preparação e distribuição”, mostraram-se fundamentais para o aumento do produto industrial.

Por outro lado, levando em consideração os mesmos fatores, os três setores menos eficientes foram *fabricação de produtos diversos* ($\xi_{32} = 0.2915$), *fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos* ($\xi_{27} = 0.2276$) e *fabricação de outros equipamentos de transporte* ($\xi_{30} = 0.2135$). Segundo os pressupostos da Economia Evolucionária, isso se deve ao fato de a inovação tecnológica originária de programas de P&D ser um proces-

so contínuo e cumulativo do conhecimento técnico e tácito, isto é, seus resultados (receita líquida de vendas, por exemplo) e suas adaptações às necessidades do mercado são previtos em longo prazo, o que, em termos de produtividade e rentabilidade, compromete fatores relacionados à eficiência econômica (DOSI, 2006; NELSON; WINTER, 1982).

De outra parte, observa-se dentre os resultados obtidos, que os setores mais eficientes, não são aqueles que apresentaram maiores taxas de inovação técnica no período (Tabela 2), isto poderia parecer contraditório se não fosse pelo fato de que existem diferentes forças que impulsionam a inovação em cada setor, relacionadas por exemplo, as características de seus produtos e processos ou em função do padrão de concorrência de cada indústria, de modo que tanto as exigências de inovação são diferentes na comparação intersetorial, como os seus resultados, em termos de eficiência mudam, situação que já havia sido identificada por Malerba e Orsenigo (1997), enquanto padrões setoriais de atividades inovativas, relacionados a diferentes “regimes tecnológicos” que “moldam e restringem os processos inovativos nos diferentes setores”.

Todavia, importa dizer, que os resultados obtidos aqui, coincidem em grande medida com o estudo realizado por Santana, Cavalcanti e Bezerra (2011), sobre os efeitos da inovação tecnológica⁴ sobre a produtividade dos vários setores no Brasil (Indústria de Transformação e Indústria Extrativista). Um dos seus principais resultados foi, exatamente, o grande impacto das inovações sobre a produtividade nos setores de alimentos e bebidas e refino de petróleo e coque. Ou seja, pode-se intuir que estes setores no Brasil são mais sensíveis à influência das inovações relativamente aos demais.

No que diz respeito à gestão do aprimoramento tecnológico, dentre os principais resultados do que foi discutido até o presente tópico, tem-se uma corroboração com as ideias ressaltadas na pesquisa de Mendes, Lopes e Gomes (2012), em que pese a ineficiência estar vinculada a uma forma de “desorientação” dos dispêndios com inovação tecnológica, afetos a utilização do capital humano e a fatores associados à infraestrutura. Deste modo, mesmo que haja corpo técnico, laboratórios, instalações, canais de distribuição e demais fatores de logística, a falta de direcionamento desses instru-

4 Utilizando-se dos dados da PINTEC e da PIA (Pesquisa Industrial Anual), do IBGE.

mentos é fundamental para o comprometimento da eficiência técnica e alocativa.

6 Considerações finais

Tal como descrito nas seções anteriores, o objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência econômica das atividades produtivas da indústria de transformação no Brasil. Assim, a análise metodológica deste artigo evidenciou que a eficiência econômica desse cenário está intrinsecamente relacionada aos processos de inovação tecnológica, bem como está caracterizada por atividades produtivas de maior (e menor) eficiência técnica e alocativa.

Dessa maneira, uma vez que as taxas de inovação técnica foram medidas conforme o número de empresas que praticaram tal aprimoramento, os diferentes níveis de investimento em C&T resultaram, para cada atividade industrial, em diferentes graus de produtividade e rentabilidade (eficiência). Isso denota que, como prevê a base teórica deste estudo, a gestão da inovação técnica (de produto e/ou processo) não é um processo trivial em uma economia imperfeita.

Além disso, verificou-se que os setores com maiores taxas de inovação técnica (primeiramente, *Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos*, com média de 64.90; posteriormente, *Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos*, com média de 53.42; e, em terceiro lugar, *Fabricação de produtos químicos*, com média de 51.38) não foram os mesmo que alcançaram maiores taxas de eficiência nesse sentido. Significa que, neste caso, a eficiência técnica (resultado das inovações técnicas) e a alocativa (efeito sobre a rentabilidade) devem ser assumidas como atributos complementares. Dessa forma, se dada atividade econômica apresentar elevada produtividade, pode-se classificá-la como *economicamente eficiente* (o que não foi o caso dessas três atividades).

Analogamente, pode-se crer que uma baixa taxa de inovação técnica não impede maiores taxas de eficiência econômica, uma vez que os resultados analisados anteriormente evidenciaram que a eficiência técnica, por si só, não sustenta uma eficiência alocativa; contudo, isso não é totalmente verdadeiro, pois, como mostraram os resultados empíricos deste artigo, os setores de *Fabricação de produtos do fumo, Fabricação de produtos de minerais não metálicos e Fabricação de produtos de madeira* foram os que apresentaram menores

taxas de inovação técnica (médias de 27.23, 22.76 e 24.32, respectivamente) e, no entanto, também não foram considerados os mais eficientes economicamente.

Por fim, os setores produtivos como: *fabricação de produtos alimentícios, fabricação de bebidas e fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis*, como falado acima, foram as mais eficientes tecnicamente. De fato, eles tiveram o crescimento de suas receitas líquidas, especialmente no que diz respeito à relação entre investimento e produto. Corroborando, como falado acima, os resultados obtidos por Santana et al (2011), quando mede o impacto da inovação tecnológica sobre a produtividade dos setores da indústria brasileira.

Além disso, ainda que a ferramenta quantitativa utilizada não tenha captado os níveis de defasagem tecnológica em cada atividade industrial, pois se trata de um modelo de análise em nível, pode-se deduzir que os aprimoramentos técnicos mais expressivos para sua trajetória de inovação têm seus resultados obtidos em longo prazo, visto que passam por longos processos antes de chegarem definitivamente ao mercado. Ressalta-se ainda que, por causa disso, sua receita é adiada e, muitas vezes, incerta.

Referências

- AFRIAT, S. N. Efficiency estimation of production functions. **International Economic Review**, v. 13, n. 3, p. 568–598, oct. 1972.
- AIGNER, D. J.; CHU, S. F. On estimating the industry production function. **The American Economic Review**, v. 58, n. 4, p. 826–839, sep. 1968.
- AIGNER, D.; LOVELL, C.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of econometrics**, v. 6, n. 1, p. 21–37, july, 1977.
- ALVES, P. F.; GOMES, N. L.; CAVALCANTE, E. J. **Impacto do investimento em máquinas e equipamentos sobre a inovação tecnológica e a produtividade das firmas industriais brasileiras**. Brasília: Ipea, 2014. (Texto para Discussão, 1930).
- BALTEIRO, L. D.; HERRUZO, A. C.; GONZÁLEZ-PACHÓN, J. An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: an application to Spain's wood-based industry. **Forest Policy and Economics**, v. 8, n. 7, p. 762–773, out. 2006.
- BENNER, M. J.; TUSHMAN, M. Process management and technological innovation: a longitudinal study of the photography and paint industries. **Administrative Science Quarterly**, v. 47, n. 4, p. 676-707, dec. 2002.
- CIMOLI, M.; DOSI, G.; STIGLITZ, J. E. **The political economy of capabilities accumulation: the past and future of policies for industrial development**. Pisa/Italy: Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies – LEM, 2008. (Working Paper Series, 15).
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. New York: Springer Science & Business Media, 2005.
- CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Radiografia da indústria de alimentos no Brasil: identificação dos principais fatores referentes à exportação, inovação e ao food safety**. Brasília: IPEA, 2007. (Texto para Discussão, 1303).
- DOSI, G. Una reconsideración de las condiciones y los modelos del desarrollo: una perspectiva “evolucionista” de la innovación, el comercio y el crecimiento. **Pensamento Iberoamericano**, Mexico, [S. I], n. 20, p. 167-191, 1991.
- DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria de semicondutores**. Tradução de: Carlos D. Szlak. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2006.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, n. 3, p. 253–290, july-sep. 1957.
- FREEMAN, C. The economics of technical change: critical survey. **Cambridge Journal of Economics**, v.18, n. 5, p. 463-514, Oct. 1994.
- GONÇALVES, F. O.; YONAMINI, F. M. Em busca de uma nova taxonomia de regimes tecnológicos para a indústria de transformação brasileira. **Revista Economia**, v. 14, n. 1, p. 145-158, jan./abr. 2013.
- GRILICHES, Z. R & D and innovation: some empirical findings. In: _____. (Ed.). **R & D, patents, and productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984. p. 148-149.
- JACOBS, J. **The economy of cities**. New York: Random House, 1969
- JING, H. An empirical analysis on China's high-technology industry innovation efficiency based on SFA. **CNKI Journal/Studies in Science of Science**. v. 3, 2010.
- KLETTE, T. J.; KORTUM, S. Innovating firms and aggregate innovation. **Journal of Political Economy**, v. 112, n. 5, p. 986-1018, 2004.
- KUMBHAKAR, S. C. **Stochastic frontier analysis**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003.
- KUMBHAKAR, S.; LOVELL, K. **Stochastic production frontier**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2000.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Schumpeterian patterns of innovation. **Journal of Economics**, Cambridge, v. 19, n. 1, p. 47-65, 1995.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. **Industrial and Corporate Change**, v. 6, n.1, p. 83-118, 1997.
- MANSFIELD, E. Entry, gilbrat's law, innovation, and the growth of the firms. **The American Economic Review**, v. 52, n. 5, p. 1023-1051, dec. 1962.
- _____. R & D and innovation: some empirical findings. In: GRILLICHES, Z. (Ed.). **R & D, patents, and productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984. p. 127-148.
- MARSHALL, A. **Princípios de economia** São Paulo: Nova Cultural, 1988. v. 1.
- MEEUSEN, W.; BROECK, J. V. D. Efficiency estimation from cobb-douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, v. 18, n. 2, p. 435-444, June, 1977.
- MENDES, C. S.; LOPES, L. S.; GOMES, A. P. Eficiência dos dispêndios em inovação nas indústrias de transformação do Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, SP, v. 11, n.1, p. 193-218, jan./jun. 2012.
- MONTENEGRO R. L.; GONÇALVES E.; ALMEIDA E. Dinâmica espacial e temporal da inovação no estado de São Paulo: uma análise das externalidades de diversificação e especialização. **Estudos Econômicos**, v. 41, n. 4, out./dez. 2011.
- NADIRI, M. I. **Innovations and technological spillovers**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, Aug. 1993. (Working Paper, 4423).
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1982. 437 p.
- NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- OSTROM, E. Doing institutional analysis: digging deeper than markets and hierarchies. In: CLAUDE, M.; SHIRLEY, M. (Eds.). **Handbook of new institutional economics**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic, 2008.
- POSSAS, M. Eficiência seletiva: uma perspectiva neo-schumpeteriana evolucionária sobre questões econômicas normativas?. **Revista de Economia Política**, v. 24, n. 1, p. 73-94 jan./mar. 2004.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change. **Research policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, dec. 1984.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, v. 94, n. 5, p. 1002-37, oct. 1986.

ROSENBERG, N. *Perspectives on technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.

ROSENBERG, N. MOWERT, D. C. *Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX*. Campinas: Unicamp, 2005.

ROSENBERG, N. *Por dentro da caixa preta: tecnologia e economia*. Tradução de: José Emílio Maiorino. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006.

SANTANA, S. K. S.; CAVALCANTI, S.; BEZERRA, J. O Papel da inovação na produtividade da indústria: uma abordagem setorial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 39., 2011, Foz do Iguaçu, PR. *Anais ...* Foz do Iguaçu, PR, 2011.

SCHUMPETER, J. *A teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. Tradução de: Maria Sílvia Possas. São Paulo, SP: Abril Cultural, 1982.

INTENSIDADE TECNOLÓGICA INDUSTRIAL, EXTERNALIDADES LOCAIS E PRODUTIVIDADE URBANA: UMA ANÁLISE POR CIDADES BRASILEIRAS NO PERÍODO 2000-2010

Technological intensity of sectors, local externalities and urban productivity: an analysis of the Brazilian municipalities during the period 2000-2010

Eduardo Gonçalves

Economista, Doutor em Economia, Professor da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário São Pedro, Juiz de Fora – MG. E-mail: eduardo.goncalves@ufjf.edu.br.

Ronan Cunha

Bacharel em Economia. Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário, São Pedro, Juiz de Fora – MG. E-mail: cunha.ronan@gmail.com.

Resumo: O artigo investiga se externalidades de especialização e/ou diversificação em setores industriais de maior intensidade tecnológica influenciam a produtividade urbana brasileira, medida por salários por trabalhador, no período 2000-2010. A metodologia é baseada em análise exploratória de dados espaciais e modelos econométricos espaciais, que tratam simultaneamente a autocorrelação espacial na variável dependente e no termo de erro. Os principais resultados econométricos indicam que as externalidades de especialização, originárias de setores de alta e média-alta intensidades tecnológicas, são importantes condicionantes da produtividade urbana brasileira, mesmo após se controlar os transbordamentos espaciais de produtividade, efeitos fixos macrorregionais, nível de escolaridade da população, distância tecnológica da cidade líder e efeitos de economias de urbanização.

Palavras-chave: Produtividade; Externalidades; Especialização; Diversificação; Alta Tecnologia.

Abstract: The article investigates the role of specialization and diversification externalities stemming from technology-intensive manufacturing industries on the Brazilian urban productivity, measured by means of salary per worker in the period from 2000 to 2010. The methodology employs exploratory spatial data analysis technique and spatial econometrics with a model that deals with spatial autocorrelation in both dependent variable and error term of the regression model. The main results indicate that the specialization externalities from the high technology and medium-high technology industries are important determinants of the Brazilian urban productivity even after controlling for spatial productivity spillovers, regional fixed effects, level of human capital of the population, technological gap between the technology leader and other cities and effects stemming from urbanization economies.

Key words: Productivity; Externalities; Specialization; Diversification; High Technology.

1 Introdução

As vantagens da aglomeração de atividades econômicas no território são conhecidas de longa data. Autores pioneiros, como Marshall (1985), Lucas (1988), Romer (1986), destacaram que a aglomeração facilita o acesso a informações, a insumos e a clientes. Em geral, o custo de aquisição de insumos é menor se há grande quantidade de compradores e há maior diversidade de insumos à disposição dos compradores. A proximidade territorial entre os agentes facilita troca de informação intencional ou não. O último caso é conhecido como transbordamentos ou externalidades de conhecimento. Tais externalidades seriam motores do crescimento econômico (ROMER, 1986; LUCAS, 1988).

A questão posterior investigada pela literatura empírica é a respeito da composição dessa aglomeração. Marshall (1985), Arrow (1962) e Romer (1986) sugerem que a especialização industrial num mesmo setor beneficiaria o crescimento da produtividade devido à proximidade das empresas, que se beneficiam por compartilhar a mesma base tecnológica. Porter (1990) também argumenta em favor da especialização, entretanto, a difusão do conhecimento seria maior quanto maior fosse a competição local entre as firmas. Por outro lado, Jacobs (1969) argumenta em favor da diversificação industrial, pois as indústrias poderiam se beneficiar com uma maior variedade de fontes de conhecimento.

De fato, as ideias de especialização e diversidade econômicas não são necessariamente excludentes (DURANTON; PUGA, 2000). Uma cidade pode ser simultaneamente especializada e diversificada industrialmente. O grau de especialização é uma característica referente ao setor econômico predominante em um sistema produtivo, enquanto que o grau de diversificação se refere à variedade de subsetores. Assim, é possível existir diferentes combinações de níveis de especialização e diversificação urbanos que gerariam efeitos positivos a produtividade urbana.

No Brasil, notam-se alguns trabalhos que investigam a relação entre externalidades e variáveis de desempenho urbano, como produção, salários e empregos. Galinari et al. (2007) e, posteriormente, Dalberto e Staduto (2013) relacionam medidas de concentração e de diversifi-

cação industrial a salários por trabalhador. Silva e Silveira Neto (2007) relacionam tais medidas ao crescimento do emprego estadual no período 1994-2002. Badia e Figueiredo (2007) estimam um painel para setores industriais selecionados do Brasil, entre 1985 e 2000. Catela, Gonçalves e Porcile (2010) avaliam o tema examinando o impacto das externalidades sobre municípios brasileiros no período 1997-2007, dividindo-os segundo a renda.

Nenhum destes trabalhos, no entanto, considera o nível tecnológico do setor industrial, mas apenas se a especialização ou a diversificação industrial, em seu conjunto, influenciam medidas de desempenho urbano. A proposta desse artigo é verificar se a especialização, competição local e/ou a diversificação em setores industriais de maior intensidade tecnológica influenciam a produtividade urbana brasileira, medida por salários por trabalhador, nos anos 2000-2010.

Esse trabalho se divide em quatro partes, além dessa introdução. Na segunda parte, é feita uma revisão da literatura teórica sobre a importância e efeito do transbordamento de conhecimento na produtividade urbana. Logo após, é realizada uma revisão dos trabalhos empíricos sobre o crescimento urbano e da produtividade. Na terceira parte, há a descrição dos dados, das variáveis e do modelo econométrico espacial utilizado. A quarta parte apresenta os resultados da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e os resultados econométricos. A quinta e última parte apresenta as conclusões do artigo.

2 Revisão de literatura

2.1 Importância do transbordamento de conhecimento no crescimento econômico urbano

O transbordamento de conhecimento tecnológico é um fenômeno essencialmente urbano e ocorre à medida que ambientes populosos densos facilitam a troca de conhecimento, de conteúdo tácito, entre os agentes econômicos. Higgs (1971) argumenta que o custo da transferência e aquisição de informação é menor em centros urbanos, os quais aumentam as interações entre indivíduos. A capacidade de inovar, segundo o autor, é

uma função das habilidades humanas mais o estoque de conhecimento que é passado de pessoas para pessoas através da interação. Esse processo de troca de conhecimento facilita, então, invenções, que aumentam a produtividade, gerando um processo de crescimento econômico autossustentável. Aglomerados urbanizados encorajariam a inovação, tendo impacto positivo no crescimento e desenvolvimento econômico. Cria-se um ciclo virtuoso, em que a urbanização aumenta a produção tecnológica e essa gera o crescimento econômico que, por conseguinte, incentiva a urbanização por esta facilitar ainda mais o desenvolvimento tecnológico. Em razão disso, muitos pesquisadores têm argumentado que o transbordamento de conhecimento, limitado espacialmente, é uma das razões para a concentração industrial regional ou urbana e para o entendimento do processo de crescimento econômico urbano.

Na linha dessa argumentação estão Marshall (1985), Glaeser et al. (1992), Henderson, Kuncoro e Turner, (1995), além daqueles autores, como Lucas (1988), Romer (1990), que teoricamente vinculam o crescimento endógeno às externalidades de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), entendida como o principal conhecimento tecnológico para gerar inovação. Estes últimos explicam o crescimento regional por meio da acumulação de capital humano, conhecimento e sua difusão. Lucas (1988) afirma que o principal fator determinante da produtividade do indivíduo é a interação com outros indivíduos, gerando assim uma externalidade de conhecimento entre o grupo. Esta seria, então, a fonte geradora de inovação e o motor do crescimento nacional.

Outros trabalhos investigam quais as características urbanas mais fomentam a criação de tecnologia. Para Feldman e Florida (1994), grandes aglomerados urbanos são importantes para o progresso tecnológico, devido ao fato de que a inovação é altamente dependente de uma infraestrutura que consiste em fontes de conhecimento, ou seja, contato com outras firmas que proporcionam conhecimentos técnicos e *expertise*, concentração de investimentos P&D que aumentam as oportunidades para inovações por gerar novas descobertas, aplicações científicas e serviços empresariais que facilitam a comercialização de novos produtos. Simmie (2002) argumenta a respeito da necessidade das empresas precisarem de

auxílio externo à própria organização de acordo com os diferentes estágios do desenvolvimento do produto, principalmente os iniciais, sendo que tal suporte pode ser mais facilmente encontrado em grandes centros urbanos. Henderson (1997), também, justifica a concentração de investimentos em P&D e indústrias de alta tecnologia e/ou serviços modernos em áreas metropolitanas, devido às regiões metropolitanas apresentarem grandes mercados de trabalho qualificado, produtos complementares essenciais para a inovação e uma base industrial diversificada. Ciccone e Hall (1996) sugerem que a densidade do aglomerado urbano seria mais importante do que seu tamanho, para o crescimento da produtividade. Carliño, Chatterjee e Hunt (2001) encontraram que o tamanho que otimiza a criação de inovações *per capita* é de 500 mil habitantes e que a densidade ótima do emprego é de 2.190 empregados por milhas quadradas. Isso sugere que cidades muito grandes podem perder, eventualmente, seu poder de atração (GLAESER, 1998).

Cidades muito grandes podem sofrer com as deseconomias de aglomeração, que são definidas como custos de congestão, ocorrendo em razão de aumentos do preço do solo urbano à medida que esse bem se torna escasso, de aumento dos custos de transporte dentro do próprio município, de poluição, de aumento do crime, de perda de amenidades urbanas, por exemplo, serviços públicos de qualidade (GLAESER, 1998). Davis e Henderson (2008) afirmam que muitas empresas migram para cidades que ofereçam custos menores. As linhas de produção passariam a ser instaladas em cidades de porte médio, apesar da base intelectual e gerencial da empresa continuar nos grandes centros urbanos. Entretanto, esse processo pode aumentar o nível tecnológico de cidades menores, à medida que pessoas com alto nível de escolaridade optam por cidades menores dotadas de amenidades urbanas (WINDEN; VAN DEN BERG; POL, 2007).

Apesar do seu tamanho, densidade ou grau de urbanização, os meios pelos quais o transbordamento de conhecimento ocorre depende da sua composição industrial urbana passada e corrente. Quando o impacto na produtividade corrente ocorre devido às mudanças no ambiente industrial corrente, é conceituado de externalidades estáticas, segundo Silva e Silveira Neto (2007).

Já se o efeito do ambiente industrial passado impacta na produtividade regional corrente, os mesmos autores o definem como externalidades dinâmicas. Segundo Catela e Gonçalves (2009), essa última está relacionada a fatores históricos e à acumulação de conhecimento e experiência que demandam tempo.

Os diferentes tipos de externalidades de conhecimento dependem das características industriais das aglomerações e estas podem ter três diferentes fontes. A primeira ocorre quando indústrias do mesmo setor se concentram em uma mesma região. Essa fonte de economias de aglomeração é definida como economias de localização ou especialização, gerando a externalidade MAR, em referência a Marshall (1985), Arrow (1962) e Romer (1986). A teoria MAR pressupõe que o monopólio local seria o mais eficiente, visto que isso impediria o fluxo de ideias para as concorrentes e assim permitindo que a empresa internalize suas próprias externalidades (GLAESER et al., 1992).

A segunda fonte de economias de aglomeração industrial, conceituada de economias de urbanização, ocorre quando uma diversidade de setores industriais e agentes econômicos se estabelecem na mesma região. Essa aglomeração gera a externalidade de diversificação destacada por Jacobs (1969). A autora argumenta que as fontes de conhecimento mais importantes para a inovação nas empresas estão fora de sua indústria. As empresas inovam porque estão expostas a novas ideias originadas de outros setores e a combinação destas aumentaria a quantidade de inovações, fomentando o crescimento econômico.

A terceira fonte de externalidade pode advir do grau de competição local, defendida por Porter (1990). Apesar de o autor concordar com

as ideias da especialização para potencializar o crescimento, ele argumenta que competição local, ao invés do monopólio, seria o melhor para o aumento do crescimento econômico. Em regiões especializadas, as empresas lidam com as mesmas áreas de pesquisa e conhecimento e a alta competição local incentiva as empresas a absorverem o conhecimento gerado pelas concorrentes e inovar com mais rapidez. A competição local aumentaria a taxa de progresso tecnológico e, conseqüentemente, o crescimento.

Teoricamente, o transbordamento de conhecimento é amplamente aceito e sua importância para o crescimento econômico é indubitável. Entretanto, a próxima seção mostra que não há um consenso sobre o efeito, o sentido e a intensidade das externalidades de conhecimento tecnológico sobre a produtividade urbana nos trabalhos empíricos.

2.2 Estudos empíricos

A literatura empírica varia em método, abrangência geográfica e na forma de mensuração do crescimento urbano (Quadro 1). A distinção entre as medidas de desempenho regional é importante porque os efeitos da diversidade e da especialização são diferenciados no desenvolvimento econômico urbano. Enquanto as economias de localização contribuiriam para estimular inovações incrementais e inovações de processo, as economias de diversificação ajudariam a criar inovações radicais e produtos novos (BEAUDRY; SCHIFFAUEROVA, 2009). Logo, as primeiras gerariam maiores ganhos de produtividade e as últimas contribuiriam para a criação de novos mercados e novos empregos.

Quadro 1 – Estudos empíricos sobre crescimento urbano

Variáveis de desempenho urbano	Unidade	Autores	Abrangência Geográfica	Métodos de Análise	Período	
Emprego	Varição	Glaeser et al. (1992)	170 cidades norte-americanas	MQO com Dados em Painel	1956-1987	
	Varição	Andrade e Serra (2001)	114 cidades médias brasileiras	MQO	1970-1990	
	Varição	Badia e Figueiredo (2007)	Municípios brasileiros	MQO com Dados em Painel	1985-2000	
	Varição	Silva e Silveira Neto (2007)	1875 indústrias por estados brasileiros	MQO com Dados em Painel	1994-2002	
	Varição	Van Oort, Oud e Raspe (2009)	496 municípios holandeses	Máximo Verossimilhança Espacial	1996-2003	
	Varição	Fochezatto e Valentini (2010)	24 regiões do Rio Grande do Sul	MQO com Dados em Painel	1995-2005	
	Nível	Acs, FitzRoy e Smith (2002)	36 áreas estatísticas metropolitanas	MQO e Mínimos Quadrados em Dois Estágios	1988-1991	
Folha de pagamentos por empregados	Varição	Glaeser et al. (1992)	170 cidades norte-americanas	MQO	1956-1987	
Renda total da PEA	Varição	Andrade e Serra (2001)	114 cidades médias brasileiras nos anos	MQO	1970-1990	
Salário por hora trabalhada	Nível	Galinari et al. (2007)	84 meso e macropolos brasileiros	MQO com teste de autocorrelação espacial	1991-2000	
	Nível	Galinari e Lemos (2007)	Municípios paulistas	Mínimos Quadrados em Dois Estágios Espacial	2000	
	Nível	Dalberto e Staduto (2013)	84 pólos industriais brasileiros	Mínimos Quadrados Generalizados	2001-2010	
Mediana dos salários da família	Nível	Anderson, Burgess e Lane (2007)	Firmas e indivíduos da Flórida e Califórnia	MQO	2001	
Salário/Rendimento	Salários per capita	Varição	Berry e Glaeser (2005)	318 área metropolitanas norte-americanas	MQO	1970-2000
	Salários por trabalhador	Nível	Drennan et al. (2002)	313 áreas metropolitanas norte-americanas	MQO com Dados em Painel	1969-1996
		Varição	Silva e Marinho (2005)	68 países	Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (Painel)	1960-1990
		Varição	Lim (2007)	313 áreas metropolitanas norte-americanas	Mínimos Quadrados em Dois Estágios Espacial	1990-1999
		Nível	Da Mata et al. (2007)	123 aglomerações brasileiras	GMM e MQO	1970-2000
		Varição	De Lucio et al. (2002)	50 microrregiões/26 indústrias (Espanha)	MQO, em 2 Estágios e GMM (painel)	1978-1992
		Varição	Catela, Gonçalves e Porcile (2010)	524 municípios brasileiros	Modelo de Misturas Finitas	1997-2007
Rendimento por domicílio	Nível	Lemos et al. (2006)	Metrópoles de São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba e Porto Alegre	Mínimos Quadrados Generalizados (Painel)	1981-1999	
Renda por trabalhador	Varição	Nakabashi e Figueiredo (2005)	96 países e 29 países	MQO com Dados em Painel	1985-2000	
Produção/PIB	"PIB por trabalhador"	Nível	Ciccone e Hall (1996)	46 estados norte-americanos e Washington DC	Mínimos Quadrados Não Lineares	1988
		Varição	Garcia, Pons e Mussolini (2005)	23 países desenvolvidos e 37 países em desenvolvimento	MQO com Dados em Painel	1965-2000
	Nível	Ke (2010)	617 cidades chinesas	Mínimos Quadrados em Três Estágios Espacial	2005	
	PIB per capita	Varição	Bostic, Gans e Stern (1997)	79 unidades espaciais dos EUA	Mínimos Quadrados em Dois Estágios	1980-1990
	Produção por trabalhador	Nível	Harris e Ioannides (2000)	324 regiões metropolitanas norte-americanas	MQO com Dados em Painel	1950-1990
Valor adicionado por trabalhador	Varição	De Lucio et al. (2002)	50 microrregiões espanholas em 26 grupos de indústrias	MQO, em 2 Estágios e GMM (painel)	1978-1992	

Fonte: elaboração própria.

Nota: MQO= Mínimos Quadrados Ordinários; GMM= Método Generalizados dos Momentos

Alguns estudos usam variação do emprego (GLAESER et al., 1992; VAN OORT; OUD; RASPE, 2009; ANDRADE; SERRA, 2001), outros usam o nível ou a variação do

produto interno bruto na região (CICCONE; HALL, 1996; GARCIA; PONS; MUSSOLINI, 2005; KE, 2010; BOSTIC; GANS; STERN, 1997), enquanto outros, alguma medida de variação ou nível de salário ou rendimento (DRENNAN et al., 2002; SILVA; MARINHO, 2005; LIM, 2007; GALINARI et al., 2007; GALINARI; LEMOS, 2007; CATELA, GONÇALVES; PORCILE, 2010). Em suma, todas essas *proxies* buscam representar a produtividade urbana. Segundo Ciccone e Hall (1996), o PIB é conceitualmente muito superior para analisar diferenças de produtividade regional e urbana. Entretanto, Harris e Ioannides (2000) são favoráveis ao uso de salários, argumentando que essa variável é indiscutivelmente superior ao PIB para medir produtividade. Já Lim (2007) argumenta que a correlação entre salários e PIB é alta, pois a maioria dos componentes presentes na contagem de ambos é idêntica.

A metodologia de análise também é diversificada. Pode-se observar que os trabalhos começaram a usar métodos mais sofisticados que incorporam efeitos espaciais com o passar do tempo, como em Ke (2010) e Lim (2007), ou testes para constatação de autocorrelação espacial (GALINARI et al., 2007). Em geral, a econometria espacial passou a ser usada para identificar o efeito de externalidades originadas de regiões vizinhas na produtividade de uma região. Como argumenta Ke (2010), a literatura sugere que as economias de escala de insumos intermediários, a conexão entre insumos e produtos, a interação interpessoal e o transbordamento de conhecimento não estão confinados dentro de uma cidade. Apesar de não usar econometria espacial, Glaeser et al. (1992) tenta estimar o efeito do transbordamento entre as cidades incorporando no modelo uma variável que representa o crescimento das cidades próximas.

Lim (2007), Galinari e Lemos (2007) e Ke (2010) evidenciam uma relação positiva entre o crescimento da produtividade de uma cidade com o crescimento da produtividade das cidades vizinhas, apesar de os três trabalhos usarem conceitos diferentes de cidades vizinhas, respectivamente, para Estados Unidos, Brasil e China. Lim (2007) usa o modelo gravitacional e as despesas com P&D para mensurar o relacionamento entre as 313 áreas

metropolitanas dos EUA. Galinari e Lemos (2007) utilizam os “k vizinhos mais próximos” e definem que o valor de k são os múltiplos de cinco num intervalo que varia de 5 a 25. Ke (2010) define que duas cidades chinesas são vizinhas se elas estão dentro de uma distância especificada, variando as distâncias entre 50, 100 e 200 km.

Apesar de as externalidades de especialização, diversificação e competição locais serem mais abordadas em trabalhos sobre o crescimento da inovação, a partir do trabalho de Glaeser et al. (1992), elas também foram incorporadas em modelos de crescimento urbano e regional. Usando como *proxy* para o crescimento urbano o crescimento do emprego, Glaeser et al. (1992) encontram evidências positivas em relação às externalidades de competição local e diversificação, sendo que esta última apresenta intensidade maior no crescimento do emprego.

Por outro lado, De Lucio, Herce e Goicolea (2002) encontram que os efeitos da especialização no crescimento da produtividade urbana depende do seu grau de especialização. Para níveis baixos de especialização, o efeito seria negativo sobre o crescimento da produtividade. A partir de um ponto no qual a especialização fosse relativamente forte, a externalidade de especialização passaria a ter um efeito positivo no crescimento da produtividade urbana. Desse modo, o efeito da especialização seria diferente em cada região, dependendo do seu grau de especialização. Seguindo os mesmos modelos, Lim (2007) também estima efeitos favoráveis às externalidades de especialização, uma vez que as externalidades de diversificação e competição não se mostraram significativas para a produtividade urbana das áreas metropolitana americanas.

Na literatura nacional, Galinari et al. (2007) Dalberto e Staduto (2013) encontram que a diversificação é mais significativa para o crescimento da produtividade dos 84 meso e macropolos brasileiros entre 1991-2000 e 2001-2010, respectivamente. Catela, Gonçalves e Porcile (2010), com base em 524 cidades brasileiras, encontraram que economias de diversificação são mais importantes para cidades com menores salários médios por trabalhador, enquanto que, para cidades com maiores salários médios por trabalhador, a especialização seria mais importante. Os autores argumentam que isso ocorre porque existem grandes ganhos com a especialização setorial em mercados maiores,

que seriam advindos de retornos crescentes da especialização em atividades com maior conteúdo de conhecimento. Não somente metrópoles, mas também cidades de porte médio estão presentes no grupo com maiores salários médios por trabalhador, o que evidencia a descentralização da produção e da população no território brasileiro (CATELA; GONÇALVES, 2009). Lemos et al. (2005) encontram o mesmo resultado em uma análise de regiões metropolitanas e sugerem que esse fenômeno está ocorrendo devido à migração de setores tradicionais da indústria beneficiados por economias de aglomeração geradas principalmente por incentivos estatais, infraestrutura urbana e transportes. Entretanto, essa descentralização é concentrada, segundo Diniz (1993). O autor mostra a ocorrência do movimento de saída das atividades econômicas de metrópoles, como São Paulo, para uma região delimitada por um polígono com vértices em Belo Horizonte, Uberlândia, Londrina/Maringá, Porto Alegre, Florianópolis e São José dos Campos.

Entre os trabalhos que buscam investigar os fatores determinantes da produtividade urbana, poucos são aqueles que abordam as externalidades de conhecimento no Brasil, em especial quando se considera atividades de maior intensidade tecnológica. Esse artigo se propõe a investigar o impacto das economias externas de especialização, diversificação e competição na produtividade das cidades brasileiras nos anos 2000 e 2010.

3 Metodologia

3.1 Estratégia empírica

Dados regionais podem ter dependência espacial que gera resultados enviesados. Para lidar com tal situação, utiliza-se o método econométrico-espacial. Segundo Anselin (1999), esse método considera a heterogeneidade e dependência espacial. Ele utiliza uma matriz de pesos espaciais que pondera a influência das regiões vizinhas. Nesse trabalho, utilizam-se duas matrizes de pesos espaciais, matriz Queen e a matriz de distância inversa. A primeira considera a influência de regiões que tem uma fronteira comum, enquanto que a segunda pondera as regiões de forma que as mais próximas tenham um peso maior. Utiliza-se o método de Ertur, Le Gallo e Baumont (2006) na seleção

das matrizes de pesos espaciais. Esse método seleciona aquela matriz com maior I de Moran em valor absoluto.

A partir da definição de vizinhança, utilizam-se testes estatísticos para identificar a dependência espacial que pode ser na variável dependente, nas independentes, no erro ou em alguma combinação destas. A dependência espacial autorregressiva, na variável dependente, captura o efeito direto da variável de interesse dos vizinhos na região em análise, ou seja, ela captura a externalidade direta da produtividade dos municípios vizinhos.

Assim, baseando-se no modelo de Glaeser et al. (1992) e Lim (2007), adota-se um modelo espacial cujo o nível da produtividade urbana (PRO) é uma função das externalidades de conhecimentos, um fator autorregressivo que captura uma externalidade direta da produtividade dos vizinhos da cidade *i* sobre a sua produtividade *e*, também, inclui características não observadas que também tenham dependência espacial:

$$PRO_{i2010} = \beta_0 + \beta_1 W * PRO_{j \neq i 2010} + \beta_2 SPE_{i2000} + \beta_3 DIV_{i2000} + \beta_4 COM_{i2000} + \beta_5 HK_{i2000} + \beta_6 IGAP_{i2000} + \beta_7 PPOP_{i2000} + \beta_8 PPOPQ_{i2000} + \epsilon_{i2010} \quad (1)$$

$$\epsilon_{i2010} = \gamma W \epsilon_{i2010} + \epsilon_{i2010} \quad (2)$$

O sobescrito *i* se refere à cidade. Para medir o efeito da externalidade de especialização em setores intensivos em tecnologia, inclui-se nesse modelo uma medida de especialização (SPE). A variável DIV já captura o impacto da diversificação urbana em setores de maior intensidade tecnológica. A medida de competição local para captar o efeito que a alta competição intrassetorial tem sobre o crescimento da produtividade urbana é COM. Desse modo, incorpora-se no modelo as três externalidades discutidas nas seções anteriores, sustentando a sugestão da literatura de incorporar no mesmo modelo tanto uma medida de diversificação quanto uma de especialização (MONTE-NEGRO; GONÇALVES; ALMEIDA, 2011). Para capturar o transbordamento de conhecimento entre as cidades vizinhas, utiliza-se a matriz de pesos espaciais *W* multiplicada pela produtividade das cidades vizinhas.

A fim de controlar o efeito de outros determinantes do crescimento da produtividade urbana,

inclui-se as variáveis de capital humano (HK), a proporção de população urbana (PPOP) para capturar o tamanho das cidades, a proporção de população urbana ao quadrado (PPOPQ) para capturar o retorno marginal decrescente do tamanho das cidades, a diferença tecnológica entre as cidades (IGAP) e *dummies* macrorregionais.

Não é surpresa pensar que o custo de vida dos centros urbanos teria uma alta influência nos salários. A definição de produtividade urbana utilizada nesse trabalho depende do nível salarial do município, por isso o custo de vida também deve ser incluído no modelo. Não existindo uma estimativa confiável para o custo de vida municipal, Dalberto e Staduto (2013) sugerem como proxy a própria população da cidade. A explicação para tal é a tendência do custo de vida ser mais elevado em centros urbanos maiores devido aos altos aluguéis, a necessidade de transporte e uma compensação para conviver com maiores índices de poluição, violência e congestionamento se comparados com centros urbanos menores. Por tanto, inclui-se como controle a proporção da população do município em relação a população nacional (PPOP). Entretanto, a relação entre a produtividade e o custo de vida pode não ser linear, ou seja, o efeito marginal na produtividade causado pelo aumento do custo de vida seria diferente para níveis de custo de vida diferentes. A fim de capturar essa não linearidade, acrescenta-se ao modelo, a proporção da população municipal ao quadrado (PPOPQ). Espera-se que o coeficiente dessa variável seja negativo, ou seja, o aumento do tamanho das cidades causaria um aumento no custo de vida a taxas decrescentes devido aos ganhos com a própria aglomeração. Além disso, *dummies* macrorregionais controlam características do sistema de inovação regional brasileiro, não medidas pelas outras variáveis.

Um aspecto inovador do artigo é usar o método de Arraiz et al. (2010) que, em termos de modelo de regressão espacial, considera a possibilidade de autocorrelação espacial na variável dependente e nos resíduos, Equações 1 e 2, respectivamente. Esse modelo espacial permite que o termo de erro, ϵ_i , na equação dos resíduos defasados, tenha estrutura desconhecida. Assim, é possível corrigir a heterocedasticidade e as dependências espaciais de estimações baseadas em Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), por exemplo. Outra vantagem da utilização desse método é a estimação do desvio-padrão do parâmetro dos resíduos defasados (γ).

Esse método também lida com a endogeneidade da variável $W*PRO_{j,t+2010}$. A produtividade defasada espacialmente pode estar correlacionada com o erro da equação devido à características regionais que não são observadas ou de difícil mensuração pelo econométrico, como a cultura regional. Sua operacionalização ocorre por meio do método generalizado dos momentos (GMM) juntamente com variáveis instrumentais (IV) em quatro passos, cujo objetivo é estimar γ eficientemente. No primeiro passo, utiliza-se os instrumentos que são as próprias variáveis independentes defasadas espacialmente para gerar os resíduos na Equação 1, ϵ_{it} , por MQO em 2 estágios. No passo dois, estima-se a Equação 2, utilizando GMM, por mínimos quadrados generalizados (MQG). A estimativa do γ , então, é utilizada para reestimar a matriz de covariância de ϵ_i e corrigir as variáveis do sistema. Dessa forma, tem-se estimadores consistentes para γ , mas ainda ineficientes. No terceiro passo, aplica-se novamente o MQO em dois estágios para reestimar a Equação 1, utilizando as variáveis transformadas. No quarto e último passo, novamente são gerados os resíduos que são utilizados para reestimar o parâmetro por MQG/GMM.

3.2 Descrição dos dados e construção das variáveis

Para captar o impacto do transbordamento de conhecimento no menor nível geográfico com dados disponíveis para os anos de 2000 e 2010, foram utilizados dados por municípios. A base, então, é composta por 5460 cidades brasileiras¹.

Com base na seção 2.2, usa-se, como *proxy* para medir a produtividade urbana, a massa salarial municipal dividida pela quantidade de trabalhadores formais, sendo ambos extraídos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A variável extraída da base de dados *on line* do sítio do MTE é o valor dos salários nominais em dezembro. A medida de produtividade aqui usada é similar à dos autores Ciccone e Hall (1996) e Harris e Ionnides (2000), que definem produtividade como renda por pessoa.

Os dados foram deflacionados de acordo com o procedimento sugerido por Freitas e Simões (2012), que consideram a variação do ní-

¹ Em 2000, havia 5508 cidades no Brasil. Entretanto, somente para 5460 havia dados disponíveis para a realização desse trabalho.

vel de preços de cada macrorregião. Para seu cálculo, mudou-se a ponderação do IPCA a nível nacional, cujo deflator de uma macrorregião é ponderado apenas pelas cidades pertencentes à respectiva região.

Para o cálculo do grau de especialização, diversificação e competição local, utilizam-se os dados de estoque de trabalhador e quantidade de estabelecimentos coletados no MTE/RAIS para o ano de 2000 para os setores de alta e média-alta intensidade tecnológica definidas em Furtado e Carvalho (2005). Segundo estes autores, são setores de média-alta intensidade tecnológica: informática, máquinas e equipamentos, instrumentos e veículos. Por outro lado, são setores de alta intensidade tecnológica: material e máquinas elétricas, máquinas eletrônicas e outro material de transporte, como aviação, por exemplo.

O nível de especialização dos municípios (SPE) nesses setores é calculado pelo quociente locacional, que divide a participação setorial no total do emprego municipal em relação à participação do mesmo setor no total do emprego nacional. Assim, quanto maior esse índice, maior a especialização do município nos setores industriais mais intensivos em tecnologia.

O grau diversificação econômica de uma cidade (DIV) é mensurada pelo inverso do índice de Hirschman-Herfindahl (LIM, 2007). Altos valores para esse indicador significam que a cidade apresenta relativa diversificação dos setores industriais mais intensivos em tecnologia.

A competição local (COM) entre os setores industriais mais intensivos em tecnologia é definida como o número de estabelecimentos por trabalhador, nos setores de alta intensidade tecnológica da cidade, dividido pelo número de estabelecimentos por trabalhador nos mesmos setores a nível nacional. Quanto maior o seu valor, maior a competição na economia local, em relação à economia nacional. Maior competição pode acelerar a adoção de inovações e promover crescimento industrial e aumento de produtividade (GLEASER et al., 1992).

Como mensuração do estoque de capital humano (HK) nos municípios foi utilizada a escolaridade média da população acima de 10 anos de idade em 2000 do Censo 2000 do IBGE.

Para medir o hiato tecnológico (IGAP) entre as cidades, utiliza-se o valor adicionado das firmas inovadoras e exportadoras com mais de 30 empregados (ValorA), elaborado pelo IPEA/

CEDEPLAR. Essas instituições classificaram as empresas industriais brasileiras em três categorias de acordo com a estratégia inovadora ou ausência desta (LE MOS et al., 2005). A primeira delas, usada nesse trabalho, constitui as empresas tipo A, que são aquelas criadoras de produtos novos a nível nacional e exportadoras de produtos a preços 30% maiores do que a média do mercado. Essas firmas desenvolveram produtos inovadores e sua estratégia é baseada na diferenciação no mercado internacional. Isso significa que essas empresas apresentam os padrões mais elevados de tecnologia e inovação das empresas brasileiras por produzirem produtos de maior valor adicionado.

A variável IGAP, adaptada de Lim (2007), é definida como o valor adicionado de empresas inovadoras e exportadoras da cidade líder (aquela que apresenta maior valor, São José dos Campos) dividido pelo valor adicionado das outras cidades. No caso do presente artigo, pretende-se verificar se o nível de produtividade municipal está vinculado ao hiato inovativo das cidades, esperando-se que, quanto maior a diferença inovativa entre a cidade líder e a cidade de referência, menor seja o nível de produtividade.

Todas as variáveis independentes foram medidas no início da década, no ano de 2000, a fim de atenuar problemas de endogeneidade ou causalidade reversa, tendo em vista que a variável dependente, nível de produtividade, é medida em 2010. Nessa literatura não é incomum encontrar grandes defasagens temporais (GLEASER et al. 1992; LIM, 2007; DA MATA et al., 2005), visto que esses modelos derivam de modelos de crescimento de longo prazo.

4 Resultados empíricos

4.1 Análise descritiva das variáveis

A Tabela 1 mostra que o nível de produtividade urbana varia de acordo com o tamanho da cidade, sendo maior para as metrópoles e menor para as cidades pequenas, tanto em 2000 quanto em 2010. As estatísticas também mostram que as cidades maiores (metrópoles e grandes) são especializadas em setores de alta tecnologia ou de média-alta e alta tecnologia, pois apresentam quociente locacional maior que um, em média. Isso representa indícios de que os grandes aglomerados urbanos brasileiros têm melhores condições para fomentar

o desenvolvimento tecnológico. Ao mesmo tempo, o grau de diversificação desses setores também é maior nas metrópoles e cidades grandes. Já o nível

de competição local dos setores de alta intensidade tecnológica é maior nas cidades médias.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas de variáveis selecionadas por tamanho das cidades. Período: 1999-2010

Variáveis	Metrópoles		Grandes		Médias		Pequenas		Todas	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Produtividade urbana (2000)	912,28	181,53	769,12	245,40	617,33	214,30	358,41	163,74	370,24	176,36
Produtividade urbana (2010)	1152,03	297,22	931,89	217,70	797,03	245,65	550,86	155,42	562,25	170,24
Especialização industrial em alta tecnologia (2000)	1,69	2,45	1,35	2,11	0,80	1,34	0,14	1,04	0,17	1,08
Diversificação industrial em alta tecnologia (2000)	4,84	2,11	3,65	1,49	2,07	1,34	1,03	0,20	1,08	0,46
Competição Local industrial em alta tecnologia (2000)	1,78	1,19	3,34	3,35	5,64	10,05	0,97	4,85	1,15	5,19
Especialização industrial alta e média-alta tecnologia (2000)	1,13	1,04	1,15	1,27	0,80	0,90	0,14	0,57	0,17	0,602
Diversificação industrial alta e média-alta tecnologia (2000)	8,57	3,00	5,24	2,08	3,43	1,91	1,12	0,48	1,23	0,864
Competição Local industrial alta e média-alta tecnologia (2000)	1,89	1,13	2,32	1,86	3,82	5,27	2,19	7,06	2,25	6,995
Hiato Tecnológico (2000)	3,27	2,19	5,07	4,62	10,51	7,81	19,94	3,21	19,52	4,06
Capital Humano (2000)	16,56	5,47	12,23	4,79	9,00	5,21	3,07	2,55	3,34	3,04
Porporção da população municipal (% da população nacional)	1,56	1,56	0,41	0,09	0,12	0,06	0,01	0,01	0,02	0,11
Quadrado da porporção da população municipal	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
População total (2000)	34.389.320		12.583.713		39.628.005		82.894.464		169.495.502	
Valor agregado (% do total)	23,34		21,61		36,54		18,51		100,00	
Patentes 1999-2001 (% do total)	50,73		8,95		25,92		14,40		100,00	
Quantidade de cidades	13		18		193		5236		5460	

Fonte: Elaboração própria.

Nota: DP = Desvio-padrão. A classificação das cidades pelo tamanho foi baseada nos trabalhos de Andrade e Serra (2001) e Lemos et al. (2003). Metrôpoles são cidades com mais de 1 milhão de habitantes, cidades grandes têm entre 500 mil e 100 milhão de habitantes, cidades médias têm entre 100 mil e 500 mil habitantes e cidades pequenas menos de 100 mil habitantes.

Comparando o nível tecnológico das cidades brasileiras por meio do valor adicionado das empresas inovadoras e exportadoras (ValorA) do IPEA/CEDEPLAR e a quantidade de patentes registradas no Instituto de Nacional Propriedade Industrial (INPI), observa-se que as cidades médias se destacam pela concentração de ValorA e concentração de patentes. Essas cidades concentram 36,54% do valor adicionado e um quarto das pa-

tentes depositadas no País no período 1999-2001. As metrópoles, apesar de apresentar 50,73% das patentes nacionais, apresentam apenas 23,34% do valor adicionado das empresas inovadoras e exportadoras em 2000. Esses resultados sugerem que as cidades médias vêm se tornando relevantes na produção manufatureira de bens intensos em tecnologia, apesar de o desenvolvimento desses produtos ainda depender das metrópoles e

cidades grandes, dado que nessas localidades há concentração de serviços produtivos apropriados a etapas mais decisivas da invenção e criação, além de serviços necessários à introdução da inovação no mercado consumidor. Assim, o percentual de 36,54% para valor adicionado sugere que as cidades médias brasileiras assumem a função de abrigar plantas produtivas, embora o trabalho de criação e desenvolvimento esteja vinculado às grandes metrópoles.

4.2 Resultados

O teste de Moran (MORAN, 1948) é apresentado na Tabela 2. Utilizando o método de seleção de Ertur, Le Gallo e Baumont (2006), as matrizes Queen e distância inversa são aquelas com maior I de Moran entre as matrizes que consideram somente os vizinhos mais próximos e a distância de todas as cidades do Brasil, respectivamente.

Para ambas as matrizes, existem evidências significativas de que a produtividade urbana tem uma dependência espacial positiva, ou seja, cidades com alto nível de produtividade estão próximas de outras com valores também altos para o nível de produtividade e vice-versa. Esse resultado implica a existência de agrupamentos urbanos cujos membros apresentam produtividade elevada (ou inferior) se comparada com a média nacional. Esses agrupamentos podem ser identificados, utilizando as estatísticas do tipo *Local Indicator of Association* (LISA) (Anselin, 1995).

Tabela 2 – Teste de Moran para produtividade urbana (2000-2010)

Pesos espaciais	Produtividade urbana em 2000	Prob.	Produtividade urbana em 2010	Prob.
Queen	0,41	0,00	0,43	0,00
5 Vizinhos mais próximos	0,40	0,00	0,42	0,00
10 Vizinhos mais próximos	0,40	0,00	0,41	0,00
15 Vizinhos mais próximos	0,39	0,00	0,40	0,00
Distância Inversa	0,25	0,00	0,24	0,00
Distância	0,25	0,00	0,23	0,00

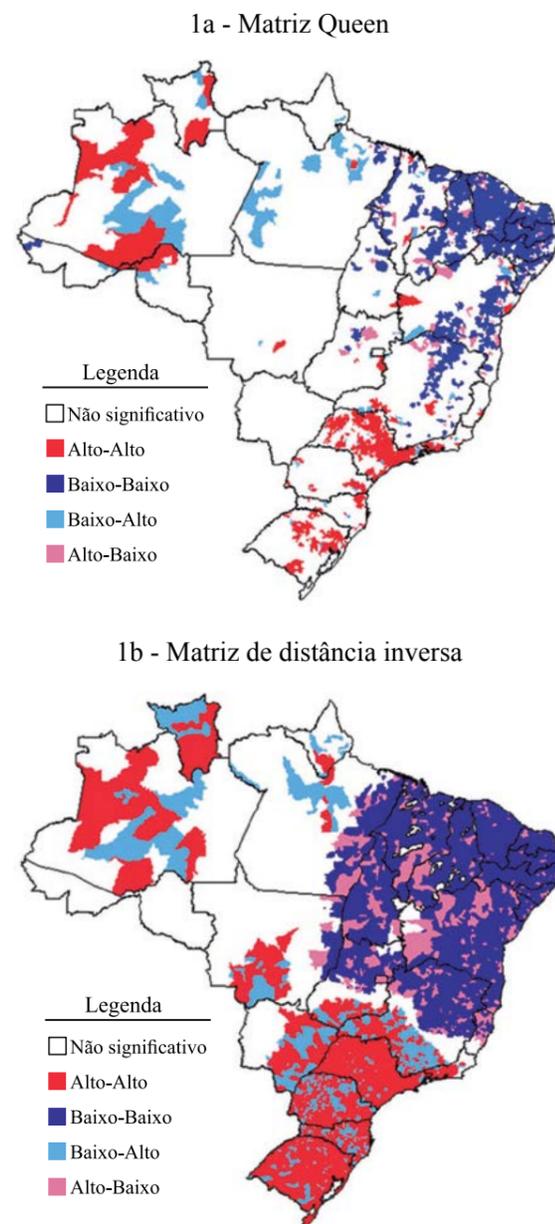
Fonte: Elaboração própria utilizando o software Geoda.

Nota: Teste de Moran realizado com 9999 permutações.

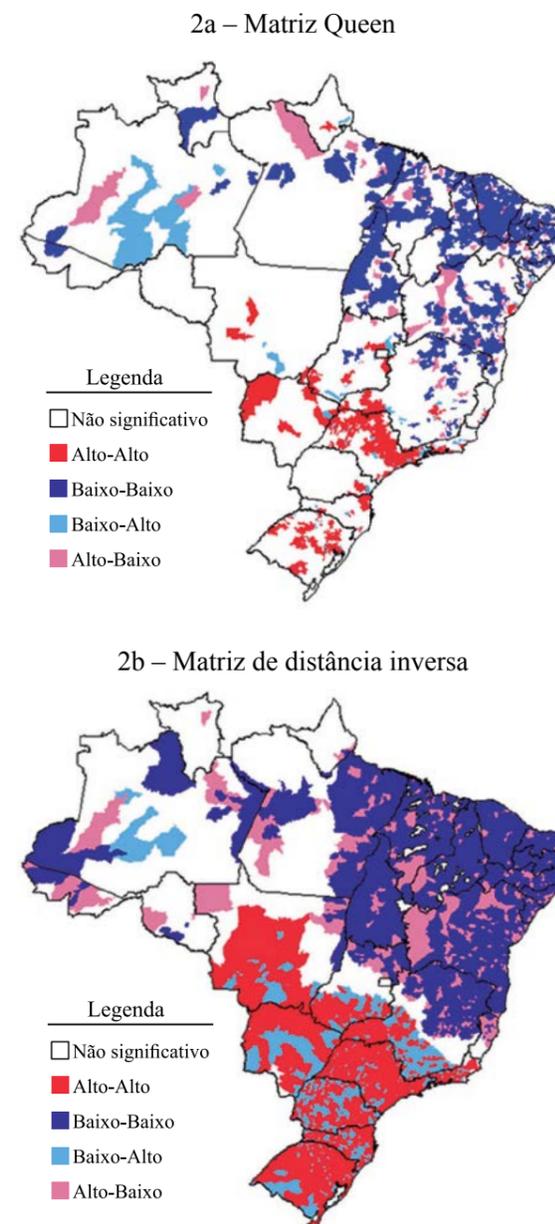
Duas características são claramente observadas pelas Figuras 1 e 2 e na Tabela 3. A primeira é a diferença entre as cidades com coeficientes significativos quando se altera a matriz de pesos. Enquanto o valor do coeficiente de Moran é maior para a matriz Queen, a quantidade de coeficientes significativos é maior para a matriz de distância inversa. Isso implica que apesar de o I de Moran capturar um efeito espacial médio positivo maior com a matriz Queen, individualmente, pouco desse efeito é significativo para os municípios, enquanto que o oposto acontece com a matriz de distância inversa. Esse resultado sugere que a externalidade causada pela produtividade tem efeitos mais abrangentes, ou seja, impacta vizinhos mais distantes e não somente aqueles com fronteira em comum.

A segunda característica é a divisão norte-sul para os clusters de produtividade. Essa diferença é ainda mais visível nas Figuras 1b e 2b onde as regiões Sul e Sudeste compõem um grande cluster alto-alto, ou seja, cidades com alta produtividade cercadas por cidades com, também, produtividade alta. O Nordeste e o leste da região Norte compõem um grande aglomerado onde as cidades têm baixa produtividade.

As Figuras 1a e 2a que utilizam a matriz Queen também mostram essa polarização da produtividade com aglomerados menores. Identifica-se um *cluster* do tipo alto-alto compreendido pelas cidades de São Paulo, São Caetano do Sul, Santo André, Guarulhos, Mogi das Cruzes e cidades do entorno. No Nordeste, o cluster Baixo-Baixo compõem mais cidades do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

Figura 1 – Mapas de *clusters* espaciais da produtividade urbana em 2000

Fonte: Elaboração própria usando os softwares GeoDa e ArcView 1.91.

Figura 2 – Mapas de *clusters* espaciais da produtividade urbana em 2010

Fonte: Elaboração própria usando os softwares GeoDa e ArcView 1.91.

Tabela 3 – Número de municípios por agrupamentos da produtividade urbana (2000-2010)

Cluster	Produtividade 2000		Produtividade 2010	
	Queen	Distância inversa	Queen	Distância inversa
Não sig	3.659	634	3.599	527
Alto-Alto	601	1.659	623	1.653
Baixo-Baixo	1.022	2.051	1.039	2.094
Baixo-Alto	94	727	96	811
Alto-Baixo	84	389	103	375

Fonte: Elaboração própria utilizando o software GeoDa.

Nota: LISA calculado com 9999 permutações.

Para a análise econométrica, as variáveis foram padronizadas, subtraindo cada observação de sua média e dividindo pelo desvio-padrão, para colocar as variáveis numa mesma escala e facilitar a interpretação dos coeficientes.

A Tabela 4 apresenta os resultados para as estimações utilizando método de MQO. Todas as estimações são favoráveis às teorias de MAR e Jacobs. Os coeficientes do índice de especialização (SPE) e diversificação (DIV) em indústrias mais intensivas em tecnologia são positivos e significativos a 5%. Nota-se que o efeito da diversificação é maior para os setores de alta intensidade tecnológica, enquanto que, com a inclusão dos setores de média-alta intensidade tecnológica, o efeito da especialização é superior. O efeito da competição local não se mostrou significativo na maioria das estimações. Essa conclusão é robusta à inclusão

das variáveis macrorregionais.

O sinal negativo do hiato tecnológico (IGAP) indica que o nível de produtividade urbana é inversamente relacionado à diferença entre o nível de produtividade da cidade líder em termos de valor agregado de empresas inovadoras e a cidade de referência. Ou seja, quanto maior o hiato tecnológico menor o nível médio de produtividade urbana, sinalizando a importância da inovação para o nível de produtividade.

O nível de escolaridade (HK) apresentou coeficiente positivo e significativo em todas as estimações. Além disso, a escolaridade da população se apresenta como o principal determinante da produtividade urbana, visto o tamanho do coeficiente comparado com os das outras variáveis dos modelos.

Na última parte da Tabela 4, estão expostos os testes de dependência espacial (multiplicador de Lagrange) para a defasagem espacial da variável dependente (LM-LAG) e para o erro autorregressivo (LM-ERR), segundo as duas matrizes de pesos espaciais usadas (Queen e Matriz de distância inversa). Utilizando o método de Florax et al. (2003), observa-se, que a 5% de significância, os modelos estimados apresentam dependência na variável dependente e no erro. Além disso, as hipóteses de homocedasticidade e normalidade dos resíduos são rejeitadas pelos testes de Koenker-Basset e Jarque-Bera, respectivamente. Isso significa que as estimações fornecem coeficientes inconsistentes e tendenciosos.

Tabela 4 – Condicionantes da produtividade urbana no Brasil: estimação por MQO e testes de dependência espacial específicos. Período: 2000-2010

Variáveis	Alta intensidade tecnológica		Alta + média-alta intensidade tecnológica	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Diversificação (DIV)	0,07***	0,07***	0,04**	0,04**
Competição local (COM)	0,00	0,00	0,02**	0,00
Especialização (SPE)	0,06***	0,06**	0,12***	0,12***
Capital Humano (HK)	0,37***	0,22***	0,35***	0,21***
Hiato tecnológico (IGAP)	-0,19***	-0,19***	-0,17***	-0,17***
Proporção da população (PPOP)	0,02	0,15***	0,06*	0,19***
Proporção da população ² (PPOPQ)	-0,01	-0,12***	-0,03	-0,13***
Norte	-	-0,38***	-	-0,37***
Nordeste	-	-0,50***	-	-0,49***
Centro-Oeste	-	-0,04	-	-0,02
Sul	-	0,14	-	0,14***
R ² -ajustado	0,31	0,36	0,31	0,36
Condição de Multicolinearidade	5,97	6,24	6,34	6,59
AIC	13512	13106	13450	13055
SC	13565	13185	13503	13134
Estatística de Jarque-Bera	7985***	12564***	17014***	22679***
Teste de Koenker-Basset	20,27***	22,42**	18,66***	21,45**
Estatística F	344,15***	275,07***	356,93***	282,36***
Número de observações	5460	5460	5460	5460
Testes para autocorrelação espacial				
Queen	(1)	(2)	(3)	(4)
LM-ERR	631,69***	487,05***	598,45***	460,61***
LM-ERR (ROBUSTO)	14,02***	13,75***	14,96***	15,29***
LM-LAG	1100,32***	753,47***	1064,09***	730,44***
LM-LAG (ROBUSTO)	482,65***	280,17***	480,60***	285,11***
LM-SARMA	1114,34***	767,22***	1079,05***	745,72***
Distância Inversa	(1)	(2)	(3)	(4)
LM-ERR	5524,60***	2231,93***	5244,67***	2135,37***
LM-ERR (ROBUSTO)	3406,20***	909,72***	3253,13***	886,76***
LM-LAG	2605,15***	1518,49***	2471,68***	1442,23***
LM-LAG (ROBUSTO)	486,74***	196,28***	480,14***	193,62***
LM-SARMA	6011,34***	2428,21***	5724,81***	2328,99***

Fonte: Elaboração própria utilizando o software GeodaSpace.

Nota: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; * Significativo a 10%.

A Tabela 5 apresenta os resultados para os modelos espaciais, segundo o método de Arraiz et al. (2010). O coeficiente de I de Moran aparece na última linha da tabela mostrando que a correlação espacial foi totalmente controlada. O efeito da externalidade da produtividade é positivo e significativo em todas as estimações. Seu efeito é o maior entre todos os outros determinantes dos modelos, medido pelo tamanho dos coeficientes. Isso mostra que cidades próximas de outras com alta pro-

ductividade se beneficiam por meio de economias externas inter-regionais. O aumento do coeficiente da variável dependente defasada espacialmente, quando se utiliza a matriz de distância inversa, corrobora o resultado anterior no qual o efeito da externalidade da produtividade não está limitado aos vizinhos mais próximos, mas também impacta de maneira positiva os vizinhos mais afastados. Evidências anteriores de transbordamentos de produtividade no Brasil são também encontrados em

Perobeli *et al.* (2007), mas limitadas ao setor agrícola e em Galinari e Lemos (2007) para o salário por hora trabalhada dos municípios paulistanos.

Em relação às externalidades de diversificação em setores industriais de maior intensidade tecnológica (DIV), não se observa robustez de seus resultados nesse artigo. Seu efeito é significativo somente quando se utiliza a matriz de distância inversa e sem a adição das *dummies* macrorregionais. Ou seja, em apenas duas especificações (5 e 6) da Tabela 5, entre as oito testadas, ocorre resultado positivo e significativo para tal variável. Esse resultado difere de outros da literatura brasileira quando se considera diversificação e/ou especialização da indústria em seu conjunto, sem distinguir os setores por intensidade tecnológica. Galinari et al. (2007) e Dalberto e Staduto (2013) encontram evidências da influência das externalidades de diversificação sobre os salários industriais brasileiros nos anos de 1991, 2000 e 2010. Em geral, constatou-se que cidades com base industrial diversificada possuem salários médios mais elevados. Somente Badia e Figueiredo (2007) encontram que ambos os tipos de externalidades, tanto de especialização quanto de diversificação, são importantes, embora o *timing*

do impacto seja diferenciado.

Por outro lado, as externalidades de especialização (SPE) mostram resultado diferente, sendo significativas em sete das oito especificações. Isso mostra que tanto os setores de alta tecnologia, considerados isoladamente, quanto os de média-alta tecnologia em conjunto com os anteriores, são importantes fatores para se explicar o nível de produtividade urbana. Comparando tais resultados com outros obtidos para a literatura brasileira, nota-se que a importância das externalidades de especialização também foi constatada por Catela, Gonçalves e Porcile (2010) para o grupo de cidades de maior renda do Brasil. O argumento usado pelos autores baseia-se na ideia de que as atividades industriais com maior conteúdo de conhecimento tecnológico presentes nessas maiores cidades dependeriam da especialização para atingir retornos crescentes e, desse modo, obter maiores efeitos em termos de desempenho urbano. Como o presente artigo foca em especialização e/ou diversificação de atividades com maior conteúdo tecnológico, o mesmo argumento poderia ser usado aqui para explicar a importância das externalidades de especialização *vis-à-vis* as de diversificação.

Tabela 5 – Condicionantes da produtividade urbana brasileira: estimação por métodos espaciais. Período: 2000-2010

Variáveis	QUEEN				Distância Inversa			
	Alta		Alta + Média-Alta		Alta		Alta + Média-Alta	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
W*Produtividade 2010	0,60***	0,55***	0,60***	0,55***	0,75***	0,85***	0,75***	0,84***
Diversificação (DIV)	0,02	0,02	0,01	0,00	0,04**	0,04**	0,02	0,03
Competição local (COM)	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Especialização (SPE)	0,03	0,03*	0,07***	0,07***	0,04*	0,04*	0,08***	0,08***
Capital Humano (HK)	0,19***	0,16***	0,18***	0,15***	0,14***	0,14***	0,13***	0,13***
Hiato tecnológico (IGAP)	-0,13***	-0,13***	-0,12***	-0,12***	-0,16***	-0,16***	-0,15***	-0,15***
População (PPOP)	0,14***	0,18***	0,15***	0,20***	0,23***	0,24***	0,25***	0,25***
População ² (PPOPQ)	-0,11***	-0,14***	-0,11***	-0,15***	-0,18***	-0,18***	-0,19***	-0,19***
Norte	-	-0,08**	-	-0,08**	-	-0,02	-	-0,01
Nordeste	-	-0,12***	-	-0,12***	-	0,06	-	0,07
Centro-Oeste	-	0,03	-	0,04	-	0,00	-	0,01
Sul	-	0,10***	-	0,10***	-	-0,07	-	-0,07
Constante	-0,02***	0,01	-0,02***	0,00	0,02	0,01**	0,02	0,01
Lambda	-0,40***	-0,37***	-0,40***	-0,37***	0,53***	0,54***	0,53***	0,54***
Pseudo-R ²	0,44	0,45	0,45	0,45	0,42	0,42	0,42	0,42
Pseudo-R ² espacial	0,38	0,40	0,38	0,40	0,36	0,28	0,36	0,29
I de Moran	-0,12	-0,10	-0,12	-0,10	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria com base no software GeoDaSpace.

Nota: *** Significativo a 1%; ** Significativo a 5%; * Significativo a 10%.

Outro argumento da literatura que poderia ser usado para explicar a importância das economias de localização (SPE) *vis-à-vis* a falta de importância das economias de diversificação (DIV) nesse artigo é do Beaudry e Schiffauerova (2009). Os autores destacam que o primeiro tipo de externalidade, por gerar inovação incremental e inovações de processo, seria importante para aumentar a produtividade, ao passo que o segundo tipo, por gerar produtos novos, seria importante para criar novos empregos. Logo, tal explicação é compatível com a medida de desempenho usada nesse trabalho (salários por trabalhadores), *proxy* de produtividade urbana.

Outra medida de externalidade da literatura, a competição local (COM), apresentou coeficientes negativos e não significativos para todas as estimativas. Esse resultado é similar ao dos trabalhos de De Lucio, Herce e Goicolea (2002) e Lim (2007).

No Brasil, também não parece haver relação entre o nível de competição local e o nível de produtividade urbana, ao menos para o período investigado. Esse resultado difere de Silva e Silveira Neto (2007), que encontrou sinais negativos e significativos para esta variável, embora a variável dependente (crescimento dos empregos) e o nível de agregação regional (estados) difiram do presente trabalho. Como tal variável mede o tamanho relativo do estabelecimento, os autores afirmaram que o crescimento relativo do emprego era maior quando o tamanho médio do estabelecimento era menor.

Em relação às outras variáveis de controle da regressão, as evidências são comentadas a seguir. O capital humano (HK) apresenta um efeito positivo e significativo na produtividade dos municípios brasileiros, assim como esperado. Isso ratifica a importância da educação para o desenvolvimento econômico urbano. Evidências similares para a literatura internacional podem ser vistas em Rauch (1993), que relacionam maiores níveis médios de capital humano de cidades americanas a maiores níveis salariais.

O coeficiente negativo e significativo para o hiato tecnológico (IGAP) mostra a importância da inovação para o nível de produtividade. Em geral, o nível de produtividade urbana varia negativamente com o hiato tecnológico. Isso quer dizer que, quanto maior a distância da cidade líder, menor é o nível de produtividade urbana.

As *dummies* macrorregionais, nas especifica-

ções 1 a 4, apresentam resultado esperado, ou seja, cidades da região Norte e Nordeste apresentam menor produtividade do que as cidades da região Sudeste. As cidades sulinas apresentam, porém, maior nível de produtividade urbana que as do Sudeste. Esse resultado corrobora a polarização Norte-Sul do nível de produtividade das cidades brasileiras. Nas especificações 5 a 8, que usam a matriz de distância inversa, a influência macrorregional nas diferenças de produtividade parece, porém, desaparecer.

As variáveis que representam a escala urbana (PPOP e PPOPQ) revelam que o nível de produtividade urbana apresenta relação positiva com a dimensão da cidade. Porém, a partir de certo limiar, a relação entre escala urbana e nível de produtividade passa a ter sinal negativo.

Em suma, as evidências trazidas por esse artigo sinalizam que alguns tipos de externalidades urbanas exercem maior influência sobre o nível de produtividade. Em particular, a especialização urbana em setores de maior intensidade tecnológica (alta e média-alta) é benéfica ao nível de produtividade. Esse resultado prevalece após se controlar variáveis que captam os transbordamentos espaciais de produtividade ($W \cdot \text{Produtividade}$), os efeitos fixos macrorregionais (*dummies* macrorregionais), o nível de escolaridade da população (HK), a distância tecnológica da cidade líder (IGAP) e os efeitos de economias de urbanização (PPOP e PPOPQ). Outros tipos de externalidades urbanas discutidas na literatura, como de competição (COM) e a de diversificação (DIV) não parecem influir sobre o nível de produtividade urbana de 2010 quando a unidade geográfica utilizada é a municipal. O efeito da externalidade causada pela produtividade não está limitado aos vizinhos mais próximos, e seu efeito é mais forte quando ponderado também pela distância de todas as cidades brasileiras.

5 Conclusão

Esse trabalho buscou verificar se o transbordamento de conhecimento gerado pela especialização, diversificação e/ou competição local em setores de maior intensidade tecnológica influenciam na produtividade urbana brasileira em 2010. Na literatura nacional, esse efeito ainda é contraditório e pouco explorado quando se analisam as externalidades de conhecimento provenientes de setores industriais de alta tecnologia. Para atingir tal

objetivo, a partir de informações relativas a 5460 cidades, utilizam-se técnicas espaciais de análise exploratória e regressão.

A análise exploratória (AEDE) sugeriu a existência de autocorrelação espacial positiva no nível de produtividade urbana, com a existência de dois grandes *clusters* no Brasil. No primeiro, do tipo alto-alto, há municípios das regiões Sudeste e Sul. No segundo, do tipo baixo-baixo, há municípios da região Nordeste.

Os resultados econométricos mostram evidências de efeito da proximidade sobre o nível de produtividade das cidades. Esse efeito é evidenciado tanto quando a definição de vizinhança é ter uma fronteira comum (matriz Queen) quanto mensurado pela distância inversa. Esse efeito pode ocorrer devido ao transbordamento de conhecimento. Porém, esse artigo não avança no sentido de determinar por quais meios essa externalidade da produtividade age, o que poderia ser objeto de futura investigação.

As externalidades geradas pela especialização industrial em setores de maior intensidade tecnológica, considerando-se setores de alta tecnologia como os de média-alta e alta tecnologia juntos, mostraram-se condicionantes importantes do nível de produtividade urbana de 2010. Por outro lado, a diversificação urbana em indústria de alta e média-alta tecnologia não se mostrou significativa. Isso significa que a especialização urbana em setores de maior intensidade tecnológica pode ser mais necessária que a diversificação para induzir efeitos no desempenho econômico, medido aqui por nível de salários por trabalhadores. A competição local, também considerada pela literatura uma forma de medir externalidades espaciais, também não apresentou efeito significativo sobre a produtividade urbana.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte da FAPEMIG e CNPq, além das sugestões do Prof. Pedro Amaral (CE-DEPLAR/UFMG) e dos avaliadores anônimos de versões anteriores do texto. Erros e omissões são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Referências

- ANDRADE, T. A. O.; SERRA, R. V. Crescimento econômico nas cidades médias brasileiras. In: ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. (Orgs.). **Cidades médias brasileiras**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. p. 213-249.
- ANSELIN, L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. In: LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. (Eds.). **Geographic information System: principles, techniques, management and application**. Cambridge: Geoinformation Int. 1999. p. 251-264.
- ANSELIN, L. Local indicator of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, abr.-jun. 1995.
- ARRAIZ, I.; DRUKKER, D. M.; KELEJIAN, H.; PRUCHA, I. R. A spatial cliff-ord-type model with heteroskedastic innovations: small and large sample results. **Journal of Regional Science**, v. 60, n. 2, p. 592-614, maio-jul. 2010.
- ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, v. 29, n. 3, p. 155-172, jun.-ago. 1962.
- BADIA, D. B.; FIGUEIREDO, L. Impacto das externalidades dinâmicas de escala sobre o crescimento do emprego industrial nas cidades brasileiras. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 10, n. 2, p. 123-167, abr.-jun. 2007.
- BEAUDRY, C.; SCHIFFAUEROVA, A. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 318-337, mar. 2009.
- BOSTIC, R.; GANS, J.; STERN, S. Urban productivity and factor growth in the late nineteenth century. **Journal of Urban Economics**, v. 41, n. 1, p. 38-55, jan.-mar., 1997.

CARLINO, G. A.; CHATTERJEE, S.; HUNT, R. **Knowledge spillovers and the economy of Cities**. Philadelphia: Federal Reserve Bank of Philadelphia, 2001. (Working Paper, 01-14).

CATELA, E. Y. S.; GONÇALVES, F. O. Convergência, para onde? uma análise da dinâmica de distribuição de renda *per capita* a partir do modelo de misturas finitas. **Economia Aplicada**, v. 13, n. 3, p. 441-461, jul.-set, 2009.

CATELA, E. Y. S.; GONÇALVES, F.; PORCILE, G. Brazilian municipalities: agglomeration economies and development levels in 1997 and 2007. **Cepal Review**, n. 101, p. 141-156, ago. 2010.

CICCONI, A.; HALL, R. E. Productivity and the density of economic activity. **The American Economic Review**, v. 86, n. 1, p. 54-70, mar.-jun. 1996.

DALBERTO, C. R.; STADUTO, J. A. R. Uma análise das economias de aglomeração e seus efeitos sobre os salários industriais brasileiros. **Rev. Econ. Contemp.**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 539-569, set.-dez. 2013.

DA MATA, D.; DEICHMANN, U.; HENDERSON, J. V.; LALL, S. V.; WANG, H. G. Determinants of city growth in Brazil. **Journal of Urban Economics**, v. 62, n. 2, p. 252-272, sep. 2007.

DAVIS, J. C.; HENDERSON, J. V. The agglomeration of headquarters. **Regional Science and Urban Economics**, v. 38, n. 5, p. 445-460, set.-dez. 2008.

DE LUCIO, J. J.; HERCE, J.; GOICOLEA, A. The effect of externalities on productivity growth in Spanish industry. **Regional Science and Urban Economics**, v. 32, n. 2, p. 241-258, mar.-jun. 2002.

DINIZ, C. C. Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração, nem contínua polarização. **Nova Economia**, v. 3, n. 1, p. 35-64, set.-dez. 1993.

DRENNAN, M.; LARSEN, S.; LOBO J.; STRUMSKY, D.; UTOMO, W. Sectoral shares, specialization and metropolitan wages in the United States, 1969-96. **Urban Studies**, v. 39, n. 7, p. 1129-1142, jun. 2002.

DURANTON, G.; PUGA, D. Diversity and specialisation in cities: why, where and when does it matter? **Urban studies**, v. 37, n. 3, p. 533-555, mar.-jun. 2000.

ERTUR, C.; LE GALLO, J.; BAUMONT, C. The european regional convergence process, 1980-1995: Do spatial regimes and spatial dependence matter? **International Regional Science Review**, v. 29, n.1, p. 3-34, jan. 2006.

FELDMAN, M. P.; FLORIDA, R. The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 84, n. 2, p. 210-229, jun.-ago. 1994.

FLORAX, R. J. G. M.; FOLMER, H.; REY, S. J. Specification searches in spatial econometrics: the relevance of Hendry's methodology. **Regional Science and Urban Economics**, v. 33, n. 5, p. 557-579, set. 2003.

FREITAS, E. E.; SIMÕES, R. F. **Intensidade tecnológica e diferenciais regionais de produtividade: evidências de economias externas nas microrregiões brasileiras, 2000-2010**. 2012. Disponível em: < http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2012/04/14/241/20121211181514145270e.pdf. Acesso em: 18 dez. 2012.

FURTADO, A. T.; CARVALHO, R. Q. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan.-mar. 2005.

GALINARI, R.; CROCCO, M. A.; LEMOS, M. B.; BARQUES, M. F. D. O efeito das economias de aglomeração sobre os salários industriais: uma aplicação ao caso brasileiro. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 11, n. 3, p. 391-420, set.-dez. 2007.

GALINARI, R.; LEMOS, M. B. Economias de aglomeração no Brasil: evidências a partir da concentração industrial paulista. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., 2007, Recife. **Anais...** Recife: ANPEC, 2007.

GARCIA, F.; PONS, T.; MUSSOLINI, C. Os efeitos da qualidade do ensino sobre o crescimento econômico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2005, Natal. **Anais...** Natal: ANPEC, 2005.

GLAESER, E. L. Are cities dying? **Journal of Economic Perspectives**, v. 12, n. 2, p. 139-160, mar.-jun. 1998.

GLAESER, E. L.; KALLAL, H. D.; SCHEINKMAN, J. A.; SHLEIFER, A. Growth in cities **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 100, n. 6, p. 1126-1152, dez. 1992.

HARRIS, T. F.; IOANNIDES, Y. M. **Productivity and metropolitan density**. Medford: Universidade de Tufts, 2000. Disponível em: <<http://asetuftsedu/econ/papers/200016pdf>> Acesso em: 01 mar. 2012.

HENDERSON, J. V. Medium size cities. **Regional Science and Urban Economics**, v. 27, n. 6, p. 583-612, nov. 1997.

HENDERSON, J. V.; KUNCORO, A.; TURNER, M. Industrial development in cities. **The Journal of Political Economy**, v. 103, n. 5, p. 1067-1090, out. 1995.

HIGGS, R. American Inventiveness, 1970-1920. **The Journal of Political Economy**, Chicago, v. 79, n. 3, p. 661-667, mai.-jun. 1971.

JACOBS, J. **The economy of cities**. New York-United States: Vintage, 1969. 268p.

KE, S. Agglomeration, productivity, and spatial spillover across Chinese cities. **The Annals of Regional Science**, v. 47, n. 1, p. 157-179, ago. 2010.

LEMOS M. B.; MORO S.; DOMINGUES E. P.; RUIZ R. M. Espaços preferenciais e aglomerações industriais. In: NEGRI J. A.; SALERMO, M. (Eds.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

LIM, U. Knowledge externalities, spatial dependence, and metropolitan economic growth in the United States. **Environmental and Planning A**, v. 39, n. 4, p. 771-788, abr. 2007.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, n. 1, p. 3-42, jan. 1988.

MARSHALL, A. **Princípios de economia**. São Paulo: Nova Cultura, 1982. 272p. (Coleção dos Economistas, v. 1).

MONTENEGRO, R. L. G.; GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. S. Dinâmica espacial e temporal da inovação no Estado de São Paulo: uma análise das externalidades de diversificação e especialização. **Estudos Econômicos**, v. 41, n. 4, p. 1-34, out-dez. 2011.

MORAN, P. A. P. The interpretation of statistical maps. **Journal of Royal Statistical Society**, v. 10, n. 2, p. 243-251, nov. 1948.

PEROBELI, F. S.; ALMEIDA, E. S.; ALVIM, M. I. S. A.; FERREIRA, P. G. C. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, Belo Horizonte, p. 65-91, v. 17, n. 1, jan.-abr. 2007.

PORTER, M. **The competitive advantage of nations**. New York: The Free Press, 1990. 857p.

RAUCH, J. E. Productivity gains from geographic concentration of human capital: evidence from the cities. **Journal of Urban Economics**, v. 3, n. 3, p. 380-400, nov.-dec. 1993.

ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, out. 1986.

ROMER, P. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, p. 71-102, out. 1990.

SILVA, A. B.; MARINHO, E. Capital humano, progresso técnico e crescimento econômico: um reexame das abordagens de acumulação, inovação e difusão tecnológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2005. Natal: **Anais...** Natal: ANPEC, 2005.

SILVA, M. V. B.; SILVEIRA NETO, R. M. Crescimento do emprego industrial no Brasil e geografia econômica: evidências para o período pós-real. **Economia**, Brasília (DF), v. 8, n. 2, p. 269-288, maio-ago. 2007.

SIMMIE, J. Knowledge spillovers and reasons for the concentration of innovative SMEs. **Urban Studies**, v. 39, n. 5-6, p. 885-902, maio 2002.

VAN OORT, F. G.; OUD, J. H. L.; RASPE, O. The urban knowledge economy and employment growth: a spatial structural equation modeling approach. **Annals of Regional Science**, v. 43, n. 4, p. 859-877, dez. 2009.

WINDEN, W.; VAN DEN BERG, L.; POL, P. European cities in the knowledge economy: towards a typology. **Regional Science**, v. 44, n. 3, p. 525-549, mar. 2007.

ANÁLISE DOS EFEITOS DAS TAXAS DE CÂMBIO, DE JUROS E DA RENDA MUNDIAL SOBRE AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE MEL

Analysis of the effects of exchange rates, interest and income over the world brazilian exports of honey

Ana Claudia Sampaio de Oliveira

Economista. Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC).
E-mail: anasampaio2812@gmail.com.

Robério Telmo Campos

Eng. Agrônomo. Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco (PIMES/UFPE). Professor Titular da Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: roberio@ufc.br.

Inez Silvia Batista Castro

Economista. Doutora em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco (PIMES/UFPE). Professora da Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: inez001@live.com.

Nicolino Trompieri Neto

Economista. Doutor em Economia pela Universidade Federal do Ceará (CAEN/UFC).
Professor da Universidade de Fortaleza (UNIFOR). E-mail: nicolino.trompieri@unifor.br.

Resumo: A taxa de câmbio, a taxa de juros e a renda mundial são importantes variáveis em uma economia, pois, além de intermediar as relações comerciais e financeiras de um país com o resto do mundo, podem servir como incentivo ao investimento produtivo, gerando impacto direto sobre as exportações. Desta forma, este trabalho propõe-se a testar a existência de uma relação de longo prazo, bem como o grau de influência dessas variáveis sobre o desempenho das exportações do mel de abelha brasileiro, entre os anos 2000 e 2011. A estratégia empírica adotada foi o uso de um modelo VAR mais completo, denominado modelo vetor de correção de erros (VECM). Os resultados demonstraram que todas as variáveis explicativas são relevantes para explicar as oscilações ocorridas ao longo do tempo na variável dependente exportação de mel. Quanto à análise de curto prazo, demonstrou que existe certa defasagem de tempo para que os desequilíbrios ocorridos no curto prazo sejam corrigidos no longo prazo. Quanto à relevância de fatores que poderiam causar quebras estruturais, constatou-se que apenas o choque na taxa de câmbio, decorrido das incertezas do processo eleitoral no Brasil em 2002, justificou a inclusão de uma dummy no modelo em análise.

Palavras-chave: Comércio Internacional; Quebras Estruturais; Modelo VEC.

Abstract: The exchange rate, interest rate and world income are important variables in an economy, because in addition to mediate commercial and financial relations of a country with the rest of the world, can serve as an incentive for productive investment, generating direct impact on exports. Thus, this study proposes to test the existence of a long-term relationship and the degree of influence of these variables on the performance of exports of Brazilian honey, between 2000 and 2011. The empirical strategy was the use of a VAR model more complete model called vector error correction (VECM). The results showed that all the explanatory variables are highly relevant to explain the oscillations occurring over time in the dependent variable export of honey. As for short-term analysis demonstrated that there is some lag time for imbalances occurring in the short term will be corrected in the long run. The relevance of factors that could cause structural breaks in the model, it was found that only the shock on the exchange rate, after the uncertainties of the electoral process in Brazil in 2002, justified the inclusion of a dummy in the model analysis.

Key words: International Trade; Structural Breaks; VEC Model.

1 Introdução

As recentes transformações da economia brasileira, sobretudo as ocorridas na década de 90, representaram o que alguns estudiosos classificam como verdadeira ruptura com o padrão de desenvolvimento que vigorava até então (MAIA; LIMA, 2004).

No que se refere à apicultura no Brasil, segundo dados da FINEP (2011), esta passou da condição de “simples” produtor apenas para o consumo local, para um dos maiores produtores de mel do mundo. O Brasil ocupa o 11º lugar no *ranking* dos maiores e mais importantes produtores de mel no mundo e é o 5º em exportação, conforme dados de 2011. Ademais, o mel brasileiro de exportação é cobiçado pelos principais mercados, por ser de alta qualidade e livre de defensivos químicos. Dentre os principais mercados destacam-se, os Estados Unidos, a Alemanha e o Reino Unido (RANGEL, 2012).

Destaque-se ainda o fato de que “o Nordeste é a região que mais avança em produção e exportação de mel. Entre os dez maiores exportadores do País, a Região é representada por cinco estados, mais do que qualquer outra região” (FEITOSA; MAGALHÃES, 2012) Como não poderia deixar de evidenciar, em parte, a visualização desse cenário de crescimento deve-se à implantação de programas de incentivo e capacitação de pequenos e médios produtores da Região.

Diante do cenário do século XXI, com expansão da atividade apícola e de mudanças macroeconômicas significativas, surgem questões relevantes. A primeira seria se variáveis macroeconômicas que explicam o comportamento das exportações em geral, como o câmbio, a taxa de juros e a renda dos países compradores, também teriam o mesmo tipo de influência sobre um mercado específico, no caso, o mercado de mel. É sabido que, muitas vezes, a política macroeconômica pode se espalhar de maneira diversa territorialmente e também setorialmente. Portanto, o que influencia significativamente as exportações, em geral, pode não afetar com a mesma intensidade as exportações de mel. Observe que, do ponto de vista microeconômico três fatores podem influenciar as vendas de mel ao exterior de maneira decisiva: i) O consumo de mel pode representar uma pequena parcela da renda dos consumidores; ii) a atividade ter sido

alvo de programas de incentivos na última década; iii) a presença de embargos às exportações deste produto para países concorrentes neste mesmo período, bem como em razão de embargo do mel brasileiro pela Europa em 2006.

Portanto, suscita-se o seguinte questionamento: a taxa de câmbio, a taxa de juros e a renda mundial foram particularmente importantes para o crescimento das exportações do setor apícola brasileiro no período compreendido entre janeiro de 2000 e dezembro de 2011?

Com o objetivo de responder tal questionamento, o presente trabalho propõe-se a testar a possível existência de uma relação de longo prazo entre as variáveis taxa de câmbio, taxa de juros e renda mundial sobre o desempenho das exportações do mel de abelha brasileiro. Para este fim, estima-se um modelo econométrico capaz de descrever o nível de sensibilidade (elasticidade) das variáveis explicativas no período em questão.

A escolha de tal período decorre, substancialmente, do fato de que, somente a partir de 2000, com o início das sanções comerciais da União Europeia aos maiores produtores e exportadores mundiais de mel, no caso, a China e a Argentina, houve significativa escassez do produto, provocando elevação no nível de preços no mercado internacional. Essa elevação, por sua vez, serviu de incentivo para que a produção nacional fosse direcionada para a exportação. Ademais, é importante destacar a ideia de que, até 2000, praticamente toda a produção do mel brasileiro, cerca de 20 mil toneladas, destinava-se a atender o mercado interno e, por vezes, o Brasil se via obrigado a importar mel da Argentina para suprir a demanda interna.

A organização deste trabalho, conta com, além desta introdução, uma segunda seção onde há um breve histórico da inserção do Brasil no mercado mundial de mel. A seguir, aborda-se a metodologia de análise, incluindo a natureza e fonte dos dados. Nas seções quatro e cinco são apresentados os resultados e sua discussão, bem como as conclusões do estudo e, finalmente, na seção seis as referências bibliográficas.

2 A inserção do Brasil no mercado mundial de mel

Conforme o destaque no portal Brasil Apícola, ligado à Confederação Brasileira de Apicultura

(2012), “o Brasil é um país apícola por natureza e por vocação”. É reconhecido internacionalmente pelo domínio da metodologia de controle e manejo das abelhas africanizadas, que por sua resistência a doenças dispensa o uso de antibióticos, além da sua grande biodiversidade de flores naturais e silvestres livres de agrotóxicos e clima favorável, vem colocando em evidência o enorme potencial para produção de “mel rico em cores, aromas e sabores, que surpreende a todos que o experimentam”. A fonte desta riqueza, segundo especialistas, deve-se à existência de seis grandes biomas predominante nas diversas regiões do País: a Amazônia, a Caatinga, o Pantanal, os Pampas Gaúchos, a Mata Atlântica e o Cerrado. Cada um desses ecossistemas permite ao Brasil produzir mel e seus derivados nos 365 dias do ano.

É importante lembrar, no entanto, que do final dos anos 90 até o início do ano 2000 a exploração da atividade apícola no Brasil, majoritariamente representada pela produção de mel, era considerada ínfima se comparada com a produção comercializada no mercado mundial. Com a imposição de sanções comerciais sobre os principais produtores mundiais, no caso Argentina e China, em meados de 2000, o Brasil encontrou-se diante da oportunidade que faltava para dar um salto na sua produção. A escassez na oferta mundial de mel elevou o seu preço, servindo de incentivo para que a produção interna fosse ampliada e direcionada para este mercado. (PAULA, 2008).

Em 2005, no entanto, com o fim do embargo e o retorno da China e da Argentina, houve um incremento na oferta para o mercado, fazendo os preços recuarem para níveis inferiores a 2002, porém acima da média histórica de US\$ 1.00/kg (PAULA, 2008). Ademais, deve-se acrescentar o fato de que, já em 2008, o preço do mel brasileiro no mercado internacional atingiu um patamar superior ao observado no período de escassez do produto (2000/2004) e, desde então, experimenta uma tendência crescente nos últimos anos.

É importante destacar que é justamente em razão dos embargos da União Europeia à China e à Argentina que, no intervalo de cinco anos, o Brasil transforma-se no 5º maior exportador de mel mundial (PAULA, 2008).

A evolução do nível das exportações brasileiras de mel pode ser constatada nos dados da Tabela 1.

Em 2006, no entanto, ao mesmo tempo em que

uma crise¹ sem precedentes atinge a produção de mel dos Estados Unidos e da Europa, a União Europeia decretou o embargo às exportações do mel brasileiro (RANGEL, 2012).

O embargo da Comunidade Europeia, no entanto, apresentou-se como uma decisão de caráter meramente burocrático, tendo em vista que não foi constatada qualquer contaminação no mel brasileiro. Destaque-se ainda o fato de que, por possuir o domínio da metodologia de controle e manejo das abelhas africanizadas, extremamente resistentes às doenças, a produção brasileira dispensa o uso de antibióticos, conforme destaca o presidente da ACAPAME, Associação Paulista de Apicultores Criadores de Abelhas Melíficas Europeias (PE-REZ; REZENDE; FREITAS, 2012).

Tabela 1 – Brasil: Preços (US\$/FOB) e volume (kg) de exportação de mel no período de 2000 a 2011

Ano	US\$	kg
2000	342.171	269.103
2001	2.826.839	2.489.214
2002	23.172.952	12.643.362
2003	45.569.637	19.237.750
2004	42.386.237	21.037.118
2005	18.972.455	14.447.958
2006	23.372.924	14.601.908
2007	21.194.121	12.907.267
2008	43.571.114	18.271.294
2009	65.791.416	25.987.193
2010	55.055.677	18.632.149
2011	70.868.550	22.398.577

Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados MDIC-SECEX (BRASIL. MDIC, 2012).

Para Paula (2008, p. 66), “[...] o mercado europeu representava, até então, o destino de 80% das exportações do mel brasileiro”. A apicultura brasileira viu-se então diante do desafio de redirecionar sua produção para outros mercados, para manter a sua posição conquistada no ranque mundial de países exportadores.

¹ As abelhas estavam desaparecendo. Depois de muito debate, ainda não se chegou a uma conclusão definitiva sobre o sumiço das abelhas, mas acredita-se que tenha sido provocado por uma conjunção de fatores: o ataque de uma praga (a *Varroa destructor*, um ácaro), um vírus e o estresse das colmeias, provocado pelo excesso de movimentação a que eram submetidas nos EUA, para polinização de extensas culturas agrícolas (RANGEL, 2012, p. 60).

O que se observou, no entanto, após o embargo da União Europeia às exportações brasileiras a partir de 17 de março de 2006, é que o Brasil conseguiu fechar o ano com um leve incremento de suas exportações, resultado do redirecionamento da sua produção da Europa, sobretudo da Alemanha, para os Estados Unidos e Canadá. (PAULA, 2008, p. 68).

A retomada no crescimento das exportações ocorreu em 2008, com remoção do embargo e a aceitação da União Europeia das certificações brasileiras comprovando a qualidade do seu produto. Ao que tudo indica, a imposição desse embargo comercial propiciou resultados mais positivos do que negativos, considerando que “[...] várias cooperativas investiram na busca de certificações adicionais, como a de mel orgânico, hoje um dos motivos de sucesso das exportações do Nordeste”. Conforme destacam técnicos da EMBRAPA Meio-Norte, “[...] o mel brasileiro é isento de defensivos químicos e as floradas estão em matas nativas, totalmente orgânicas, algo praticamente único no mundo” (RANGEL, 2012, p. 60).

Antonelli (1998 *apud* MARTINELLI, 2013, p. 83) ratifica a ideia disposta anteriormente ao afirmar que a existência de um quadro regulatório mais complexo e rigoroso, também pode gerar externalidades positivas no que concerne à formação do aprendizado coletivo. Para o referido autor, “[...] além da disseminação do conhecimento codificado, a implantação sistemática de padrões e normas técnicas, pode estimular a concorrência pelo impacto das inovações”. Acrescente-se a isso, “[...] a aquisição de um conhecimento mais sofisticado e diversas formas de aprendizado a partir de ‘fontes externas’, incluindo processo de compra, cooperação e interação com fornecedores, concorrentes, clientes, usuários [...]”, dentre outros. (LUNDVALL; JOHNSON, 2003 *apud* MARTINELLI, 2013, p. 84).

Desta forma, fazendo um breve resumo acerca da participação brasileira no mercado internacional de mel, nos termos de Pazin, Tereso e Barreto (2012), é possível inferir que essa pode ser dividida em cinco fases distintas, relacionando desde a política cambial, a oferta mundial de mel, bem como o comportamento dos compradores estrangeiros. Tais fases foram sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Fases e situação da participação brasileira no mercado internacional de mel, período de 1990 a 2010

Fase	Situação
1ª Fase (1990-1994)	Destaca-se pelo saldo negativo na balança comercial com tendência a queda das importações nos anos de 1992 e 1994.
2ª Fase (1995-1999)	Período de valorização da moeda nacional frente ao dólar americano, com consequente estímulo à importação.
3ª Fase (2000-2004)	Período caracterizado, pelo estímulo à exportação em função da significativa queda na oferta do mel chinês e argentino no mercado internacional. Destaque-se ainda que a forte desvalorização da moeda nacional no período que se seguiu de 2000 a 2002 também serviu de estímulo aos produtores de mel.
4ª Fase (2005-2007)	Retorno do mel chinês e argentino ao mercado internacional, aumento da produção mundial e embargo das exportações do mel brasileiro pela União Europeia. O Brasil redireciona a sua produção para outros mercados, no caso, Estados Unidos e Canadá.
5ª Fase (2008-2010)	O volume exportado do mel brasileiro alcança patamares semelhantes aos obtidos na 3ª fase, tanto em termos de volume como na arrecadação de divisas, com destaque para o ano de 2009.

Fonte: Elaboração da autora com base em informações de Pazin, Tereso e Barreto (2012, p. 35).

3 Metodologia

Nesta seção, inicialmente descreve-se a origem dos dados, assim como os ajustes feitos para possibilitar a aplicação dos métodos de análise propostos. Em seguida, faz-se uma síntese do modelo teórico e a apresentação dos métodos de análise utilizados.

3.1 Natureza e fontes dos dados

A análise é realizada com dados de origem secundária, sendo esses distribuídos em frequência mensal que se estende de janeiro de 2000 a dezembro de 2011 (em razão da limitação de dados disponíveis no sítio AliceWeb (BRASIL, MDIC, 2012), no período da pesquisa), tendo como marco teórico o modelo de economia aberta (IS-LM-BP). As variáveis que compõem o conjunto de dados na formulação do modelo são: exportação de mel brasileiro (x_{mel}); taxa de juros (t_{jur}); renda mundial (Y^*) e taxa de câmbio (t_{camb}). Destaque-se ainda o fato de que todas as variáveis são trabalhadas em logaritmo natural, dada a praticidade na estimação das

elasticidades parciais. A hipótese subjacente é de que as variáveis macroeconômicas citadas são relevantes para explicar o crescimento das exportações de um mercado específico – o do mel brasileiro.

A série de exportação de mel (x_{mel}) foi compilada do *site* do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC/SECEX) e deflacionada pelo IPA, Índice de Preços por Atacado dos Estados Unidos (EUA), divulgado pelo Fundo Monetário Internacional, *International Financial Statistics* (FMI/IFS), para preços constantes de dezembro de 2011. A escolha do IPA como deflator decorre primordialmente, em razão de ele exprimir em sua composição a variação dos preços dos bens transacionáveis.

A taxa de juros real (t_{jur}) utilizada foi a Selic, fixada pelo Comitê de Política Monetária do Banco Central (Copom), descontada pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2012), sendo que ambas as séries foram compiladas do sítio do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEADData (2012).

Como uma *proxy* para a renda mundial (r_{mund}), utilizou-se a soma das rendas dos principais países importadores do mel brasileiro (Alemanha, Canadá, Estados Unidos e Reino Unido), deflacionada pelos seus respectivos Índices de Preço no Atacado (IPA's), tendo em vista que os mesmos responderam, em média, por cerca de 88,8% de todo o mel exportado no período de 2000 a 2011. É importante frisar que, como os dados dos respectivos PIB's estão dispostos apenas trimestralmente, desta forma, se considerou uma taxa de crescimento constante a cada três meses para que os mesmos fossem transformados em uma série mensal, conforme metodologia de Nakabashi, Cruz e Scatolin (2008). Destaque-se o fato de que os PIB's dos países supracitados foram compilados dos seguintes sítios: U.S. Department of Commerce - Bureau of Economic Analysis (2012), Statistics Canada (2012) e European Commission – Eurostat (2012).

E, finalmente, como uma *proxy* para a taxa de câmbio, este trabalho se propôs a formular uma série para a taxa de câmbio efetiva real (t_{camb}). É de conhecimento corrente que a taxa de câmbio é uma das variáveis econômicas mais importantes no trato das relações de comércio internacional, haja vista que a mesma intermedeia a compra (importação) e

venda (exportação) de todos os bens e serviços transacionáveis de um país com o resto do mundo.

Nos termos de Lamas (2006, p. 71), “[...] na medida em que um país comercializa bens e serviços com vários países, a taxa de câmbio real (bilateral) pode ser substituída pela taxa de câmbio efetiva real (multilateral)”. O uso desta taxa mostra-se mais adequado, considerando que, em seu cálculo, existe a ponderação da participação de cada parceiro comercial, “[...] resultando num indicador mais adequado de competitividade”.

Para a metodologia de cálculo, considerou-se uma taxa de câmbio efetiva real cotada de forma direta, ou seja, quantidade de moeda nacional por unidade de moeda estrangeira, transformada em índice². Destaque-se a ideia de que “[...] quanto maior (ou menor) é este índice, mais (ou menos) desvalorizada está a moeda doméstica em termos reais” (LAMAS, 2006, p. 72)

A seguir, foram estabelecidas as ponderações dos quatro países que são os maiores parceiros comerciais – Alemanha, Canadá, Estados Unidos e Reino Unido - por destino das exportações, em valor, no período jan./2000 a dez./2011, com dados da AliceWeb, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (BRASIL, MDIC, 2012).

A principal razão para o limite no número de países decorre do fato de o peso destes corresponder, em relação ao total de exportações de mel, a uma média de aproximadamente 88,8%, com um máximo de 97,9% e um mínimo de 79,8%, o que garante uma boa representatividade.

Outro importante passo na construção de uma taxa de câmbio efetiva real é a escolha do deflator mais adequado. Para tanto, respeitando-se as restrições quanto à disponibilidade e uniformização dos dados para cada país, utilizou-se os Índices de Preços por Atacado (IPA) conforme a metodologia utilizada por instituições brasileiras, como o IPEA.

De tal modo, a fórmula utilizada para calcular o índice taxa de câmbio efetiva real pode ser representada por:

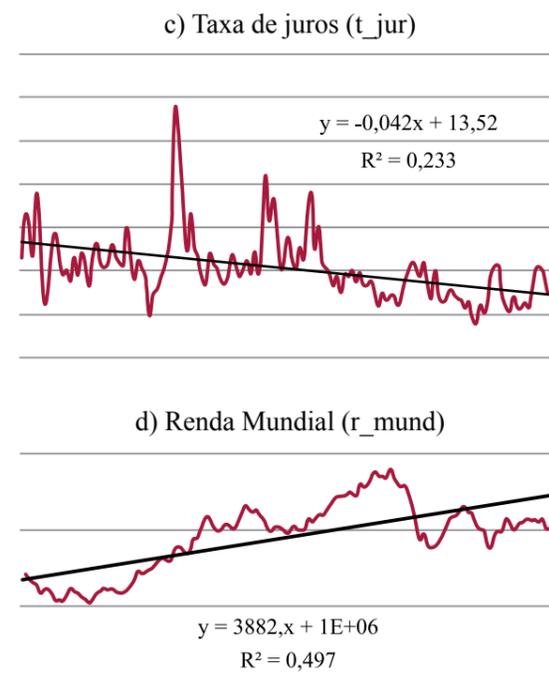
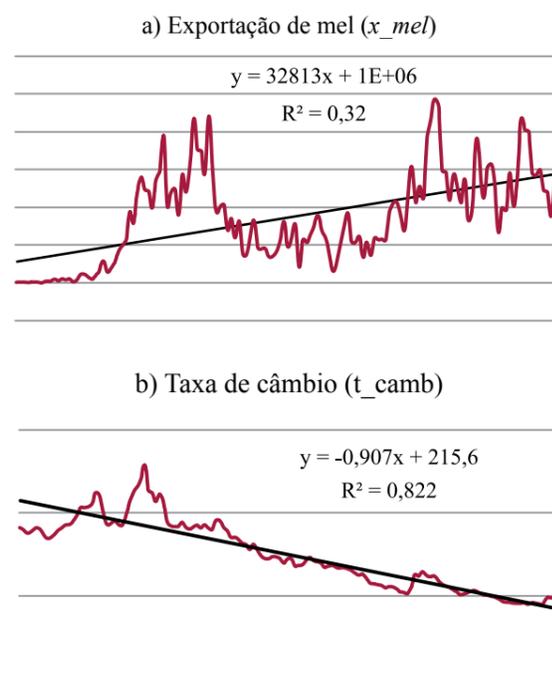
$$TCER_t = \frac{\prod_{i=1}^4 (e_{it} P_{it}^*)^{w_i}}{P} \quad (01)$$

² A transformação em índice é necessária, em razão da inexistência de unidade de medida da variável taxa de câmbio efetiva real. (LAMAS, 2006, p. 72).

em que,
 $TCER_t$ – Taxa de câmbio efetiva real no período t ;
 Π – operador do produtório;
 w_{it} – o peso do país i em relação aos quatro países no período t ;
 e_{it} – taxa de câmbio nominal do país i no período t ;
 P^* – nível de preços do país i no período t ; e
 P_t – nível de preços do Brasil no período t .

O cálculo da taxa de câmbio efetiva real para os países compradores de mel, no período, é inédito e importante por apreender a taxa de câmbio que, ao menos teoricamente, possui impacto sobre as exportações de mel do Brasil.

Gráfico 1 – Evolução das séries de exportação de mel (x_{mel}), taxa de câmbio (t_{camb}), taxa de juros (t_{jur}) e renda mundial (r_{mund}) com linhas de tendência, período 2000 a 2011



Fonte: Elaboração dos autores (2013).

Para uma análise prévia e visual dos dados expressos neste estudo, os Gráficos a, b, c e d, dispostos na Figura 1, demonstram a evolução das quatro séries temporais mensais (x_{mel} , t_{camb} , t_{jur} , r_{mund}) para o período de 2000 a 2011, correspondendo a um total de 144 observações para cada série.

Conforme a orientação dos livros-texto de Econometria, uma representação gráfica dos dados é geralmente o primeiro passo para análise de séries temporais e a primeira impressão que se tem é de que todas as séries, embora não uniformes, parecem tender para cima ou para baixo. Na verdade, como será possível provar por meio de testes específicos, todas estas (em nível) são séries temporais não estacionárias.

O estudo empírico foi realizado com arrimo nos gráficos e regressões econométricas utilizando o modelo de correção de erros (VEC) para analisar o impacto das taxas de câmbio, de juros e da renda mundial sobre as exportações do mel brasileiro. Cabe destacar a ideia de que, como suporte para a análise econométrica, foram utilizados os “pacotes” econométricos como o *Eviews 5.0* e o *JMulti 4*.

3.2 Modelo teórico³

Consoante a inteligência de Maia e Lima (2004, p.7), a análise de um modelo econométrico estrutural deve, necessariamente, ter por base seu arcabouço teórico. Este, por sua vez, tem como objetivo primordial “[...] captar os efeitos marginais e as elasticidades das interações de variáveis exógenas em relação às variáveis endógenas”. Desta forma, cada grupo de modelos será considerado mais adequado, ou não, para responder a determinados questionamentos, haja vista o consenso quanto à não existência de um modelo que seja universalmente aceito.

Assim, para esta análise, utiliza-se como arcabouço teórico o modelo de economia aberta (IS-LM-BP), conforme Ramalho e Targino (2004). Atenta-se para o fato de que, na visão keynesiana simplificada, o objeto de destaque está na introdução imediata do setor externo como elemento da demanda agregada por meio das exportações, bem como de um elemento de vazamento da renda, as importações, fechando com sinais positivo e negativo, respectivamente, a balança comercial de uma economia.

Enquanto o primeiro componente da balança comercial, as exportações (X), depende fundamentalmente da renda do resto do mundo (Y^x) e da taxa de câmbio (θ), o segundo elemento, as importações, é considerado como função crescente apenas da renda interna, numa proporção fixa, dada pela propensão marginal a importar (m).

As equações (2) e (3) representam, respectivamente, a função exportação (X), que, por sua vez, está em função da taxa de câmbio (θ) e da renda externa (Y^x), e a função importação, que também se condiciona à mesma taxa de câmbio (θ) e à renda interna (Y).

$$X = X(\theta; Y^x) \quad (2)$$

$$M = M(\theta; Y) \quad (3)$$

Como é possível observar, um modelo de economia aberta, além das curvas IS e LM, também deverá conter uma curva de equilíbrio do balanço de pagamentos, a chamada curva BP. Esta, por sua vez, representa todas as combinações de taxa de

juros e renda que resultam em equilíbrio do balanço de pagamentos para uma dada taxa de câmbio.

A equação representativa da curva BP poderá ser escrita como segue:

$$X(Y^x, \theta) - M(Y, \theta) + F(r, r^x) = 0 \quad (4)$$

Fazendo breve digressão acerca da taxa de câmbio real efetiva, sua importância está vinculada ao fato de um país não possuir apenas um parceiro comercial, mas transacionar com vários. Desse modo, a taxa de câmbio efetiva pode ser entendida como a média ponderada das várias taxas de câmbio reais, com seus pesos definidos de acordo com a importância de cada parceiro no comércio exterior⁴, conforme o modelo descrito pela Equação 1.

De tal modo, se entende a desvalorização real da taxa de câmbio como sendo a redução oficial do preço da moeda de um país em relação à moeda estrangeira. O resultado disso, conforme preconiza a literatura, será o encarecimento dos bens e serviços produzidos no Exterior em relação aos produzidos no país, estimulando as exportações e restringindo as importações.

Com efeito, em condições normais, uma desvalorização real da taxa de câmbio aumenta o saldo comercial e de serviços não fatores, sendo por isso considerada o mais eficaz dos mecanismos de correção de *déficits* em conta corrente. Assim, conforme Ramalho e Targino (2004, p. 189), este modelo descreve uma relação de dependência, tanto das exportações como das importações, em função da variação da taxa de câmbio, sendo a primeira de ordem direta e a segunda inversa.

A renda externa (Y^x), por sua vez, é um dos principais indicadores responsável pelas exportações domésticas, atuando diretamente sobre a demanda dos outros países, considerando-se a demanda por bens normais. Logo, é descrita uma relação direta entre as exportações locais e a renda externa. Quanto à renda interna (Y), esta é responsável pela demanda das importações locais. Assim, um aumento da renda de um país proporcionará um aumento da demanda por bens produzidos no exterior, induzindo a um aumento das importações (RAMALHO; TARGINO, 2004).

Com arrimo no exposto, é possível representar

³ O modelo teórico ora apresentado teve como literatura de referência Froyen (1999, p. 580-585) e Ramalho e Targino (2004, p. 187-191).

⁴ Definição disponível em: www.ipeadata.gov.br

as relações entre o saldo da conta-corrente e suas principais variáveis explicativas a partir das equações a seguir:

$$C_c = X - M \quad (5)$$

$$C_c = X(E_f, Y^x) - M(E_f, Y) \quad (6)$$

Como é possível observar, as equações demonstram que as exportações dependem da taxa de câmbio real efetiva (E_f) e da renda externa (Y^x), exercendo relação direta com ambas as variáveis; e as importações dependem da mesma taxa de câmbio real efetiva (E_f) e da renda interna (Y), exibindo uma relação inversa com uma variável e direta com a outra, respectivamente.

Uma vez expressas as principais relações do modelo de economia aberta IS-LM-BP, deve-se destacar que a análise em questão envolve apenas um item da balança de bens, sendo este, no caso, a exportação do mel. Esta, por sua vez, é registrada no lado dos débitos da Conta de Transações Correntes do Balanço de Pagamentos. No entanto, o que se espera, a rigor, é que as relações expostas no modelo do mercado externo se mantenham para este caso em particular.

Por fim, pode-se mostrar a função exportação de mel como uma função linear nos logaritmos com um componente estocástico (ϵ_t):

$$\ln(X_M) = \beta_0 + \beta_1 \ln(E_f) + \beta_2 \ln(r) + \beta_3 \ln(Y^x) + \epsilon_t \quad (7)$$

em que X_M são as exportações de mel e as constantes β_1 , β_2 e β_3 são os coeficientes de elasticidade parcial da função de demanda mundial de mel brasileiro.

Economicamente, é possível dizer que a elasticidade expressa uma relação entre duas variáveis funcionalmente inter-relacionadas. O seu conceito, não necessariamente, abrange aspectos apenas microeconômicos, mas pode estar associado também a aspectos macroeconômicos, ou seja, o conceito está relacionado tanto às relações entre o preço e a quantidade demandada (ou ofertada) de um bem, como àquelas relacionadas aos níveis de renda e de importações de um país, como é o caso deste trabalho.

3.3 Métodos de análise

A estruturação de modelos econômicos, de forma geral, por demandar o uso de diversas variáveis, fizeram dos modelos univariados instrumentos limitados para formalização dos mesmos. É nesse contexto que o uso de vetores autorregressivos permitiu que se expressassem modelos econômicos completos com a possibilidade da estimação dos seus parâmetros.

Desta forma, o uso das metodologias VAR e VECM⁵ passaram a ser largamente utilizadas na análise de questões macroeconômicas, dentre as quais é possível assinalar a análise de possível existência e da intensidade dos efeitos das variáveis taxa de câmbio, taxa de juros e renda mundial sobre as exportações do mel brasileiro.

A análise empírica parte da análise gráfica das séries para verificar a presença de tendências estocásticas e determinísticas. A seguir, são realizados testes para determinar a ordem de integração e cointegração das séries em estudo (em geral se $I(0)$ ou $I(1)$), com ou sem tendência determinística. Identifica-se a ordem de integração das variáveis e estima-se o modelo VAR com as defasagens adequadas para o modelo dinâmico com base em critérios de escolha. Se uma ou mais séries forem $I(1)$, faz-se o teste de cointegração de Johansen (1988) para determinar a existência e o número das relações de cointegração (ou, de longo prazo). Caso não sejam identificadas equações de cointegração (posto nulo), estima-se um VAR para as séries em primeira diferença; porém, sendo comprovada a existência de uma ou mais equações de cointegração, estima-se um VECM. Nos termos de Fabris e Meurer (2007), os conceitos de raiz unitária, critérios de seleção de modelos, cointegração, decomposição da variância do erro e função de impulso resposta estão intimamente relacionados aos aspectos teóricos dos modelos VAR.

A priori, pode-se expressar um modelo autorregressivo de p -ésima ordem VAR(p) por um vetor

5 “Modelos VAR examinam relações lineares entre cada variável e os valores defasados dela própria e de todas as demais variáveis, impondo como restrições à estrutura da economia, apenas a escolha do conjunto relevante de variáveis e do número máximo de defasagens envolvidas nas relações entre elas”. No entanto, “essa especificação captura apenas a relação de curto prazo entre as séries”. Já, o vetor de correção de erro (VEC), além do que propõe o modelo VAR, “[...] apresenta o termo de correção de erros, que deverá ser incluído apenas se houver uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as séries”. (BCB, 2004, p.1; SANTOS, 2010, p.8).

com n variáveis endógenas, Y_t , que estão conectadas entre si por meio da matriz A , conforme segue:

$$AY_t = \omega_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t \quad (8)$$

em que,

A – é uma matriz $n \times n$ que define as restrições contemporâneas entre as variáveis que constituem o vetor $n \times 1$, Y_t ;

ω_0 – é um vetor de constantes $n \times 1$;

ϕ_p – são matrizes dos parâmetros de ordem $n \times n$; e ϵ_t – é um vetor $n \times 1$ de perturbações aleatórias não correlacionadas entre si.

Assim, a equação (8) expressa as relações entre as variáveis endógenas resultante de um modelo econômico teoricamente estruturado (por isso o modelo também é apresentado sob a *forma estrutural*).

3.3.1 Vetor de correção de erros (VEC)

Conforme preconiza a teoria, para que seja possível fazer inferências com o uso de séries temporais, faz-se mister que os estimadores obtidos possuam propriedades desejáveis, ou seja, que as variáveis do vetor autorregressivo sejam estacionárias. Se, no entanto, estas mesmas variáveis são não estacionárias, mas possuem uma dinâmica comum, é possível especificar um modelo VAR “mais completo” denominado modelo vetor de correção de erros – ou VECM (BUENO, 2011, p. 203). Um dos aspectos mais importantes desse modelo é que ele possui um significado econômico, pois se pode dizer que suas variáveis, por possuírem uma dinâmica comum, têm um componente tanto de longo prazo como de curto prazo.

Para um melhor entendimento dessa terminologia, Engle e Granger (1987 *apud* BUENO 2011, p. 203) definem o que é cointegração. Assim, os elementos do vetor X_t , $n \times 1$ são ditos cointegrados de ordem (d, b) , denotados por $X_t \sim CI(d, b)$ se,

- Todos os elementos de X_t são integrados de ordem d , ou seja, são $I(d)$; e
- Existe um vetor não nulo, β , tal que: $u_t = X_t' \beta \sim I(d-b)$, $b > 0$.

Em linhas gerais, a primeira condição indica que “[...] todas as variáveis constantes de X_t devem ter a mesma ordem para que possam ser cointegradas [...]”, ou seja, guardam uma relação de equilíbrio de longo prazo. E, formalmente, diz-se

que existe equilíbrio de longo prazo quando $X_t' \beta = 0$, isto é, “[...] o vetor β , chamado vetor de cointegração, define uma combinação linear entre os elementos de X_t perfeita no sentido de seguir uma tendência comum, sem desvio”. (BUENO, 2011, p. 204).

Com arrimo no exposto, é possível inferir que a teoria de cointegração se preocupa fundamentalmente com dois aspectos práticos: o primeiro, testar os resíduos u_t para confirmar sua estacionariedade; e o segundo, sendo confirmada essa estacionariedade, usar essa informação para melhor ajustar o modelo VAR, passando a ser denominado de modelo VEC, uma vez que ele incorpora o erro de equilíbrio, justificando a denominação modelo vetor de correção de erros.

3.3.2 Teste de estabilidade do modelo: o Teste de Chow

Tradicionalmente, quando se trabalha com séries históricas, existe um risco de estas, ao longo do tempo, registrarem uma possível quebra estrutural, colocando em xeque a consistência dos valores estimados e tornando-os inadequados para prever os valores de estimadores futuros.

De acordo com Gujarati (2006, p. 222), as hipóteses que fundamentam o teste de Chow são duas:

- $u_{1t} \sim N(0, \sigma^2)$ e $u_{2t} \sim (0, \sigma^2)$, ou seja, os termos de erro nas regressões dos subperíodos se distribuem normalmente, com média zero e variância constante (homoscedástica); e
- Os dois termos de erro, u_{1t} e u_{2t} , têm distribuições independentes.

Assim, conforme Gujarati (2006, p. 223) a mecânica do teste de Chow, com aplicação do teste F, tem por base o uso de um modelo restrito⁶ (composto por toda a amostra) e modelos irrestritos (equações com dados dos períodos anteriores e posteriores à suposta quebra), sendo o referido teste definido por:

$$F = \frac{(SQR_R - SQR_{SR})/k}{(SQR_{SR})/(n_1 + n_2 - 2k)} \sim F_{[k, (n_1 + n_2 - 2k)]} \quad (9)$$

6 O termo “restrito” implica que a soma dos quadrados dos resíduos é obtida pela imposição da restrição de que as regressões dos subperíodos não são diferentes (SQR_R). Acrescente-se ainda que, a soma do quadrado dos resíduos sem restrição (SQR_{SR}) é definida pela soma de $SQR_1 + SQR_2$ com $(n_1 + n_2 - 2k)$ graus de liberdade. (GUJARATI, 2006, p. 223).

em que,
 SQR_R – Soma restrita dos quadrados dos resíduos da regressão de MQO da amostra completa;
 SQR_{SR} – Soma sem restrição dos quadrados dos resíduos de MQO das duas subamostras, com n_1 e n_2 dados.
 k – número de parâmetros da equação.

Assim, segue-se a análise da distribuição F com $gl = (k, n_1 - n_2 - 2k)$. Se o F calculado por meio da equação 9 exceder o valor crítico de F no nível escolhido α , rejeita-se a hipótese de que as regressões (obtidas das subamostras) são iguais, ou seja, rejeita-se a hipótese de estabilidade estrutural (GUJARATI, 2006, p. 222-224).

4 Resultados e discussão

Os resultados apresentados amparam-se na sequência lógica a ser seguida quando da aplicação dos conceitos básicos advindos da literatura sobre séries temporais. Assim, a aplicação do teste de estacionariedade das séries ou teste de raiz unitária, e o teste de estabilidade estrutural, são alguns dos instrumentos que darão respaldo à ideia básica que constitui o objeto deste capítulo. Ou seja, analisar a dependência estatística da variável exportação de mel em relação às variáveis taxa de câmbio, taxa de juros e renda mundial, ora representada pela renda dos principais países importadores do mel brasileiro.

4.1 Estacionariedade das séries

Para testar a estacionariedade das variáveis foram utilizados os testes de raiz unitária de Di-

ckey-Fuller Aumentado (ADF), de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) e o de Phillips-Perron (PP) pelos quais é possível observar os resultados sintetizados nas tabelas 2 a 4.

Observa-se que as estatísticas T_c , T_{ct} e T correspondem ao teste com constante, com constante e tendência e sem constante e sem tendência, respectivamente. Destaque-se, ainda, que o teste Dickey-Fuller Aumentado foi realizado com defasagens baseadas no Critério de Informação de Schwarz.

Com apoio nos resultados apresentados da Tabela 2 é possível inferir que, em nível, apenas as variáveis Exportação de Mel (x_{mel}) e Taxa de Juros (t_{jur}) rejeitam a hipótese nula da presença de raiz unitária no teste realizado, podendo-se afirmar, portanto, que elas são estacionárias. Todas as outras variáveis, no entanto, são ditas, pois, não estacionárias.

Ao contrário do observado pelo teste em nível, todas as variáveis rejeitam a hipótese nula da presença de raiz unitária, portanto, sendo consideradas estacionárias quando o teste é realizado em primeira diferença.

Sabendo-se das limitações que envolvem o Teste de Raiz Unitária de Dickey e Fuller (cujos resultados foram publicados em 1979 e 1981), o teste desenvolvido por Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (publicado em 1992) vem complementar o primeiro, com o argumento de que desta forma é possível distinguir a raiz unitária de séries cujos dados não sejam suficientemente conclusivos. Neste teste, por sua vez, a hipótese nula é de estacionariedade da série, ou seja, $H_0: Y_t \sim I(0)$ contra $H_1: Y_t \sim I(1)$.

Tabela 2 – Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller Aumentado para as variáveis do modelo de exportação de mel, período de 2000 a 2011 (Em nível e em 1ª diferença)

Variáveis	T_c	Def.	T_{ct}	Def.	T	Def.
X_MEL	-3,247981*	1	-3,367414	1	0,497615	1
T_CAMB	-0,617741	1	-3,022667	1	-1,139660	1
T_JUR	-4,455023*	0	-5,479670*	0	-0,750087	0
R_MUND	-1,572992	1	-1,405683	1	0,542403	1
D(X_MEL)	-12,48533*	0	-11,47065*	2	-12,46480*	0
D(T_CAMB)	-9,528959*	0	-9,514877*	0	-9,457454*	0
D(T_JUR)	-13,94647*	0	-13,89597*	0	-13,98795*	0
D(R_MUND)	-8,624549*	0	-8,650024*	0	-8,627363*	0

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: (*) Indica rejeição da hipótese nula ao nível de 5%. A letra D no início das variáveis refere-se à primeira diferença.

Nota 1: H_0 : a série possui uma raiz unitária.

Nota 2: Os valores críticos para o nível de significância de 5% são: $T_c = -2,8818$; $T_{ct} = -3,4417$; $T = -1,9431$.

Atendo-se agora aos resultados do teste KPSS em nível, é possível observar que, tanto para o teste realizado *com constante*, como para o teste *com constante e com tendência*, todas as variáveis rejeitam a hipótese nula da estacionariedade para as séries.

Quando, entretanto, se analisa o teste KPSS em primeira diferença, da mesma forma que o observado no ADF, todas as variáveis se tornam estacionárias, porquanto não rejeitam a hipótese nula (Tabela 3).

O teste de Phillips e Perron (publicado em 1988), por sua vez, possibilita fazer uma correção não paramétrica ao teste de Dickey e Fuller, permitindo que seja consistente, mesmo que haja va-

riáveis defasadas dependentes e correlação serial dos resíduos.

Na análise do teste de Phillips-Perron, observa-se que apenas a variável taxa de juros (t_{jur}), para o teste *com constante* e *com constante e tendência*, rejeita a hipótese da presença de raiz unitária. Desta forma, todas as demais variáveis testadas são ditas não estacionárias para o teste das variáveis em nível.

Como é possível observar, contudo, da mesma forma que nos demais testes, quando este é realizado em primeira diferença, todas as variáveis rejeitam a hipótese da presença de raiz unitária, ou seja, todas se apresentam como estacionárias (Tabela 4).

Tabela 3 – Teste de raiz unitária KPSS para as variáveis do modelo de exportação de mel, período de 2000 a 2011 (em nível e em 1ª diferença)

Variáveis	T_c	Def.	T_{ct}	Def.
X_MEL	0,764273*	9	0,215962*	9
T_CAMB	1,297558*	10	0,173265*	9
T_JUR	0,980048*	8	0,151220*	7
R_MUND	0,905865*	10	0,305095*	9
D(X_MEL)	0,228126	17	0,094159	21
D(T_CAMB)	0,103125	3	0,075949	3
D(T_JUR)	0,062187	16	0,058734	16
D(R_MUND)	0,143341	5	0,081110	5

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: (*) Indica rejeição da hipótese nula. A letra D no início das variáveis refere-se à primeira diferença.

Nota 1: H_0 : a série é estacionária.

Nota 2: Os valores críticos para o nível de significância de 5% são: $T_c = 0,463$; $T_{ct} = 0,146$.

Tabela 4 – Teste de raiz unitária de Phillips-Perron para as variáveis do modelo de exportação de mel, período 2000 a 2011 (em nível e em 1ª diferença)

Variáveis	T_c	Def.	T_{ct}	Def.	T	Def.
X_MEL	-2,561583	10	-2,667489	5	0,855178	16
T_CAMB	-0,543605	3	-2,762375	4	-1,287681	3
T_JUR	-4,284596*	2	-5,445367*	2	-0,604612	15
R_MUND	-1,403921	5	-1,377443	5	0,488723	5
D(X_MEL)	-13,79891*	20	-15,08603*	28	-13,43090*	16
D(T_CAMB)	-9,528959*	0	-9,514877*	0	-9,463814*	1
D(T_JUR)	-18,86968*	13	-18,77978*	13	-18,80127*	13
D(R_MUND)	-8,592711*	3	-8,599572*	2	-8,600062*	3

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: (*) Indica rejeição da hipótese nula. A letra D no início das variáveis refere-se à primeira diferença.

Nota 1: H_0 : a série possui uma raiz unitária.

Nota 2: Os valores críticos para o nível de significância de 5% são: $T_c = -2,8816$; $T_{ct} = -3,4415$; $T = -1,9430$.

Na próxima seção, realizar-se-á a escolha do número de defasagens, a seleção da estrutura do modelo a ser testado pelo programa econométrico, com origem nos resultados obtidos no teste de cointegração de Johansen e, posteriormente, na definição do tipo de modelo a ser adotado, se VAR ou VEC, com base nos resultados do mesmo teste.

4.2 Estimação do modelo de exportação de mel

A constatação de que muitas das séries econômicas de tempo podem conter uma raiz unitária estimula o desenvolvimento da teoria da não estacionariedade na análise de séries temporais. Desta forma, sabendo-se que uma combinação linear de duas ou mais séries não estacionárias pode ser estacionária, a combinação linear estacionária resultante é chamada equação de cointegração e pode ser interpretada como uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis.

Nestes termos, constatando-se a não estacionariedade das séries em nível, mas sua estacionariedade em primeira diferença, o próximo passo é a aplicação e análise do Teste de Cointegração de

Johansen, com a finalidade de determinar se um grupo de séries não estacionárias são cointegradas ou não.

Para a determinação da ordem da defasagem (ou o lag-máximo) do modelo a ser definido, observou-se que, enquanto os critérios de informação de Akaike (AIC) e de Hannan-Quinn (HQ) indicaram como dois (02) a ordem de defasagem ótima, o critério de Schwarz (SC) indicou apenas uma (01). Neste caso, o argumento de Bueno (2011, p. 47) destaca que “[...] enquanto o critério de Akaike funciona melhor em pequenas amostras, o critério de Schwarz é consistente assintoticamente”, ou seja, quando se trabalha com grandes amostras, “[...] tendendo a escolher um modelo mais parcimonioso que o AIC”. Nestes termos, fazendo uso do critério de informação de Schwarz, para este experimento, será adotada uma (01) defasagem no modelo VAR.

Para identificar a presença de vetores de cointegração, foram utilizados os testes do traço ($\lambda_{\text{traço}}$) e do máximo autovalor ($\lambda_{\text{máx}}$). Os resultados dos testes adotando um valor crítico tabelado ao nível de significância de 5% sugerem a presença de pelo menos um vetor de cointegração, ou seja, as séries apresentam uma relação de longo prazo (Tabela 5).

Tabela 5 – Teste de cointegração de Johansen para as variáveis X_MEL, T_CAMB, T_JUR e R_MUND, no período de 2000 a 2011

Hipótese Nula	Hipótese Alternativa	Autovalor	Estatística do Traço	Valor Crítico 0.05	Estatística Max. Autovalor	Valor Crítico 0.05
$r \leq 0^*$	$r > 0$	0.186301	55.80338*	47.85613	29.27534*	27.58434
$r \leq 1$	$r > 1$	0.111091	26.52805	29.79707	16.72198	21.13162
$r \leq 2$	$r > 2$	0.050387	9.806066	15.49471	7.341448	14.26460
$r \leq 3$	$r > 3$	0.017207	2.464618	3.841466	2.464618	3.841466

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: (*) Denota rejeição da hipótese nula ao nível de 5%.

Nota: Os Testes do Traço e do Máximo Autovalor indicaram que há 1 equação de cointegração ao nível de 5%.

Assim, como o teste de cointegração de Johansen detectou a presença de um vetor de cointegração num sistema envolvendo quatro variáveis, a aplicação do modelo de correção de erros (VECM) para determinar o comportamento dinâmico das exportações de mel mostra-se como o mais indicado, em detrimento da aplicação do modelo vetorial autorregressivo (VAR).

Dando início à análise arrimada nos resultados referentes ao primeiro vetor de cointegração, ou seja, os resultados da função de longo prazo (Tabe-

la 6), é possível observar que os sinais de todos os parâmetros (coeficientes de elasticidade câmbio, elasticidade juros e elasticidade renda mundial) são condizentes com os esperados, tendo por base o modelo teórico. Nestes termos, os coeficientes mostram uma relação direta entre a variável exportação de mel e as variáveis explicativas da taxa de câmbio e renda mundial, e uma relação inversa entre as exportações de mel e a taxa de juros.

Ademais, a elasticidade câmbio estimada indica que, mantidas as variáveis taxa de juros e renda

mundial constantes, um aumento (ou desvalorização) de 1% na taxa de câmbio induz a uma elevação de 5,5% nas exportações de mel. Da mesma forma, um aumento de 1% na renda mundial poderá elevar em 11,4% o volume das mesmas exportações. A elasticidade juros estimada, por sua vez, indica que uma elevação de 1% na taxa de juros, *ceteris paribus*, induzirá a uma redução de 6,2% no montante das exportações de mel. Destaca-se que, com base na análise desta relação de longo prazo, é possível comprovar que as variáveis de taxa de câmbio, taxa de juros e renda mundial são

relevantes para explicar as oscilações ocorridas ao longo do tempo na variável dependente exportação de mel.

No que se refere à dinâmica de curto prazo, é importante destacar que os valores dos coeficientes mostram as velocidades de ajustamento das respectivas variáveis em direção ao equilíbrio de longo prazo. Portanto, como os coeficientes em análise são pequenos, isso demonstra que a velocidade de ajustamento é baixa, ou seja, a correção no curto prazo se dá de maneira lenta para o equilíbrio cointegrante, ou de longo prazo.

Tabela 6 – Estimativa dos coeficientes de longo prazo para o modelo de exportação de mel, período de 2000 a 2011

Vetor de cointegração (irrestrito) normalizado – longo prazo				
LNX_MEL	LNT_CAMB	LNT_JUR	LNR_MUND	CONST.
1,0000	-5,468	6,174	-11,435	160,977
	(2,769)	(1,424)	(4,490)	(68,912)
	[-1,974]	[4,335]	[-2,547]	[2,336]

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: Os valores entre parênteses () representam o erro padrão e as estatísticas t encontram-se entre colchetes [].

Ainda em relação à dinâmica de curto prazo, apresentada na Tabela 7, o termo de correção de erros (TCE) indicou que são necessários aproximadamente 12 períodos (1/0,085) para que os desequilíbrios de curto prazo sejam corrigidos em longo prazo. Ademais, foram testadas, utilizando variáveis *dummies*, as possíveis presenças de mudanças estruturais causadas tanto pelo período em que transcorreram as disputas eleitorais no Bra-

sil (2002) como também pelo período posterior à eclosão da crise imobiliária dos Estados Unidos (em 2008). Esses períodos, conforme descritos no referencial teórico deste trabalho foram marcados por acentuadas desvalorizações cambiais e restrições no consumo do principal comprador do mel brasileiro. No entanto, apenas a *dummy* testada para o primeiro caso mostrou-se significativa.

Tabela 7 – Estimativa de curto prazo dos vetores de cointegração, período de 2000 a 2011

D(LNX_MEL)	D(LNT_CAMB)	D(LNT_JUR)	D(LNR_MUND)	D ₁ (t)	D ₂ (t)
-0,085	0,002	-0,028	0,003	0,253	0,054
(0,025)	(0,001)	(0,009)	(0,001)	(0,091)	(0,114)
[-3,363]	[1,379]	[-3,181]	[3,459]	[2,778]	[0,476]

Fonte: Dados da pesquisa.

Legenda: Os valores entre parênteses (...) representam o erro padrão e os valores colchetes [...], as estatísticas t.

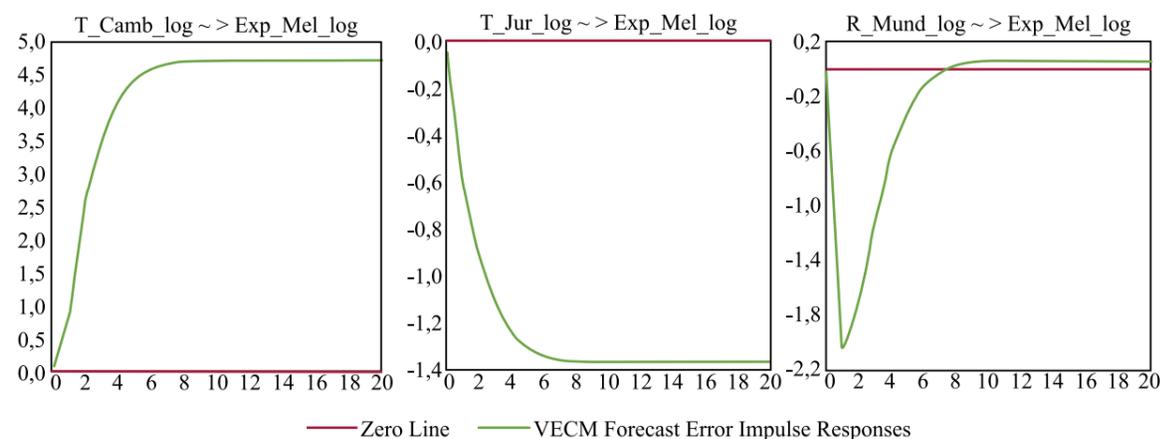
Concluída a etapa de estimação do modelo VAR com correção de erros, e sabendo-se que, de modo geral, o modelo não permite identificar todos os parâmetros necessários para uma perfeita

estruturação do modelo, salvo na situação em que se imponham (infinitas) restrições adicionais, será apresentada a análise das funções de resposta a impulsos, para que seja possível analisar o impac-

to de choques nas variáveis taxa de câmbio, taxa de juros e renda mundial sobre as exportações de mel brasileiro. Conforme o descrito pela teoria, a simulação, tomando-se por base a função impulso-resposta do VAR, fornece um mecanismo para estimar respostas a choques sem, contudo, manter a condição *ceteris paribus* para outras variáveis do modelo.

A análise das funções de impulso-resposta, por sua vez, busca verificar, principalmente, o impacto dos choques da taxa de câmbio, de juros e da renda mundial sobre as exportações de mel.

Gráfico 2 – Função de resposta a impulsos



Fonte: Dados da pesquisa.

Finalmente, o choque não antecipado de um desvio padrão na variável renda mundial gera, inicialmente, uma queda acentuada no nível das exportações de mel da ordem de aproximadamente 2,0% já no primeiro período seguindo, a partir daí, numa trajetória ascendente até o nono período, quando vem a se estabilizar. Tal trajetória permite inferir que a variável renda tem forte influência sobre as exportações de mel.

Tal trajetória permite concluir acerca da considerável importância das variáveis taxa de câmbio, taxa de juro e renda mundial sobre as exportações do mel natural brasileiro.

Outra forma utilizada para analisar os resultados do modelo é via decomposição da variância. Por intermédio desta análise, é possível dizer que porcentagem da variância do

Como é possível observar no Gráfico 2, a ocorrência de um choque não antecipado sobre a variável taxa de câmbio induz a uma elevação acentuada no nível das exportações de mel já no primeiro período, elevando-se em aproximadamente 1%, vindo a se estabilizar a partir do oitavo período. Quanto à ocorrência de choques na variável taxa de juros, como já era esperado, o choque não antecipado provoca uma queda de aproximadamente 0,4% nas exportações, seguindo essa trajetória descendente até o oitavo período, quando então se estabiliza.

erro de previsão decorre de cada variável endógena ao longo do período de previsão.

Analisando os resultados da decomposição da variância dos erros de previsão para a variável exportação de mel (LNX_MEL), Tabela 8, é possível observar que, nos primeiros períodos, a variância das exportações de mel é, quase que totalmente, explicada pela própria variável exportação de mel. Passados 20 períodos, no entanto, ganham importância a variação na taxa de juros (20,8%) e o efeito da taxa de câmbio (3,1%). Vale destacar o fato de que o efeito dos choques da renda mundial sobre as exportações vem decaindo ao longo de vinte períodos, passando de 0,35% para 0,10%.

Tabela 8 – Análise da decomposição da variância da variável exportação de mel (%), período de 2000 a 2011

Variável	Período	LNX_MEL	LNT_CAMB	LNT_JUR	LNR_MUND
EXP_MEL	1	100.00	0.0000	0.0000	0.0000
	5	89.239	1.1341	9.2761	0.3504
	10	81.005	2.3630	16.434	0.1963
	15	77.710	2.8602	19.293	0.1356
	20	76.007	3.1173	20.771	0.1042

Fonte: Dados da pesquisa.

Para o teste da presença de possíveis quebras estruturais nas séries analisadas é aplicado, para o mesmo conjunto de variáveis, o Teste Chow. A prova em questão é realizada a partir do sistema completo em vez de subamostras da população. Os resultados dos testes *Sample-split Chow Test* (Chow-ss), *Break-point Chow Test* (Chow-bp) e *Chow Forecast Test* (Chow-fc) são resumidos a seguir.

Para o teste de Chow um período à frente, há indício de quebra estrutural ao término do ano de 2002, ou seja, alguns fatos ocorridos no decorrer deste ano, podendo-se destacar desde o aumento da aversão ao risco no mercado financeiro internacional provocado pelas fraudes contábeis em grandes empresas nos Estados Unidos, reduzindo os fluxos de capitais aos mercados emergentes, até a deterioração das expectativas dos agentes econômicos em torno das eleições presidenciais no Brasil.

Quanto ao teste de *break-point*, este indicou uma possível quebra da estabilidade com início em setembro de 2009. No entanto, como mencionado anteriormente, a inclusão de uma *dummy*, testada para o período posterior à eclosão da crise imobiliária nos Estados Unidos da América, não se mostrou significativa, sendo, portanto, excluída do modelo.

Conclusões e sugestões

Tendo por base o objetivo central proposto por este estudo - analisar a possível existência de uma relação de longo prazo entre as variáveis taxa de câmbio efetiva real, taxa de juros real, renda mundial e as exportações do mel natural brasileiro em um contexto de flexibilidade cambial e metas de inflação - além do que foi exposto em termos teóricos com esteio em breve exposição do cenário histórico-econômico do Brasil e suas relações com

os principais países importadores de seu produto, os resultados alcançados, bem como as principais conclusões e sugestões para a realização de futuros trabalhos serão resumidos a seguir.

No que se refere aos resultados das estimações das elasticidades, notou-se após o exame da relação em longo prazo, que as variáveis taxa de câmbio, taxa de juros e renda mundial são por demais relevantes para explicar as oscilações ocorridas ao longo do tempo na variável dependente exportação de mel. Acrescente-se, ainda, que, conforme o esperado, os sinais de todos os parâmetros (coeficientes de elasticidade câmbio, elasticidade juros e elasticidade renda mundial) são condizentes com os esperados, tendo por base o modelo teórico, ou seja, os coeficientes mostram uma relação direta entre a variável exportação de mel e as variáveis explicativas da taxa de câmbio e renda mundial, e uma relação inversa entre as exportações de mel e a taxa de juros. Ressalte-se que a relevância das variáveis não é óbvia. De fato, conforme já assinalado, a influência das variáveis macroeconômicas sobre um mercado específico pode não ser o esperado na literatura uma vez que outras forças, como programas de incentivo à produção e/ou barreiras não tarifárias podem influenciar as exportações de mel.

Quanto à análise de curto prazo, constatou-se que existe certa defasagem de tempo para que os desequilíbrios ocorridos em curto prazo sejam corrigidos no longo prazo. Esta sim é uma conclusão esperada, uma vez que as exportações são realizadas por meio de adiantamentos de contratos de câmbio, os quais podem chegar a 210 dias, daí a defasagem da influência das variáveis financeiras como câmbio e juros.

Quanto aos resultados de um choque exógeno sobre as variáveis explicativas, concluiu-se que o resultado inicial sobre a renda mundial foi

uma queda acentuada no nível das exportações de mel já no primeiro período seguindo, *a posteriori*, numa trajetória ascendente até alcançar a estabilização. Tal trajetória permite inferir que a variável renda tem forte influência sobre as exportações de mel.

Por sua vez, a ocorrência de um choque não antecipado sobre a variável taxa de câmbio (desvalorização) também induziu uma elevação acentuada no nível das exportações de mel inicialmente, vindo, no entanto, a estabilizar-se a partir do nono período.

Quanto à ocorrência de choques na variável taxa de juros, como já era esperado de acordo com o que sugere a teoria econômica, o choque não antecipado provocou uma queda das exportações seguindo uma trajetória descendente até o oitavo período, quando então se estabilizou.

No que se refere à decomposição da variância das exportações de mel, por sua vez, esta vem apenas ratificar a análise impulso-resposta ao sugerir que a taxa de câmbio, a taxa de juros e a renda mundial são variáveis expressivas na explicação da variável dependente. Ressalte-se que a maior parte da variação das exportações é explicada pelo comportamento das próprias exportações do mel. Isto parece razoável, já que, no período em análise, barreiras não tarifárias impostas ao país ou aos seus concorrentes no mercado do mel produziram alterações nas exportações do produto.

Um dos aspectos que saltam aos olhos dos mercados internacionais de alimentos é a configuração de um quadro regulatório repleto de critérios técnicos como o SPS (acordos sobre medidas sanitárias e fitossanitárias) e o TBT (acordo sobre barreiras técnicas ao comércio) que funcionam, na prática, como medidas protecionistas.

Desta maneira, a análise gráfica das exportações de mel revelou, em 2002, por ocasião do embargo do mel chinês e argentino, uma forte ascensão das exportações nacionais de mel. Por outro lado, em 2006, com o embargo do mel brasileiro na Europa, constata-se o declínio das exportações nacionais, com queda dos preços de venda.

Logo, paralelamente à ação de variáveis macroeconômicas estudadas, aspectos institucionais influenciaram as exportações deste e de outros produtos agropecuários.

Voltando-se para análise dos possíveis fatores que poderiam ter ocasionado mudanças (ou quebras) estruturais no conjunto das séries, pôde-se

concluir que fatores como a crise econômico-financeira que abalou o mundo em 2008-2009 não afetou a economia brasileira de forma significativa, ao menos, quando se tem como objeto de análise o mercado de mel. A propósito, de acordo com o referencial teórico apresentado, é justamente a partir de 2008 que ocorre a retomada do crescimento das exportações do mel brasileiro, com a remoção do embargo e a aceitação da União Europeia das certificações brasileiras comprovando a qualidade do seu produto.

Finalmente, este ensaio se mostra como uma gota d'água em meio a um caudal de informações que poderão ser compiladas, organizadas e trabalhadas a fim de prever com maior acuidade as oscilações decorridas nas exportações, tanto de bens primários, como o aqui analisado, como de produtos de maior valor agregado. Ademais, a inclusão de outras variáveis explicativas como a atuação do Itamaraty, programas de qualidade para produtos agropecuários e/ou a aplicação de outros testes que possam ser relevantes tanto para a avaliação de políticas executadas quanto para a formulação de novas políticas, são sugestões de realização de futuros trabalhos que possam contribuir para o desenvolvimento local, regional e nacional.

Releva destacar o fato de que governos estaduais e prefeituras de estados como do Rio Grande do Norte, do Pará, do Rio de Janeiro, do Piauí, de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul, instituíram políticas públicas para estimular o aumento do consumo de mel entre os estudantes do ensino fundamental da rede pública. A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), por meio do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), também beneficia milhões de famílias de pequenos produtores, em todo o Brasil, realizando compras de mel. O trabalho realizado pelo Programa é executado a partir da chamada "Compra Antecipada Especial, por meio do qual os produtos são distribuídos para escolas, creches, asilos e outras instituições, e de Compra Direta de produtos da agricultura familiar, com limite máximo anual de venda de R\$ 2,5 mil" (CBA, 2013). Um estudo detalhado do impacto e dos resultados alcançados por meio de programas como este são de grande relevância, tanto para a comunidade local como para o corpo acadêmico, que são ao mesmo tempo autores e personagens diretamente interessados no desenvolvimento não apenas nacional, mas principalmente de sua região.

Acrescenta-se, ainda, como sugestões para

possíveis objetos de pesquisa, um estudo de mercado que permita informar aos atuais e futuros empresários interessados no desenvolvimento da atividade apícola, como estruturar sua política comercial de modo a atingir grupos de potenciais consumidores, principalmente de seu mercado interno, ainda pouco explorado. Ademais, deve-se incentivar a busca por novos mercados externos, apoiada na qualidade e diversidade do mel brasileiro, além da ampliação do mercado para outros produtos que não apenas o mel, dentre os quais se destaca a produção de pólen, própolis, apitoxina e cera.

Referências

- BANCO CENTRAL DO BRASIL-BCB. **Relatório de inflação**. Julho de 2004. Disponível em: < <http://www.bcb.gov.br/htms/reinf/port/2004/06/ri200406b8p.pdf>>. Acesso: 10 Ago. 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR-MDIC. **Alice Web**. Disponível em: < <http://aliceweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 20 Out. 2012.
- BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS – U.S. Department of Commerce. **Interactive Data**. Disponível em: < <http://www.bea.gov/iTable/iTable.cfm?>>. Acesso em: 15 Out. 2012.
- BUENO, R. de L. da S. **Econometria de séries temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE APICULTURA-CBA. **Brasil apícola**. Disponível em: <<http://www.brasilapicola.com.br/brasil-apicola>>. Acesso em: 15 Out. 2012.
- EUROPEAN COMMISSION. **Eurostat**. Disponível em: < http://ec.europa.eu/eurostat/portal/page/portal/national_accounts/data/database>. Acesso em: 12 Out. 2012.
- FABRIS, T. R.; MEURER, R. O comportamento de curto e longo prazo das exportações catarinenses. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 1., 2007, Rio do Sul. **Anais...** Rio do Sul: APEC, 2007.

FEITOSA, D. G; MAGALHÃES, K. A. **O Ceará é o terceiro exportador de mel do Brasil com crescimento de 269% em dez anos**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/enfoque-economico/EnfoqueEconomicoN25_12_03_2012.pdf>. Acesso em: 10 Abr. 2012.

FROYEN, Richard T. **Macroeconomia**. Tradução de Ester E. H. Herskovitz, Cecília C. Bartalotti. São Paulo: Saraiva, 1999.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 Dez. 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA-IPEA. Ipeadata. **Série histórica**. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 11 Dez. 2012.

LAMAS, E. Taxa de câmbio efetiva real para o Rio Grande do Sul – 1996-05. **Indicadores Socioeconômicos FEE**, Porto Alegre, v. 34, n. 3, p. 71-82, Dez. 2006.

MAIA, S. F.; LIMA, R. C. Analisando o efeito da taxa de juros e da taxa de câmbio sobre as exportações agrícolas brasileiras pós-abertura econômica. In: MOUTINHO, L. M. G. (Org.). **Recortes setoriais da economia nordestina**. Fortaleza: CAEN; Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

MARTINELLI, O. O quadro regulatório dos mercados internacionais de alimentos: uma análise de seus principais componentes e determinantes. In: DÖRR, A. C. et al. (Org.). **Agronegócios: desafios e oportunidades da nova economia**. Curitiba: Appris, 2013.

NAKABASHI, L.; CRUZ, M. J. V. da; SCATOLIN, F. D. Efeitos do juros e do câmbio sobre as exportações da indústria brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**. Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 433-461, set./dez. 2008. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rec/v12n3/02.pdf>. Acesso em: 11 Mar. 2012.

PASIN, L. E. V.; TERESO, M. J. A.; BARRETO, L. M. R. C. Análise da produção e comercialização de mel natural no Brasil no período de 1999 a 2010. *Agroalimentária*, v. 18, n. 34, jan./jun. 2012.

PAULA, J. de. **Mel do Brasil**: as exportações brasileiras de mel no período 2000/2006 e o papel do Sebrae. Brasília: SEBRAE, 2008. 98p. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/apicultura/acesse/biblioteca-on-line>>. Acesso em: 20 Out. 2012.

PEREZ, L. H.; REZENDE, J. V.; FREITAS, B. B. Mel: câmbio e embargo europeu podem prejudicar exportações em 2006. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 1, n. 4, abr. 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=5209>>. Acesso em: 10 Out. 2012.

RAMALHO, H. M. de B.; TARGINO, I. A evolução das exportações brasileiras de cacau: uma análise do período 1950-2000. In: MOUTINHO, L. M. G. (Org.). **Recortes setoriais da economia nordestina**. Fortaleza: CAEN; Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

RANGEL, R. Mel brasileiro conquista mercado externo. **Inovação em pauta**. FINEP, n. 10, nov./dez./jan. 2010-2011. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/revista/edicao10/inovacao_em_pauta_10_apicultura.pdf>. Acesso em: 20 Out. 2012.

SANTOS, R. B. N. dos et al. Relações de co-integração entre preço dos biocombustíveis e alimentos: comparativo entre o etanol americano e a produção de milho no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS, **Anais...** Brasília: SOBER, 2010.

STATISTICS CANADA. **Economic accounts**. Disponível em: <<http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/101/cst01/gdps03a-eng.htm>>. Acesso em: 18 Out. 2012.

DIVERSIFICAÇÃO E SOFISTICAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES: UMA APLICAÇÃO DO *PRODUCT SPACE* AOS DADOS DO BRASIL

Diversification and sophistication of exports: an application of the product space to brazilian data

Elton Eduardo Freitas

Doutorando em Economia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Cedeplar/UFMG.
E-mail: eltonfreitas@cedeplar.ufmg.br.

Emília Andrade Paiva

Doutora em Geografia. Tratamento da Informação Espacial, PUC/MG. E-mail: emiliapaiva.br@gmail.com.

Resumo: A busca pela identificação de fatores que possam explicar a grande heterogeneidade no desenvolvimento econômico de países ou regiões sempre desafiou cientistas sociais. Esta questão é particularmente importante no Brasil, país caracterizado por enormes e persistentes desigualdades. Uma das faces mais marcantes das desigualdades brasileiras é a desigualdade regional, com as regiões Sul e Sudeste concentrando a maior parte da atividade econômica e da renda e apresentando os melhores níveis de educação, saúde, infraestrutura e qualidade de vida. Como abordagem alternativa no debate sobre as diferenças em padrões de crescimento entre países, o *Product Space* parte de dados de exportação para estabelecer associações que permitem identificar os novos produtos que podem alavancar o desenvolvimento econômico de cada localidade, considerando o que ela já exporta. A metodologia *Product Space* foi aplicada a dados de comércio exterior dos municípios brasileiros a fim de analisar a evolução das exportações brasileiras e sua sofisticação no período entre 2002-2014. Ademais, testamos se há evidências de autocorrelação espacial no nível de sofisticação dos municípios. A partir da análise exploratória de dados espaciais das exportações, diversidade e da sofisticação em todos os municípios brasileiros, este trabalho contribui para o debate acerca da desigualdade regional no Brasil.

Palavras-chave: Product Space; Desigualdades Regionais; Análise Espacial; Complexidade Econômica; Exportações.

Abstract: The search to identify factors that might explain the great heterogeneity in economic development and the quality of life of countries or regions always challenged social scientists. This is particularly important in Brazil, a country characterized by huge and persistent inequalities. One of the most striking faces of Brazilian inequality is regional inequality, with the South and Southeast regions concentrating most of the economic activity and income and providing the best levels of education, health, infrastructure and quality of life. As an alternative approach in the debate about the differences in growth patterns between countries, the Product Space methodology use export data to establish associations for identifying new products that can leverage the economic development of each locality, considering what it already exports. The Product Space methodology was applied to foreign trade data of Brazilian municipalities. The paper analyzes the evolution of Brazilian exports and sophistication in the period 2002-2014, in order to also identify whether there is evidence of spatial autocorrelation in the level of sophistication of the municipalities. From the exploratory analysis of spatial data exports, diversity and sophistication in all Brazilian municipalities, this paper contributes to the debate about regional inequality in Brazil.

Key words: Product Space; Regional Inequalities; Spatial Analysis; Economic Complexity; Exports.

JEL CODES: R11, R15.

1 Introdução

O debate sobre os fatores que explicam diferentes níveis de desenvolvimento econômico permeia a teoria econômica praticamente desde sua origem (JONES, 2000; MEIER; STIGLITZ, 2001). Entre os primeiros temas a interessar aos economistas estão os efeitos que a especialização no comércio entre países ou regiões tem nos níveis de desenvolvimento dos países envolvidos. O conceito de vantagens comparativas – ainda influente na literatura – foi introduzido em 1831 por David Ricardo, que argumentou que o comércio entre duas regiões pode ser benéfico para ambas se cada uma delas se especializar naquilo em que é mais produtiva (MEIER; STIGLITZ, 2001). O que determina a vantagem comparativa de cada região ou país, segundo a teoria ricardiana, é exclusivamente o diferencial de produtividade do trabalho entre as regiões, devendo esta diferença de produtividade definir aquilo em que cada uma deve se especializar (MEIER; STIGLITZ, 2001). Ou seja, a teoria de Ricardo prevê que países se especializarão naqueles poucos produtos nos quais tiverem vantagem comparativa e que esta vantagem resulta de apenas um fator de produção – a mão de obra (MEIER; STIGLITZ, 2001).

O conceito de vantagem comparativa se tornou importante no debate sobre comércio internacional desde então, debate este que passou a ser cada vez mais complexo na medida em que novos modelos introduziram outras restrições, conceitos e variáveis. O modelo de Hecksher-Olin, do início dos anos 1900, por exemplo, parte da teoria das vantagens comparativas de Ricardo para introduzir outros fatores de produção além da mão de obra, que é o foco do modelo ricardiano (JONES, 2000). Segundo o teorema de Hecksher-Olin, um país exportará aqueles bens cujos fatores de produção ele tem em abundância. Ou seja, países com muito capital exportarão bens intensivos em capital e países com abundância de mão de obra exportarão produtos intensivos em mão de obra (JONES, 2000). Como consequência, o padrão de comércio internacional é determinado pelas diferenças na dotação de fatores entre países (JONES, 2000 p. 36).

Leontief nos anos 1950 testou a validade do teorema de Hecksher-Olin utilizando dados de exportação dos Estados Unidos (JONES, 2000). Ele concluiu que, embora este fosse um país abundante

em capital comparado com outros países, os Estados Unidos não eram especializados na exportação de bens intensivos em capital, como previa a teoria de Hecksher-Olin, importando mais produtos intensivos em capital do que os exportando. Inúmeros debates se sucederam a partir do paradoxo de Leontief, questionando tanto a aplicabilidade do modelo de Hecksher-Olin, quanto a correção da aplicação empírica do modelo original por Leontief (JONES, 2000).

Desde então, com o processo de globalização, as relações de comércio internacional se tornaram cada vez mais dinâmicas, e os modelos econômicos mais complexos, com a introdução de variáveis que vão da disponibilidade de recursos naturais até diferenças em tecnologia. Ainda com muitas controvérsias, o debate continua atraindo a atenção daqueles que buscam entender como as relações comerciais entre países se associam com o nível de desenvolvimento de cada um deles. Como exemplo de modelos relevantes para a discussão sobre crescimento econômico, Jones (2000 p. 36) cita o modelo de Solow, de 1956, que “[...] recorre às diferenças nas taxas de investimento e nas taxas de crescimento populacional e (talvez) das diferenças exógenas na tecnologia para explicar diferenças nas rendas per capita [...]”, as contribuições de Mankiw, de 1992, que testou o bom desempenho empírico do modelo de Solow e propõem melhorá-lo ao reconhecer que a mão de obra de diferentes economias têm diferentes níveis de instrução e qualificação, ampliando o modelo para incluir o capital humano e a formalização da relação entre a economia das ideias e o crescimento econômico, feito por Romer nos anos 1980, tornando endógeno o progresso tecnológico. O que Jones (2000) ressalta sobre todos estes modelos é que eles são sustentados pela hipótese de que as taxas de investimento e o tempo destinado à qualificação são exógenos, deixando sem resposta uma das mais importantes questões das pesquisas sobre crescimento e desenvolvimento econômico. Como ressalta o autor,

Quando perguntados por que alguns países são ricos enquanto outros são pobres, a resposta tem sido a de que os países ricos investem mais em capital e destinam mais tempo ao aprendizado e ao uso de novas tecnologias. Contudo, esta resposta levanta novas indagações: por que alguns países investem mais do que outros e por que as pessoas destinam, em alguns países mais tempo ao aprendizado de novas tecnologias? (JONES, 2000 p. 116).

No contexto específico da geografia, vale destacar o trabalho de Paul Krugman, ganhador do Prêmio Nobel de Economia em 2008, por suas contribuições para a nova teoria do comércio internacional e para a nova geografia econômica. Com relação ao comércio internacional, Krugman (1979) desenvolveu um modelo matemático que coloca economias de escala no centro da discussão sobre comércio internacional. Como enfatiza o autor sobre o modelo proposto,

It shows that trade need not be a result of international differences in technology or factor endowments. Instead, trade may simply be a way of extending the market and allowing exploitation of scale economies, with the effects of trade being similar to those of labor force growth and regional agglomeration. This is a view of trade which appears to be useful in understanding trade among the industrial countries (KRUGMAN, 1979, p. 113).

Anos mais tarde, Krugman (1991) expandiu a questão das economias de escala, até então focadas na tentativa de identificar as diferenças na especialização de produtos no comércio internacional, para explicar a especialização de produção também entre partes de um mesmo território, como, por exemplo, o surgimento de centros urbanos industrializados e periferias agrícolas. Krugman (1991) criticou a economia tradicional que, segundo ele, dava pouca importância à localização dos fatores de produção no espaço, principalmente nas teorias de comércio internacional, “[...] conventionally treats nations as dimensionless points (and frequently assumes zero transportation costs between countries as well)” (KRUGMAN, 1991, p. 483). A partir deste momento, surgiu uma nova corrente de pesquisas que ganhou a denominação de “nova geografia econômica”. Fujita e Krugman (2004) definem de forma simplificada a nova geografia econômica como a tentativa de explicar a formação de uma grande variedade de aglomerações econômicas no espaço geográfico – seja a concentração de lojas e restaurantes num determinado bairro de uma grande cidade, seja no surgimento de disparidades de desenvolvimento entre regiões de um mesmo país, seja na divisão global entre economias do centro e da periferia.

Nas revisões críticas que fazem deste modelo, os autores (FUJITA; KRUGMAN, 2004; KRUGMAN, 1998) reconhecem a longa história dos estudos de economia espacial, destacando os trabalhos de Von Thünen em 1826, Weber em

1909, Christaller em 1933, Lösch em 1940, Isard em 1956 e Henderson em 1974 e tentam avaliar porque é atribuído primordialmente à publicação do artigo “Retornos crescentes e geografia econômica” (KRUGMAN, 1991) o estímulo à onda de trabalhos tanto teóricos quanto empíricos que teria dado início à nova geografia econômica. Entre os principais fatores identificados pelos autores estão:

- a) a criação de um modelo cuja arquitetura básica pode ser aplicada em qualquer circunstância em que o objetivo seja entender onde e porque atividades econômicas se localizam no espaço, seja no contexto de economia urbana ou de comércio internacional (FUJITA; KRUGMAN, 2004);
- b) a adoção de uma estratégia de modelagem que incorporou técnicas da teoria econômica nas quais o comportamento agregado deriva claramente da maximização individual (KRUGMAN, 1998);
- c) a incorporação nesta estratégia de modelagem de maneiras como mudanças graduais em parâmetros podem resultar em alterações na estrutura espacial (KRUGMAN, 1998);
- d) a criação de um arcabouço teórico básico que ilustra como interações entre retornos crescentes no nível da firma, custo de transporte e mobilidade dos fatores de produção podem causar mudanças na estrutura espacial de atividades econômicas (FUJITA; KRUGMAN, 2004; KRUGMAN, 2011).

Thisse (2011) credita a contribuição do trabalho de Krugman para a geografia econômica ao fato de que ele trouxe o conceito de espaço da periferia para o centro da teoria econômica, tornando ideias novas ou já existentes mais palatáveis não só para um exame teórico, mas também para a análise empírica.

A ideia de que a economia mundial, pelas características de dotação de recursos entre países, deveria se dividir entre um centro e a periferia foi criticada por economistas, dentre os quais o argentino Raúl Prebisch, que defendeu a industrialização dos países latinoamericanos, atacando a divisão internacional do trabalho que condenava as economias da considerada periferia a se especializarem na produção de commodities e outros produtos de baixo valor agregado (SIMON, 2006).

2 O Product Space como abordagem alternativa

Com a evolução das tecnologias computacionais e o acesso cada vez mais abundante a dados, surgiu no final da década de 2000 um grupo de pesquisadores das universidades americanas *Harvard University* e *Massachusetts Institute of Technology – MIT*, liderados pelos professores Ricardo Hausmann e César Hidalgo, que propôs uma abordagem alternativa ao entendimento das relações entre comércio internacional e desenvolvimento econômico, denominada *Product Space* (Espaço de Produtos). O que o modelo do *Product Space* propõe é que a possibilidade de ser competitivo na produção e exportação de determinado produto depende, além da dotação de recursos mensuráveis – como infraestrutura, terra, capital humano e tecnologia considerados na teoria econômica tradicional – de uma gama de recursos intangíveis, chamados *capabilities* (capacidades). É a disponibilidade destas *capabilities* e sua sofisticação que vai determinar as perspectivas de desenvolvimento econômico de cada país. E o caminho mais factível para o desenvolvimento econômico de um determinado país é introduzir na pauta de exportação produtos que sejam mais sofisticados, porém utilizem as mesmas *capabilities* daqueles produtos que já são produzidos por este país.

Inicialmente Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) observaram que um ponto em comum às abordagens econômicas convencionais que buscam explicar como as atividades econômicas se localizam no espaço é que elas são todas baseadas em diferenças na dotação de recursos entre as localidades. Assim, na teoria econômica tradicional, a visão de que o que determina os custos relativos de produção e a subsequente especialização é a dotação de recursos de cada país – sejam eles recursos naturais, capital humano ou a qualidade de suas instituições (HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007). Como consequência, em geral, países pobres se especializam na produção de bens intensivos em trabalho não qualificado, terra e recursos naturais, enquanto países ricos se especializariam na produção de bens intensivos em infraestrutura, tecnologia e capital (HIDALGO et al., 2007). Diante disto, “[...] attempts to reshape the production structure beyond the boundaries set by these fundamentals are likely to fail and hamper economic performance” (HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007, p. 1). Se consi-

derarmos que desenvolvimento econômico é o processo de produzir cada vez mais bens intensivos em tecnologia e capital (HIDALGO et al., 2007), é consequência natural que os países que se especializam neste tipo de bens sejam mais propensos ao desenvolvimento econômico, devido ao efeito positivo das externalidades de conhecimento e aprendizado da mão de obra (HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007; HIDALGO; HAUSMANN, 2008).

Para deixar claro este argumento, a partir do qual Hausmann, Hidalgo e seus coautores (HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007; HIDALGO et al., 2007; HIDALGO; HAUSMANN, 2008) elaboraram suas contribuições é importante esclarecer como eles simplificaram a divisão dos modelos econômicos tradicionais em dois tipos. Modelos do primeiro tipo explicam a especialização dos países pela existência dos fatores de produção, e assumem que estes fatores de produção podem ser acumulados e combinados na produção de novos e melhores produtos. A velocidade com que os diferentes fatores – capital ou habilidades – são acumulados é que vai determinar a mudança no tipo de produto exportado por aquele país. Já os modelos do segundo tipo enfatizam diferenças tecnológicas e assumem que elas são contínuas, permitindo que países movam sua produção para bens ligeiramente mais avançados tecnologicamente à medida que melhoram a sua tecnologia. Em qualquer um dos dois tipos de modelo, os produtos em si não importam. “The world of products is abstracted away and ignored when thinking about structural transformation and growth” (HIDALGO; HAUSMANN, 2008, p. 5).

A crítica que Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) fazem à visão tradicional da análise da relação entre comércio internacional e desenvolvimento econômico é que, embora elas reconheçam o fato de que a especialização em alguns produtos (intensivos em capital e tecnologia) é maior promotora de desenvolvimento do que a especialização em outros produtos (intensivos em mão de obra), os modelos associam estas diferenças aos fatores de produção e tecnologia, mas não aos produtos em si. Os autores argumentam que o tipo do produto no qual cada país se especializa importa tanto quanto os fatores e a tecnologia que fazem parte de sua estrutura produtiva. Como ressaltam:

While fundamentals play an important role, they do not uniquely pin down what a country will produce and export. What is critical to our argument

– and what drives its policy implications – is that not all goods are alike in terms of their consequences for economic performance. Specializing in some products will bring higher growth than specializing in others. (HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007, p. 1).

Isso porque os produtos são a materialização das *capabilities* que aquele território tem para produzir aquele bem e competir com sua venda no mercado internacional. Um país, ou região, sempre irá exportar os produtos mais sofisticados que tiver condições de produzir com as suas capacidades existentes, pois isto lhe garantirá o melhor retorno econômico. Assim, o que importa em última instância não é a dotação de recursos em si, mas como cada país utiliza estes recursos, juntamente com todo o conhecimento acumulado e os outros fatores intangíveis disponíveis, para produzir valor econômico. E isto pode ser medido através do mix de produtos que cada país exporta no comércio internacional (HAUSMANN et al., 2011; HIDALGO; HAUSMANN, 2009; HIDALGO et al., 2007).

O argumento que deu origem ao *Product Space* é o de que a cesta de produtos exportados é importante em si, pois cada produto carrega um mix de *capabilities* que determina oportunidades diferentes de desenvolvimento econômico futuro. Assim, Hausmann, Hwang e Rodrik (2007) propuseram a construção de uma medida de produtividade da pauta de exportações, denominado EXPY, correspondente ao nível de produtividade associado aos produtos exportados. Na base deste conceito está o argumento de que quanto mais um país conseguir exportar produtos com níveis de produtividade altos (produtos mais sofisticados), maior será o seu potencial de desenvolvimento econômico futuro, uma vez que isto reflete um estoque de *capabilities* capaz de se reorganizar na produção de outros produtos também sofisticados (HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007). Ou seja, a prosperidade de um país, assim como seu potencial de crescimento futuro, está diretamente relacionada não apenas a quanto este país exporta, mas também a o que ele exporta (HAUSMANN; KLINGER, 2007). Dado o mesmo valor de exportações, exportar bens mais sofisticados (que refletem um estoque de maiores *capabilities*, com maiores possibilidades de recombinações) resulta em mais desenvolvimento do que exportar bens menos sofisticados (que refletem um estoque de

menores *capabilities*, com menores possibilidades de recombinação).

3 O modelo Product Space

Hidalgo et al. (2007) utilizam informações a respeito da quantidade de bens produzidos e da competitividade desses bens para inferir o nível de sofisticação de cada economia. Essa abordagem representa uma considerável contribuição à literatura que analisa os determinantes do desenvolvimento, uma vez que é extremamente difícil observar e medir o conjunto de capacidades existentes em cada economia.

Para determinar os níveis de diversificação e de sofisticação de cada economia, os autores se valeram do índice de vantagens comparativas reveladas¹ (VCRs), desenvolvido por Balassa (1965), conforme descrito na equação:

$$VCR_{jkt} = \left[\frac{X_{jkt} / \sum_k X_{jkt}}{\sum_j X_{jkt} / \sum_j \sum_k X_{jkt}} \right] \quad (1)$$

A interpretação do índice de VCR é simples e intuitiva. Se $VCR > 1$, temos que o país é um exportador efetivo de um dado bem k , ou seja, possui elevada competitividade na produção e comercialização desse determinado bem. Por outro lado, se $VCR < 1$, então o país não é competitivo na produção do bem k .

Utilizando dados de comércio mundial que possuem grande abrangência e são disponíveis em elevados níveis de desagregação, Hidalgo et al. (2007) demonstraram como o número de produtos com VCR se relaciona ao nível de desenvolvimento econômico de cada país.

Buscando entender qual a melhor estratégia para cada país elevar seu nível de desenvolvimento econômico, Hausmann e Klinger (2007) e Hidalgo et al. (2007) desenvolveram o *Product Space*. Hidalgo et al. (2007) se beneficiaram da abrangência e do refinamento da base de comércio do UN Comtrade para determinar a existência de conexões entre a exportação de diferentes produtos. A metodologia desenvolvida pelos autores utiliza-se de probabilidades condicionais para estabelecer conexões entre produtos. Probabilidades de se exportar um determinado produto, dado que

¹ Observe que o VCR também é conhecido como Quociente Locacional (QL) caso a variável x fosse emprego de um setor k em uma localidade j .

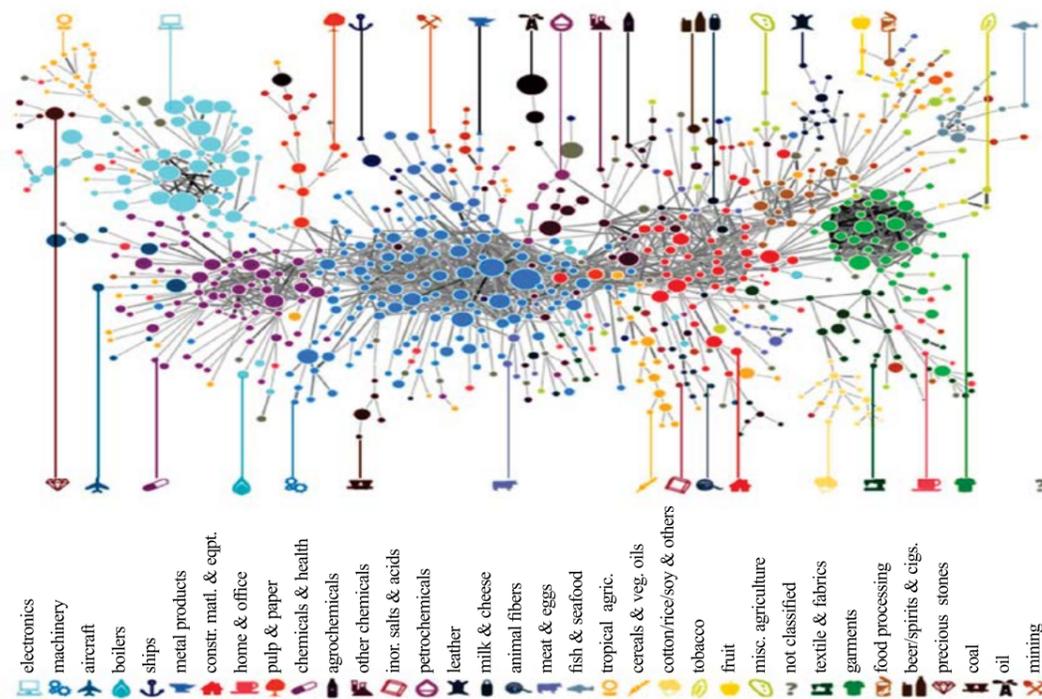
se exporta um outro produto, são calculadas para cada produto e cada país. Essas probabilidades, chamadas de proximidade, são então usadas para determinar qual a força das ligações entre os diferentes produtos. Intuitivamente, subjacente a essa metodologia está a ideia de que a produção de diferentes tipos de produto requer diferentes capacidades, ao passo que certos produtos requerem capacidades semelhantes para a sua produção. Dai deriva-se a proximidade entre diferentes produtos (Hidalgo et al., 2007).

Utilizando dados de comércio internacional classificados segundo a SITC (Revisão 2) 4-dígitos, Hausmann et al. (2011) calcularam uma matriz de proximidade revelada entre todos os pares de bens. Posteriormente, os autores criaram então o *Product Space*, que é um mapa de aglomeração hierárquica com base na matriz definida anteriormente, como ilustrado na Figura 1. Na periferia desse mapa de aglomeração hierárquica estão representados os produtos cujas habilidades requeridas possuem poucos usos alternativos. No centro do mapa encontram os produtos com habilidades que possuem maior número de conexões com outros setores, o que permite maior diversificação e elevada perspectiva de crescimento e desenvolvimento econômico futuro.

Usando o *Product Space*, Hidalgo et al. (2007) demonstraram que países subdesenvolvidos produzem bens com baixo número de ligações inter indústrias, o que dificulta o processo de diversificação produtiva desses países. Por outro lado, o oposto se aplica a países desenvolvidos. Dessa forma, a abordagem dos autores conduz a três importantes conclusões: (i) países diferentes se deparam com oportunidades diferentes de crescimento e diversificação produtiva, em função de sua estrutura produtiva e das capacidades associadas a ela; (ii) mudança estrutural e crescimento econômico sofrem dependência de trajetória, dado que a estrutura produtiva inicial de cada país reflete um grupo diferente de capacidades, e são essas capacidades que determinam as possíveis trajetórias de desenvolvimento futuro; e (iii) mover a produção rumo a indústrias produtoras de bens mais sofisticados leva tempo, dado que esse processo requer o aprendizado de novas capacidades, e bens de baixa sofisticação são associados a poucas indústrias (HIDALGO et al. 2007).²

2 Hidalgo et al. (2007, p. 487) simularam como a posição de cada país evolui ao mover-se repetidas vezes para a produção com proximidade superior a um determinado valor. Essas simulações revelaram que, em geral, apenas após 20 iterações países pobres alcançaram a produção de bens de alta sofisticação no *Product Space*.

Figura 1 – *Product Space*



Fonte: Hausmann et al. (2011).

Outra importante limitação das medidas propostas por Hidalgo et al. (2007) é que as mesmas não explicam por que produtos exportados por países ricos são importantes para o desenvolvimento. O índice PRODY é baseado na suposição de que bens sofisticados são os bens exportados por países de renda elevada. Como Felipe et al. (2012a) resalta, isso faz com que a metodologia seja circular. Além disso, essa forma de cálculo da sofisticação do produto parece gerar certas distorções, atribuindo sofisticação elevada a certos produtos que não parecem a princípio serem sofisticados. Para ilustrar esse problema, Reis e Farole (2012) ressaltam que o PRODY de bacon e presunto é mais elevado do que o PRODY de motores de combustão interna.

Hidalgo e Hausmann (2009) buscaram solucionar essa limitação desenvolvendo medidas alternativas de sofisticação do produto e do país. Hidalgo e Hausmann (2009) elaboraram índices que medem a diversificação e a ubiquidade (ou exclusividade, que está relacionada à sofisticação do bem) da produção de cada país. Os autores definem diversificação como o número de produtos que cada país exporta com VCRs. Ubiquidade, por sua vez, é definida como o número de países que exportam o mesmo produto com VCR. Formalmente, portanto:

$$D_{jt} = \sum_k N_{jkt} \quad (2)$$

$$U_{kt} = \sum_j N_{jkt} \quad (3)$$

onde D denota diversificação, U denota ubiquidade, e $N=1$ se o país j exporta o produto k com VCR no ano t , e $N=0$ caso contrário. Dessa forma, quanto maior a diversificação do país, maior sua sofisticação. Em contrapartida, quanto menor a ubiquidade do bem, maior é sua sofisticação.

Analisando essas medidas, Hidalgo e Hausmann (2009) e Felipe et al. (2012a) mostraram que há uma forte correlação negativa entre ubiquidade e diversificação, o que significa que países mais diversificados em geral produzem também produtos mais sofisticados (menos ubíquos). Esse resultado é compatível com a abordagem teórica discutida anteriormente. Os autores também encontram elevada correlação entre diversificação e nível de renda. Mais importante, os resultados encontrados indicam ainda que há elevada dependência de trajetória na estrutura de comércio de cada país,

também em conformidade com a teoria estruturalista e com a abordagem das capacidades, as quais ressaltam que movimentos da estrutura produtiva e das capacidades existentes em cada país se dão gradualmente através do tempo. De fato, Felipe et al. (2012a) encontra que as medidas propostas por Hidalgo e Hausmann (2009) apresentam elevada correlação com medidas de capacidades usadas na literatura Schumpeteriana (i.e. ARCHIBUGI; COCO, 2005). Em outras palavras, essa análise evidencia que as mudanças estruturais de cada país se dão a partir dos bens produzidos em cada período, levando-se em consideração as conexões do *Product Space*.

Entretanto, diversidade e ubiquidade são aproximações grosseiras da variedade de capacidades disponíveis em um país ou exigidas por um produto (HAUSMANN et al., 2011). Por um lado, um país com baixa diversificação que produz bens de baixa ubiquidade pode ser considerado mais sofisticado que um país com diversificação semelhante, mas que produz bens com elevada ubiquidade. Analogamente, um bem com elevada ubiquidade produzido por países com baixa diversificação pode ser considerado menos sofisticado do que um produto com ubiquidade semelhante, mas produzido por países com elevada diversificação. Combinando as duas medidas, portanto, é possível obter medidas mais precisas de sofisticação do produto e do país. Conforme Hausmann et al. (2011) argumentam, esse processo pode ser repetido para elevar progressivamente o nível informação capturado pelas medidas, as quais convergem depois de algumas iterações. Formalmente, portanto:

$$ISP_{kt,n} = \left[\frac{I}{U_k} \right] \sum_j N_{jkt} ISE_{jt,n-1} \quad (4)$$

$$ISE_{jt,n} = \left[\frac{I}{D_{jt}} \right] \sum_k N_{jkt} ISP_{kt,n-1} \quad (5)$$

onde ISE e ISP são os índices de sofisticação econômica e do produto, respectivamente. Além disso, n é o número de iterações. Note-se, ainda, que $ISE_{jt,0} = D_{jt}$ e $ISP_{kt,n-1} = U_{kt}$.

As medidas desenvolvidas por Hidalgo et al. (2007) e Hidalgo e Hausmann (2009) foram utilizadas em diversos estudos para analisar as trajetórias de desenvolvimento de diferentes países, levando em consideração mudanças em sua estrutura produtiva. Felipe, Kumar e Abdon (2010), por exemplo, usaram os índices PRODY e EXPY

para argumentarem que o baixo crescimento e os recorrentes problemas no balanço de pagamentos observados no Paquistão foram resultado da incapacidade do país de mover sua produção rumo a indústrias mais sofisticadas. Felipe et al. (2012a) analisaram mais detidamente as características de cada produto e país em relação à sua sofisticação, ubiquidade e diferenciação. Os resultados obtidos pelos autores confirmam que os maiores exportadores de produtos de alta complexidade são países de alta renda, enquanto países de baixa renda normalmente exportam produtos de baixa complexidade. Além disso, observam ainda que produtos de maior teor tecnológico apresentam maior sofisticação, enquanto produtos de menor teor tecnológico, em particular relacionados a bens primários, possuem menor sofisticação. Felipe et al. (2012b), por sua vez, usaram os índices ISP e ISE para argumentar que a trajetória de desenvolvimento Chinesa, bem sucedida até o momento, tem sido pautada no progressivo aumento do número de bens sofisticados (especialmente máquinas e eletrônicos) produzidos com VCRs.

4 O índice de sofisticação econômica adaptado – ISEa

O Índice de Sofisticação Econômica não pode ser calculado para unidades geográficas menores que países, pois a matriz de VCRs utilizada no cálculo dos indicadores é montada com países e não faz sentido incluir na mesma matriz municípios de um único país, por exemplo.

Desta forma, propomos aqui o cálculo de um novo indicador para identificar as localidades brasileiras que exportam produtos de alta complexidade, que chamaremos de Índice de Sofisticação Econômica Adaptado (ISEa).

Estabelecemos para o cálculo do índice ISEa os seguintes pressupostos:

- A sofisticação da pauta de exportação será baseada na complexidade dos produtos exportados pela localidade (quanto maior o ISP de cada produto exportado, mais sofisticada a exportação de uma localidade);
- Contribuirão mais para a sofisticação das exportações aqueles produtos que a localidade exporta com vantagem comparativa revelada;

- Contribuirão mais para a sofisticação das exportações aqueles produtos cuja a localidade tem a maior representatividade no total exportado do produto no país (quanto maior a participação da proporção de cada produto exportado pela localidade no total exportado do produto pelo Brasil, mais sofisticada a exportação dessa localidade);

A partir destes três pressupostos, propõe-se o cálculo do ISEa como sendo a média dos ISP dos produtos exportados naquele ano por uma dada localidade, ponderados pelo valor exportado de cada produto como proporção do valor total deste produto exportado no Brasil e pelo VCR do produto na respectiva localidade, neste mesmo ano, conforme especificado abaixo:

$$ISEa_i = \sum p \left(\frac{X_{pl}}{X_p} \right) \cdot VCR_{pl} \cdot ISP_p \quad (6)$$

Onde:

$ISEa_i$ = Índice de Sofisticação Econômica adaptado da localidade i ;

X_{pl} = Exportação do produto p na localidade i ;

X_p = Exportação do produto p no Brasil;

VCR_{pl} = VCR (vantagem comparativa revelada) do produto p na localidade i ;

ISP_p = ISP (sofisticação do produto) do produto p ;

5 Análise dos resultados

5.1 A evolução das exportações no Brasil entre 2000 e 2012

As exportações brasileiras cresceram significativamente no período 2002-2014, passando de aproximadamente US\$ 60 bilhões em 2002 para mais de US\$225 bilhões em 2014, conforme registros de todas as transações realizadas no período, feitos na Secretaria de Comércio Exterior – SE-CEX. Embora este crescimento tenha se dado em todas as regiões do País, ele ocorreu de forma mais significativa nas regiões Centro-Oeste (crescimento de 1.108%) e Norte (crescimento de 425%), ocasionando o aumento na participação relativa destas regiões no total exportado pelo Brasil. A região Centro-Oeste teve sua participação relativa mais do que triplicada – de 2,8% para 9,0% entre 2002 e 2014 – enquanto a participação da região

Norte aumentou de 5,6% para 7,8% no mesmo período. As regiões Sul e Sudeste perderam participação relativa na pauta de exportações brasileiras, caindo entre 2000 e 2012 de 25,1% para 20,8% e

de 59,0% para 55,6%, respectivamente. A participação da região Nordeste neste período teve uma leve redução na participação, de 7,5% para 6,8% (Tabela 1).

Tabela 1 – Exportações por região brasileira, 2002 a 2014

Região	2002		2014	
	Exportações (em US\$)	Participação (%)	Exportações (em US\$)	Participação (%)
Norte	3.360.880.326,00	5,6	17.630.959.149,00	7,8
Nordeste	4.546.151.448,00	7,5	15.326.774.410,00	6,8
Sudeste	35.661.609.889,00	59,0	125.015.505.764,00	55,6
Sul	15.191.532.977,00	25,1	46.773.031.506,00	20,8
Centro-Oeste	1.678.262.715,00	2,8	20.273.845.951,00	9,0
Brasil	60.438.437.355,00	100,0	225.020.116.780,00	100,0

Fonte: Secex, elaboração própria.

O crescimento das exportações entre 2002 e 2014 se deu tanto pelo aumento no valor médio exportado por município, quanto no aumento do número de municípios exportadores – de 1.718 em 2008 (30,8% do total de municípios brasileiros)

para 1.913 em 2014 (34,3% do total). O aumento no número de municípios exportadores neste período se deu em todas as regiões, com taxas que variaram de 4,5% na região Sul a 46,7% na região Centro-Oeste (Tabela 2).

Tabela 2 – Quantidade de municípios exportadores no Brasil, 2002 a 2014

Região	2002		2014	
	Número de Municípios	Participação (%)	Número de Municípios	Participação (%)
Norte	112	6,5	117	6,1
Nordeste	272	15,8	308	16,1
Sudeste	661	38,5	733	38,3
Sul	551	32,1	576	30,1
Centro-Oeste	122	7,1	179	9,4
Brasil	1.718	100,0	1.913	100,0

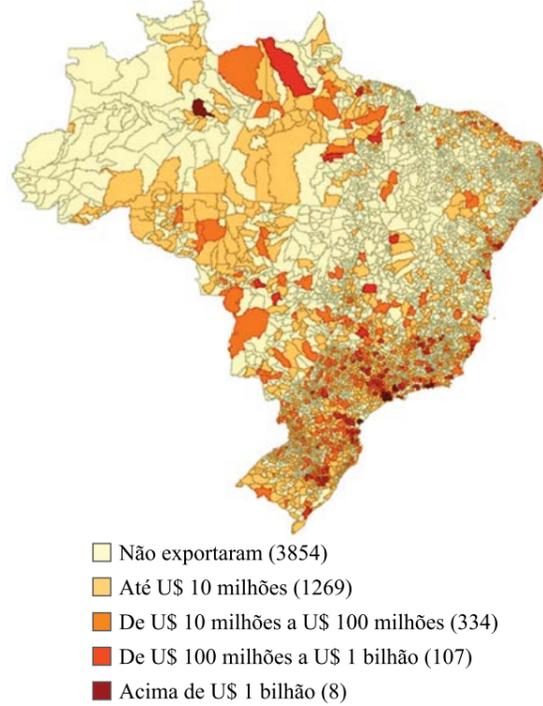
Fonte: Secex, elaboração própria.

As figuras da distribuição espacial das exportações dos municípios brasileiros em 2002 (Figura 2) e 2014 (Figura 3) mostram os fenômenos descritos nas tabelas anteriores – tanto o crescimento no número de municípios exportadores em todas as regiões, principalmente a Centro-Oeste, quanto o aumento no valor exportado em grande parte dos municípios.

Com relação ao aumento no número de municípios exportadores, vemos na comparação das Fi-

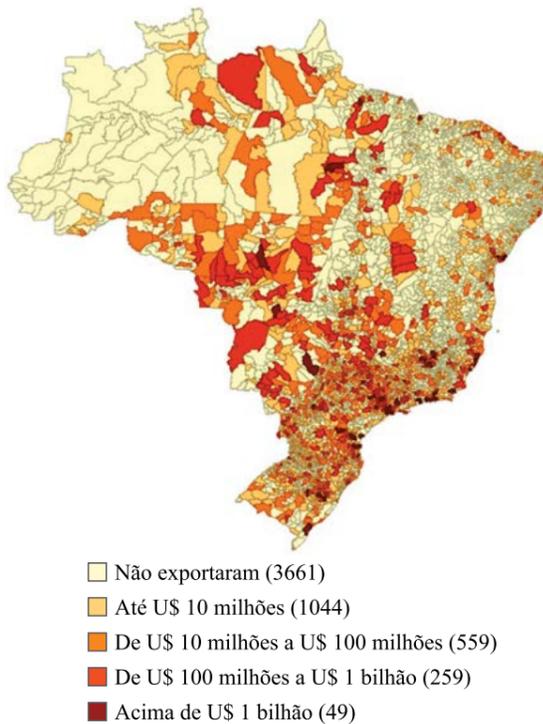
guras 2 e 3 que, enquanto em 2002 havia uma concentração de municípios exportadores no Sudeste e no Sul, há em 2012 uma dispersão em direção às regiões Norte e Centro-Oeste. Já com relação ao valor exportado por município, vemos a queda na quantidade de municípios que exportaram anualmente até US\$ 10 milhões, de 1.269 em 2002 para 1.044 em 2014. No mesmo período, o número de municípios que exportaram entre US\$ 10 milhões e US\$ 1 bilhão cresceu de 441 para 808.

Figura 2 – Exportações brasileiras por município (2002)



Fonte: Secex, elaboração própria.

Figura 3 – Exportações brasileiras por município (2014)



Fonte: Secex, elaboração própria.

Considerando os maiores municípios exportadores – aqueles que exportaram anualmente mais de US\$ 1 bilhão – podemos verificar tanto o seu crescimento quantitativo quanto sua dispersão no território nacional entre 2002 (Figura 2) e 2014 (Figura 3). Em 2002, apenas oito municípios exportaram este valor, todos eles localizados em apenas quatro estados – São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Paraná. Já em 2014, 49 municípios exportaram acima de US\$ 1 bilhão, estando eles espalhados pelas cinco regiões do País.

5.2 A diversidade das exportações dos municípios brasileiros

No modelo de análise de fatores associados ao desenvolvimento econômico proposto pelo *Product Space*, uma das variáveis relevantes é a diversidade de produtos exportados. À luz deste modelo, uma alta diversidade na pauta de exportações reflete uma variedade de capacidades produtivas tangíveis e intangíveis (*capabilities*) que, combinadas de maneiras diferentes, permitirão à localidade ser competitiva na exportação de cada vez mais produtos, garantindo o seu desenvolvimento econômico sustentável.

Iniciaremos a avaliação da evolução na distribuição espacial das complexidade das exportações brasileiras a partir da diversidade das exportações de seus municípios, identificam-se aqueles que possuem a maior variedade de produtos exportados e, deste modo, o maior potencial de crescimento econômico diversificado e sustentável no futuro.

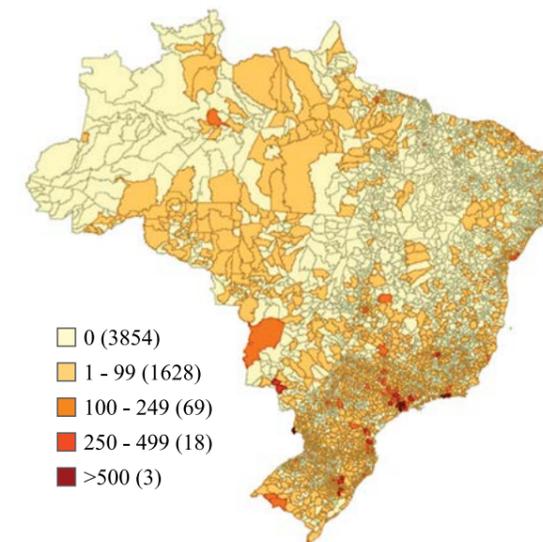
A Figura 4 mostra que a grande maioria dos municípios exportadores no Brasil possui uma pauta pouco diversificada, concentrada em poucos produtos. Em 2002, 95% dos municípios exportadores comercializaram até 99 produtos diferentes, apenas 5% mais de 100 produtos. Do ponto de vista das desigualdades regionais, fica evidente na Figura 4 que em 2002 a maioria dos municípios que possuíam uma pauta exportadora diversificada estavam concentrados nas regiões Sudeste e Sul, principalmente no estado de São Paulo, nas áreas metropolitanas das capitais e nas regiões de fronteira.

Os municípios que se destacavam por sua diversidade de exportações na região Nordeste em 2002 são algumas capitais, como Fortaleza,

Salvador e Recife e nas regiões Centro-Oeste e Norte são municípios de fronteira, como Guajará Mirim (RO), Corumbá e Ponta Porã (MS), além de Manaus devido à Zona Franca. Estes dados corroboram as evidências apresentadas na seção anterior de que a dispersão da exportação por um número maior de municípios teve pouco impacto na diversificação da economia destas localidades.

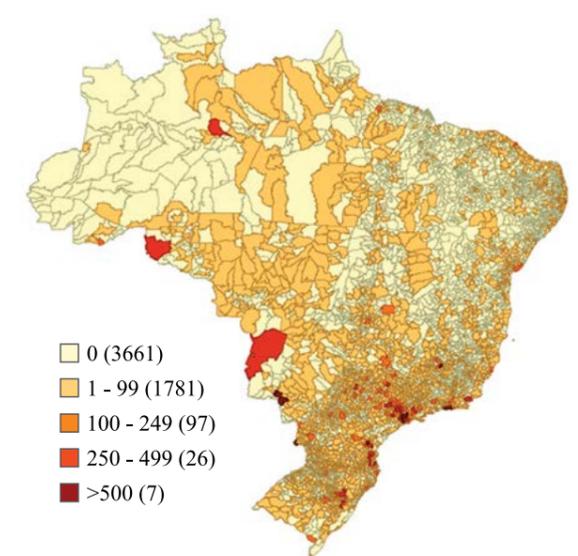
Apesar do aumento do número de municípios exportadores entre 2002 e 2014, a distribuição da diversidade de exportações permaneceu praticamente inalterada no período: 93% dos municípios exportadores comercializaram até 99 produtos diferentes, apenas 7% mais de 100 produtos. A distribuição especial dos municípios por diversidade das exportações também permaneceu praticamente inalterada, ainda concentrada nas regiões Sul e Sudeste, principalmente em São Paulo e nas áreas metropolitanas das capitais. Norte, Nordeste e Centro-Oeste continuaram caracterizados em 2014 por municípios com baixa diversidade de exportações, ainda com as exceções de algumas capitais, regiões de fronteira e Manaus.

Figura 4 – Diversidade de produtos exportados por município brasileiro, 2002



Fonte: Secex, elaboração própria.

Figura 5 – Diversidade de produtos exportados por município brasileiro, 2014



Fonte: Secex, elaboração própria.

5.3 Índice de sofisticação das exportações dos municípios brasileiros

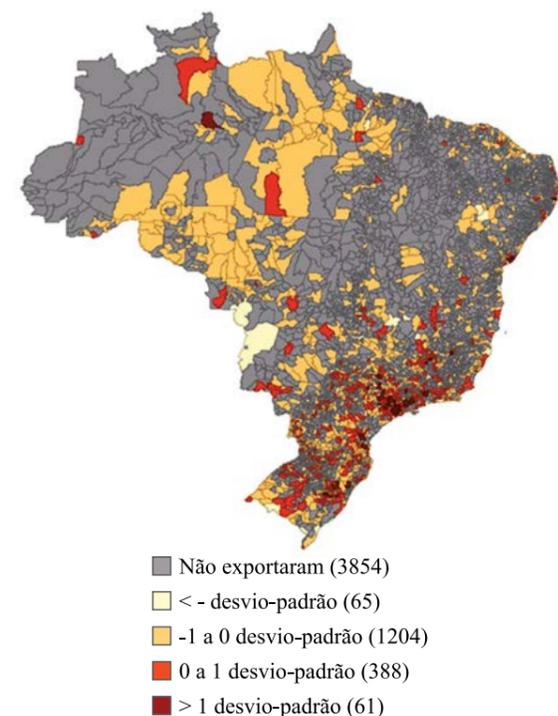
Uma segunda variável relevante ao desenvolvimento econômico proposto pelo *Product Space* é a complexidade dos produtos exportados. À luz deste modelo, uma pauta de exportações que compreende produtos de alta complexidade, assim como a diversidade, reflete uma variedade de capacidades produtivas tangíveis e intangíveis (*capabilities*) que, combinadas de maneiras diferentes, permitirão à localidade ser competitiva na exportação de cada vez mais produtos, garantindo o seu desenvolvimento econômico sustentável. Como medida da complexidade da pauta de exportação dos municípios brasileiros, adotamos o índice ISEa.

O índice de sofisticação proposto neste trabalho foi calculado para todos os municípios exportadores brasileiros para os anos de 2002 e 2014. Ele nos permite analisar, complementarmente à diversidade, o impacto da mudança no perfil da pauta de exportações brasileira na desigualdade regional. Dado o município *l*, que exportou em determinado ano os produtos *p*, o índice ISEa do município naquele ano será tanto maior quanto

maiores forem: a participação das exportações do município no total das exportações brasileiras dos respectivos produtos (quanto maior for); a vantagem comparativa revelada do município na exportação dos respectivos produtos (quanto maior for); e a complexidade dos produtos exportados pelo município (quanto maior for). O índice de sofisticação das exportações de todos os municípios exportadores para os anos de 2002 e 2014 estão representados nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

Na Figura 6 estão representados os municípios exportadores brasileiros, classificados de acordo com o índice ISEa, em intervalos de um desvio-padrão, para 2002. O mapa mostra que a distribuição da sofisticação das exportações no Brasil é bastante concentrada, existindo poucos municípios com valores que ultrapassem um desvio padrão acima (61 municípios) ou abaixo (65 municípios) da média, naquele ano. Tipicamente, os municípios com os maiores valores do índice ISEa são aqueles que exportam produtos industrializados (maiores), e aqueles com os menores valores são exportadores de commodities agrícolas ou minerais (menores).

Figura 6 – Índice de sofisticação das exportações – ISEa, por município brasileiro, 2000

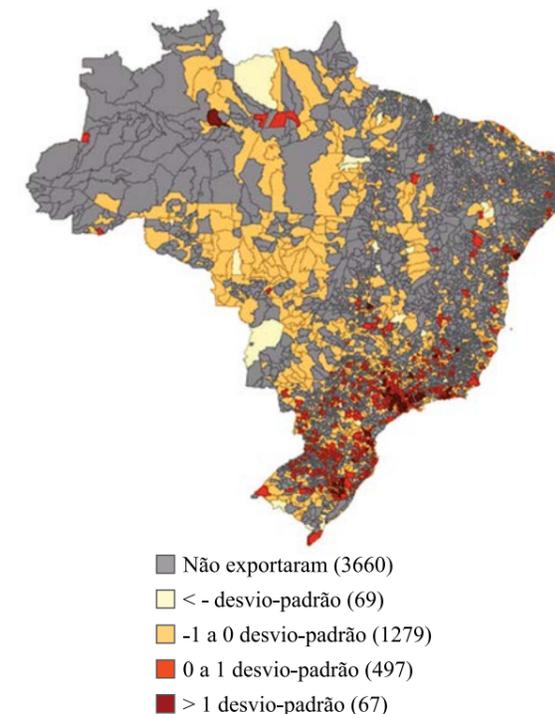


Fonte: Secex, elaboração própria.

Na Figura 7 estão representados os municípios exportadores brasileiros, classificados de acordo

com o índice ISEa, em intervalos de um desvio padrão, para 2014. Naquele ano, a distribuição da sofisticação das exportações no Brasil permaneceu praticamente inalterada, com apenas 67 municípios apresentando índice SOFIST que ultrapassem um desvio padrão acima da média, e 69 com valores que ultrapassem um desvio padrão abaixo da média.

Figura 7 – Índice de sofisticação das exportações – ISEa, por município brasileiro, 2014



Fonte: Secex, elaboração própria.

A Tabela 3 lista os dez municípios com os maiores valores do índice ISEa em 2002. Ressalta-se que eles estão localizados em apenas dois estados – São Paulo e Bahia – sendo nove destes municípios concentrados no estado de São Paulo. Ressalta-se ainda a importância das indústrias automobilística e aeroespacial como geradores da maior sofisticação na pauta de exportações brasileiras naquele ano. Apesar de apresentarem alta complexidade, a concentração nestas indústrias é mais um indicativo da baixa diversificação da pauta de exportações brasileiras, que apresenta pouca variedade até mesmo entre os produtos industrializados. Entre os dez municípios com a pauta de exportações mais sofisticadas, cinco tinham como carro-chefe de suas exportações produtos das indústrias automobilística e aeroespacial em 2002.

Tabela 3 – Dez municípios brasileiros com os maiores valores do índice ISEa, 2002

Município	Exportações (em US\$)	Diversificação	ISEa 2002
São Paulo	4.152.156.025,00	972	13,630
São José dos Campos	3.290.422.545,00	383	11,970
Camaçari	767.225.418,00	132	11,437
São Bernardo do Campo	1.452.407.120,00	430	10,835
Sumaré	135.606.048,00	199	8,452
Guarulhos	946.318.493,00	465	7,239
Campinas	543.839.389,00	415	7,133
Suzano	295.762.301,00	186	5,825
Sorocaba	320.889.266,00	395	5,631
Paulínia	161.186.449,00	108	5,623

Fonte: Secex, elaboração própria.

A Tabela 4 lista os dez municípios com os maiores valores do índice ISEa em 2014, estando sete deles na lista dos dez maiores também em 2002 – São Bernardo do Campo, Guarulhos, São Paulo, São José dos Campos, Sorocaba, Suzano e Campinas. Em 2014 os dez estão distribuídos em três estados – São Paulo, Amazonas e Rio de Janeiro. Do ponto de vista da desigualdade regional, os resultados indicam tanto o alto grau de con-

centração de sofisticação de exportações nas regiões Sudeste e Sul, quanto a permanência (se não o agravamento) desta concentração entre 2002 e 2014. Cabe notar os baixos valores do índice ISEa na região Centro-Oeste, corroborando que o crescimento das exportações desta região foi baseado na exportação de commodities, produtos com baixa sofisticação.

Tabela 4 – Dez municípios brasileiros com os maiores valores do índice ISEa, 2014

Município	Exportações	Diversificação	ISEa 2002
São Bernardo do Campo	3.589.868.538,00	488	10,868
Guarulhos	2.656.364.765,00	560	8,356
São Paulo	7.322.811.814,00	940	7,978
Manaus	899.627.954,00	269	7,645
São José dos Campos	4.595.619.992,00	377	7,329
Diadema	199.828.227,00	355	6,870
Sorocaba	1.347.811.566,00	450	6,451
Duque de Caxias	1.419.573.630,00	203	5,696
Suzano	695.428.357,00	220	5,056
Campinas	1.228.534.118,00	471	4,960

Fonte: Secex, elaboração própria.

6 Análise exploratória espacial do nível de sofisticação dos municípios brasileiros

Para observar os efeitos espaciais do nível de sofisticação das exportações dos municípios brasileiros, foi estabelecida como critério de vizinhança a convenção rainha, que considera como

vizinhas regiões que possuem fronteiras com extensão diferente de zero e quando os vértices das regiões são considerados como contínuos (ALMEIDA, 2004).

Utilizando o conceito de vizinhança definido acima, constroem-se uma matriz ponderação espacial quadrada e simétrica, onde os elementos assumem dois valores: =1 se as regiões i e j forem vizinhas ou =0 se as regiões i e j não forem vizi-

nhas. Ademais, padronizou-se tal matriz de forma que a soma dos elementos suas linhas sejam iguais a 1, o que torna a matriz assimétrica, mas o que garante a interpretação de média dos valores da variável nos vizinhos para a defasagem espacial (ALMEIDA, 2004).

Para identificar a presença de dependência espacial no nível de sofisticação dos municípios utilizaremos as estatísticas I de Moran para testar a associação espacial global e a estatística I de Moran local, para testar a associação espacial local, além de mapas de clusters e do Moran Scatterplot.

Índice de correlação espacial mais conhecido, o I de Moran, que varia em um intervalo de -1 a 1, fornece uma medida geral de associação espacial existente no conjunto de dados (NEVES et al., 2000). Como hipótese nula, o teste admite que não há autocorrelação espacial, sendo o padrão de associação espacial devido ao acaso. No caso da hipótese nula ser rejeitada, valores positivos do teste indicam a presença de autocorrelação espacial positiva, no sentido de que os valores da variável em estudo apresentem valores semelhantes em regiões vizinhas, ocorrendo o contrário caso o valor do teste seja negativo. O I de Moran é definido como:

$$I = \frac{n}{\sum \sum W_{ij}} \cdot \frac{\sum \sum W_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (7)$$

Em que n é o número de observações, y é a variável em estudo e W_{ij} são elementos da matriz W.

No entanto, existe um problema em se utilizar apenas os índices globais de associação espacial. Anselin (1995) afirma que as estatísticas globais de associação espacial não têm capacidade de identificar a ocorrência de autocorrelação local estatisticamente significantes, uma vez que as estatísticas globais podem ocultar padrões de associação local, através de uma indicação de ausência de autocorrelação global, ou pode camuflar padrões de associação como clusters ou outliers espaciais, através da indicação de uma forte autocorrelação global. Nesse sentido, os índices LISA (*local indicator spatial association*) são utilizados para superar esse obstáculo e capturar padrões locais de associação linear estatisticamente significantes (ALMEIDA, 2004).

A estatística LISA mais conhecida é o I de Moran local, que é obtido a partir da decomposição do indicador global e decompõe a contribuição local de cada observação em quatro categorias, cada uma individualmente correspondendo a um quadrante no diagrama de dispersão de Moran (ANSELIN, 1995). A seguir, a definição do I de Moran local:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j W_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 / n} \quad (8)$$

Em que n é o número de observações, y é a variável em estudo e W_{ij} são elementos da matriz W.

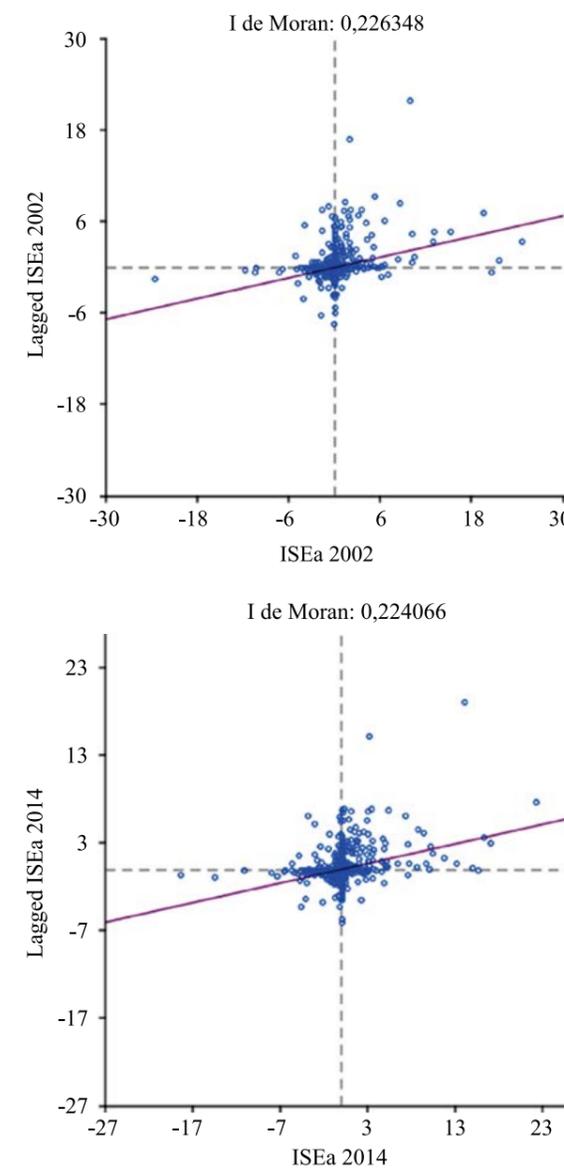
Segundo Almeida (2004), “a interpretação intuitiva é que o I local provê uma indicação do grau de agrupamento dos valores similares em torno de uma determinada observação, identificando clusters espaciais estatisticamente significantes”. Para analisarmos o I de Moran local, iremos utilizar o Moran Scatterplot e o mapa de clusters.

O Moran Scatterplot, ou diagrama de dispersão de Moran, é uma das formas de interpretar o I de Moran. Nele, o I de Moran é representado pelo coeficiente angular de uma regressão entre a variável em estudo e seus valores defasados espacialmente. Esse diagrama é dividido em quatro quadrantes, onde cada quadrante representa um tipo de associação espacial local (alto-alto, baixo-alto, baixo-baixo e alto-baixo).

Já o mapa de clusters, ou mapa de dispersão de Moran, é simplesmente o mapeamento dos resultados obtidos no diagrama de dispersão, e tem como principal vantagem fornecer ao pesquisador a possibilidade de perceber visualmente a formação de clusters de padrão de associação espacial (ALMEIDA, 2004).

Com o intuito de verificar a hipótese de que o efeito espacial tem um papel importante para explicar a relação entre o nível de sofisticação dos municípios brasileiros, apresentaremos os resultados dos testes citados anteriormente para a detecção de dependência espacial nos dados. A seguir, a Figura 8 apresenta os resultados da estatística I de Moran para o ISEa dos municípios brasileiros.

Figura 8 – Moran scatterplot para ISEa dos municípios brasileiros, 2002 e 2014



Fonte: Secex, elaboração própria.

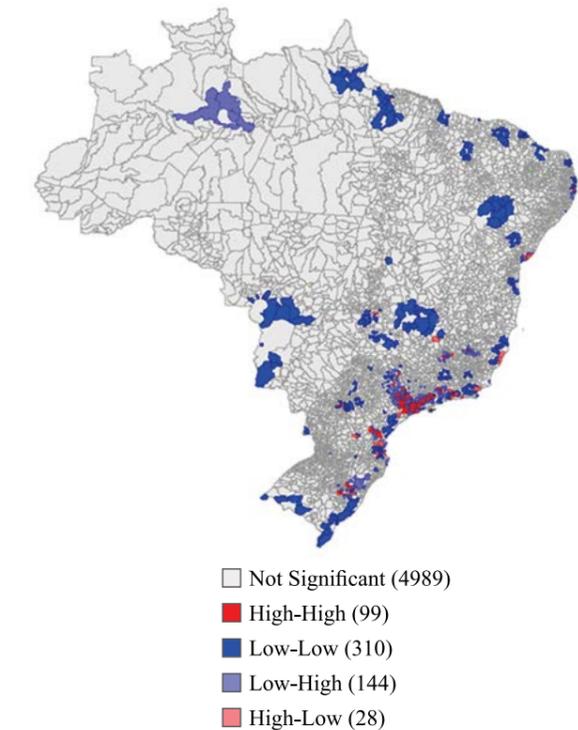
Obs.: Número de permutações: 999; Pseudo P-value para 2002: 0.001; Pseudo P-value para 2014: 0.001

Como podemos ver na Figura 8, existe uma autocorrelação positiva entre os valores do ISEa tanto em 2002 quanto em 2014, indicando que municípios com um nível de sofisticação semelhante estão próximos. No entanto, como citado anteriormente, nem sempre as estatísticas globais refletem o padrão local de associação espacial. Desta forma, para representar o padrão local de associação espacial, as estatísticas LISA são apresentadas a seguir.

Para verificar a formação de clusters de padrão de associação espacial, as figuras 9 e 10 a seguir mostram os resultados obtidos no mapa de dispersão de Moran.

Na figura 9, podemos perceber que em 2002 existia uma formação de clusters de municípios complexos do tipo alto-alto nas regiões Sul e Sudeste, principalmente no Estado de São Paulo, foram identificados 99 clusters alto-alto com significância de 5%. Enquanto que nas demais regiões do País em parte de Minas Gerais e no Rio Grande do Sul havia predominância de clusters do tipo baixo-baixo, ao todo 310 clusters.

Figura 9 – Mapa de dispersão de Moran para ISEa, em 2002

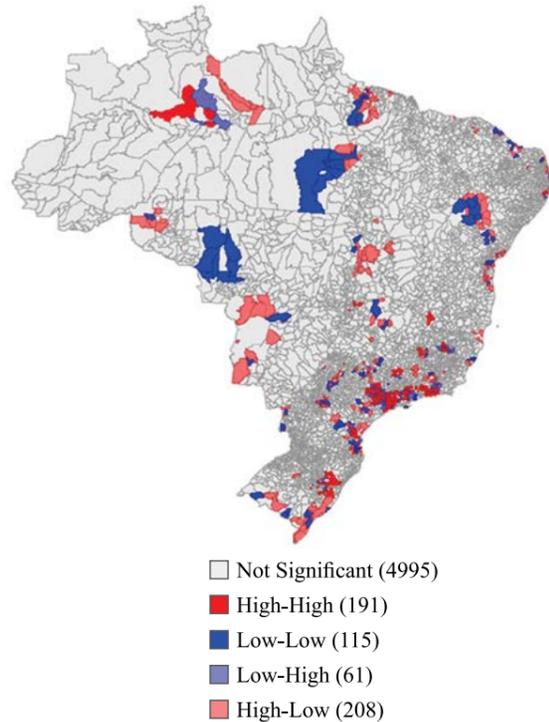


Fonte: Secex, elaboração própria.

Obs.: Número de permutações: 999; Nível de significância: 0,05.

Em relação a 2014, a figura 10 mostra que existe um padrão semelhante, com a concentração de clusters do tipo baixo-baixo nas regiões Norte e Nordeste, mas em todo o Brasil foram intensificados 115 com significância de 5%. Clusters do tipo alto-alto continuaram predominantemente localizados nas regiões Sul e Sudeste, e um destaque para os municípios próximos a Manaus. Percebe-se um crescimento significativo do número de cluster alto-alto, que em 2002 eram 99, mas em 2014 contavam 191 em todo o Brasil.

Figura 10 – Mapa de dispersão de Moran para ISEa, em 2014



Fonte: Secex, elaboração própria.

Obs.: Número de permutações: 999; Nível de significância: 0,05.

Percebemos que os mapas de dispersão de Moran indicam um padrão semelhante de clusterização para as variáveis em estudo. Verificamos que, em geral, regiões com alto ISEa, estão próximas de outras regiões que também possuem alto ISEa. Isso nos dá um indicativo de que o nível de sofisticação de uma região pode estar relacionado com o nível de sofisticação dos seus vizinhos. Ou seja, a formação de clusters como visto nos mapas, nos leva a crer que existe um padrão de autocorrelação espacial local e, assim, espera-se que essa autocorrelação espacial seja importante para influenciar a relação entre o nível de sofisticação das exportações nos municípios brasileiros. Na próxima seção, será testada essa hipótese estimando um modelo econométrico, incluídos os efeitos espaciais do nível de sofisticação das exportações.

7 Resultados do modelo econométrico

Como não sabemos a priori qual o tipo de dependência espacial existente no modelo (se existe autocorrelação espacial nos termos de erro, depen-

dência espacial na variável dependente ou uma combinação dos dois efeitos), definiu-se testar um modelo geral SARMA (*spatial autorregressive and moving average*), que incorpora todos os efeitos possíveis, como mostrado a seguir.

$$Y = \rho W_1 Y + X\beta + \varepsilon \quad (9)$$

$$\varepsilon = \lambda W_2 \varepsilon + u \quad (10)$$

Onde Y é um vetor de variáveis dependentes (ISEa), X é um vetor de variáveis independentes (Diversificação), β é o vetor de parâmetros a ser estimado, W_1 e W_2 são as matrizes de ponderação espacial (neste caso, elas são iguais, embora isso não seja necessário), u é o termo de erro aleatório com média zero e variância constante, λ é o parâmetro autorregressivo associado ao termo de erro e, por fim, ρ é o parâmetro autorregressivo associado a variável dependente defasada.

O interessante em assumir esta especificação reside no fato de que dependendo dos valores de ρ e λ esta especificação cobre quatro modelos diferentes. No caso de se ter, simultaneamente, $\rho \neq 0$ e $\lambda \neq 0$ estar-se-a no modelo SARMA, em que a dependência espacial esta presente tanto nos termos de erro quanto na variável dependente. No caso em que $\rho \neq 0$ e $\lambda = 0$ teremos o modelo SAR (*spatial autorregressive*), onde a dependência espacial esta presente na variável dependente. No caso em que $\rho = 0$ e $\lambda \neq 0$ teremos o modelo SEM (*spatial error*), onde existe autocorrelação espacial nos termos de erro. E, por fim, quando tem-se, simultaneamente, $\rho = 0$ e $\lambda = 0$ não existe efeitos espaciais e, desta forma, tem-se um modelo clássico de regressão linear.

Para detectar qual especificação capta de forma mais apropriada o efeito espacial sobre o ISEa dos municípios, foram utilizados os testes dos multiplicadores de Lagrange, o critério de informação de Akaike e comparados os valores da função de máxima verossimilhança.

Segundo Almeida (2004), os testes do tipo multiplicadores de Lagrange (LM) tanto contra a defasagem LM_ρ quanto contra o erro espacial LM_λ não apresentam muito poder, uma vez que sob a hipótese nula de ausência de dependência espacial a estatística do teste segue uma distribuição qui-quadrado com 1 grau de liberdade, enquanto que no caso de má especificação local, ou seja, quan-

do há dependência espacial, o teste se transforma em uma qui-quadrado não centralizada, fazendo com que o teste rejeite a hipótese nula com muita frequência. Neste sentido, as versões robustas (RLM) destes testes foram desenvolvidas para contornar este problema, incorporando um fator de correção para levar em consideração a má especificação local, aumentando o poder do teste.

Para detectar a forma funcional correta, Florax et al. (2003 *apud* ALMEIDA, 2004) sugerem a utilização de uma estratégia de “identificação híbrida”, utilizando os testes clássicos e robustos para a autocorrelação espacial. A estratégia de identificação consiste em estimar, no primeiro passo, o modelo por OLS e, em seguida, testar a hipótese de ausência de autocorrelação espacial devido à defasagem ou ao erro através das estatísticas clássicas LM_ρ e LM_λ . Se estes testes não forem significantes, utiliza-se o modelo OLS como sendo o modelo mais apropriado. Se ambos forem significantes, utilizam-se as versões robustas RLM_ρ e RLM_λ para decidir qual modelo deve ser estimado. Se RLM_ρ é significativa e RLM_λ não é, estima-se o modelo SAR. Se RLM_ρ não é significativa e RLM_λ é significativa, o modelo mais apropriado deve ser o modelo SEM. Se ambos forem significantes e $RLM_\rho > RLM_\lambda$, estima-se o modelo SAR, enquanto que se $RLM_\rho < RLM_\lambda$, o modelo SEM deve ser o mais apropriado.

No entanto, quando ambos, RLM_ρ e RLM_λ , são significantes, pode ser que a especificação correta do modelo não seja nem o modelo SAR e nem o modelo SEM, e sim o modelo SARMA. Dessa forma, utilizar-se-á o teste SARMA ($LM_{\rho\lambda}$), que testa a presença simultânea do efeito espacial na variável defasada e no erro. Este teste segue uma distribuição qui-quadrado com dois graus de liberdade, o que diminuiu o poder do teste.

A seguir, a Tabela 5 apresenta os resultados referentes à estimação do modelo econométrico do impacto da diversificação sobre o nível de sofisticação dos municípios, sem a inclusão dos efeitos espaciais.

Tabela 5 – Estimação do modelo sem a inclusão dos efeitos espaciais (OLS)

Variáveis	2002	2014
Intercepto	-0.0335 (0,0071)	-0.0374 (0,0062)
β	0.0054 (0,0001)	0.0042 (0,0001)
R ²	0.1147	0.1277
Akaike	8592.77	7073.50

Fonte: Elaboração própria.

Nota: * não significativa a 5%; Desvio padrão entre parênteses.

Os resultados mostrados acima indicam que a diversificação contribui positivamente (apesar do impacto ser pequeno) para o nível de sofisticação dos municípios, uma vez que todos os coeficientes são estatisticamente maiores que zero. Observa-se ainda que o modo como o nível de diversificação impacta sobre a sofisticação pouco mudou no período testado. Para determinar qual o modelo mais apropriado para modelar esta relação, foram realizados os testes dos multiplicadores de Lagrange, cujos resultados são apresentados na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Testes dos multiplicadores de Lagrange

Teste	2002		2014	
	Valor est.	p-valor	Valor est.	p-valor
LM_λ	256,860	0.000001	235.753	0.0000
RLM_λ	5,676	0.0172	12.29	0.0005
LM_ρ	350,178	0.4903	351.049	0.0000
RLM_ρ	98,994	0.000001	127.591	0.0000
SARMA	355,854	0.000001	363.344	0.0000

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados dos testes dos multiplicadores de Lagrange, tanto na versão clássica quanto na versão robusta, mostram que, o nível de sofisticação dos municípios brasileiros apresenta dependência espacial tanto nos termos de erro quanto na variável dependente defasada, indicando que o modelo correto tanto pode ser o modelo SEM quanto o modelo SAR.

Diante disto, analisou-se o teste SARMA, para verificar se a especificação correta do modelo in-

corpora os dois efeitos simultaneamente. Os resultados mostrados na tabela 6 indicam que a especificação correta deve ser o modelo SARMA.

Um parênteses aqui, os resultados mostra que o teste dos multiplicadores de Lagrange na versão robusta apresentam uma grande variação em relação a versão clássica. Talvez isso possa apresentar algum indício de que não ocorra dependência espacial nos termos de erro, por isso, também estimaremos o modelo SAR para comparação dos resultados.

Tabela 7 – Estimação do modelo com a inclusão dos efeitos espaciais

Variáveis	SAR		SARMA	
	2002	2014	2002	2014
Intercepto	-0,0295 (0,0069)	-0,0324 (0,0060)	-0,0282 (0,0060)	-0,0303 (0,0047)
β	0,0045 (0,0001)	0,0035 (0,0001)	0,0042 (0,0002)	0,0032 (0,0001)
ρ	0,2188 (0,0188)	0,2394 (0,0184)	0,3043 (0,0282)	0,4054 (0,0311)
λ			-0,1550 (0,0385)	-0,3097 (0,0453)
Pseudo R	0,1544	0,1717	0,1561	0,1723
Log likelihood				
Akaike	8389,042	6847,106		

Fonte: Elaboração própria.

Nota: * não significativa a 5%; Desvio padrão entre parênteses.

Os resultados apresentados na Tabela 7 mostram os modelos SAR e SARMA estimados para os anos de 2002 e 2014. Todas as estimativas são estatisticamente significantes ao nível de 5%. O parâmetro β capta possível efeito da diversidade sobre o nível de sofisticação. Como se pode perceber, as estimativas β são positivas corroborando, assim, que a diversidade contribui para o nível de sofisticação. O valor positivo de ρ indica que existe uma dependência espacial positiva na variável dependente defasada, indicando que o nível de sofisticação nas regiões vizinhas impacta no nível de sofisticação da região em questão.

Quanto ao valor negativo de λ , isso indica que os efeitos não modelados apresentam uma autocorrelação espacial negativa. Acreditamos que em se tratando de regiões sofisticadas, variáveis como de infraestrutura, ou, fatores socioeconômicos de

uma região agem como força de atração vinda de regiões vizinhas, justificando assim o impacto negativo dessas variáveis sobre o nível de sofisticação das regiões vizinhas.

8 Considerações finais

A investigação sobre os fatores que possam explicar as enormes e persistentes desigualdades regionais no Brasil tem sido objeto de debates há várias décadas. Pesquisas mostram evidências de que, embora possa existir uma tendência à convergência de renda entre as regiões, esta convergência é lenta e tende a se estabilizar num patamar de grande heterogeneidade, tanto intra quanto inter-regional.

Estes estudos, no entanto, foram feitos a partir de dados agregados. Com a aplicação da metodologia *Product Space* para os dados de exportação do Brasil, pode-se avaliar a desigualdade regional no Brasil e sua evolução ao longo de mais de uma década a partir dos dados de todas as transações de exportação dos municípios brasileiros registrados na Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio – SECEX/MDIC, para os anos de 2002 e 2014.

O baixo crescimento econômico brasileiro dos últimos anos, com a crescente concentração na exportação de commodities e consequente redução na participação de produtos industrializados já foi amplamente registrado na literatura. Os dados apresentados neste trabalho corroboram estas análises.

Com relação à distribuição das exportações, os dados mostram que entre 2002 e 2014: cresceu o valor exportado pelo Brasil e por todas as regiões, principalmente pelo Centro-Oeste; aumentou o número de municípios exportadores em todas as regiões, representando uma dispersão espacial das exportações pelo País; aumentou o valor exportado de grande parte dos municípios, com a dispersão espacial dos municípios que exportam acima de US\$1 bilhão por ano, por todas as regiões do País; e aumentou a participação de commodities agrícolas e minerais na pauta de exportações brasileiras, com a consequente redução da participação de produtos industrializados.

Do ponto de vista da desigualdade regional, estas mudanças tiveram um efeito positivo, com o aumento da participação das regiões Centro-Oeste

e Norte tanto no valor exportado quanto no número de municípios exportadores. Isto representa um aumento na renda destas regiões e, consequentemente, uma redução da desigualdade regional da renda per capita. No entanto, este aumento foi insuficiente para reduzir a hegemonia das regiões Sudeste e Sul, que ainda concentraram 77% das exportações brasileiras em 2014.

O efeito positivo, no entanto, deve ser avaliado com cautela, uma vez que ele foi alavancado principalmente pelo aumento nas exportações de *commodities*. Apesar de representar um aumento na renda per capita das regiões exportadoras, a comercialização de commodities tem impacto limitado no aumento da qualidade de vida destas regiões, por serem produtos de menor complexidade.

Além de analisar a distribuição do volume exportado, avalia-se também a evolução da distribuição espacial de complexidade econômica – considerada sob os aspectos de diversidade (número de produtos exportados) e sofisticação (índice ISEa, que pondera a complexidade do produto pela sua importância nas pautas de exportação brasileira e mundial). Os resultados das análises de ambos os fatores confirmam a tendência de concentração espacial de diversidade e sofisticação nas regiões Sul e Sudeste, indicando que não há qualquer evidência de redução nas desigualdades regionais, considerando-se a complexidade econômica. O aparecimento de aglomerações de diversidade de exportações nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste seria um possível indício do surgimento de polos de complexidade econômica nestas regiões. Este fenômeno, no entanto, não foi identificado, permanecendo os maiores polos de complexidade econômica concentrados no estado de São Paulo e no seu entorno. Da mesma forma, não foi identificado o surgimento de polos de sofisticação fora do Sul e Sudeste entre 2002 e 2014.

É importante notar que, mesmo quando se trata apenas da sua produção industrial, a indústria brasileira é concentrada nos setores automobilístico e aeroespacial. Ao analisar a diversidade e a sofisticação dos municípios brasileiros mais bem colocados nestes rankings de complexidade, ficou evidente a dependência que o Brasil tem destas indústrias, principalmente quando se trata de agregar complexidade às exportações.

Por fim, este estudo demonstra a importância dos efeitos espaciais para explicar o nível de sofis-

ticação dos municípios brasileiros, sugerindo aos responsáveis pela elaboração de políticas públicas de promoção de desenvolvimento regional que incorporem tais efeitos em suas análises e em suas propostas de implementação de políticas.

As análises apresentadas aqui ainda deixam muitas questões a serem exploradas. Sugerimos como questões para future investigação a identificação dos fatores relacionados com as aglomerações de diversidade, o cálculo do Índice de Complexidade Econômica para os municípios brasileiros (a partir da interação entre diversidade e sofisticação).

Referências

- ALMEIDA, E. **Curso de econometria espacial aplicada**. Piracicaba: ESALQ-USP, 2004.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association-lisa. **Geographical Analysis**, Wiley Online Library, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ARCHIBUGI, D.; COCO, A. Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu of choice, **Research Policy**, v.34, n. 2, p. 175-94, mar. 2005.
- BALASSA, B. Trade liberalization and revealed comparative advantage, **Manchester School of Economics and Social Studies**, v.33, n. 2, p. 99-123, maio.1965.
- FELIPE, J.; KUMAR, U.; ABDON, A. **As you sow so shall you reap**: from capabilities to opportunities. Annandale-on-Hudson: Levy Economics Institute, 2010 (Working Paper, 613).
- FELIPE, J.; KUMAR, U.; ABDON, A.; BACATE, M. Product complexity and economic development, **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 23, n. 1, p.36-68, mar. 2012a.
- FELIPE, J.; KUMAR, U.; USUI, N; ABDON, A. Why has China succeeded? And why it will continue to do so, **Cambridge Journal of Economics**, v. 37, n. 4, p.791-818, nov. 2012b.

FUJITA, M.; KRUGMAN, P. The new economic geography: past, present and the future. **Papers in Regional Science**, v. 83, n. 1, p. 139-164, jan. 2004.

HAUSMANN, R. et al. **The atlas of economic complexity** - mapping paths to prosperity. Hollis: Puritan Press, 2011. 364 p.

HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. What you export matters. **Journal of Economic Growth**, v. 12, n. 1, p. 1-25, mar. 2007.

HAUSMANN, R.; KLINGER, B. **The structure of the product space and the evolution of comparative advantage**. Boston: Center for International Development at Harvard University, 2007. (Working Paper, 146).

HIDALGO, C. A et al. The product space conditions the development of nations. **Science**, v. 317, n. 5837, p. 482-7, jul. 2007.

HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. The building blocks of economic complexity. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, n. 26, p. 10570-10575, 2009.

HIDALGO, C.; HAUSMANN, R. A network view of economic development. **Developing Alternatives**, p. 5-10, 2008.

JONES, C. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 178 p.

KRUGMAN, P. R. Increasing returns, monopolistic competition and international trade. **Journal of International Economics**, v. 9, n. 4, p. 469-479, nov. 1979.

KRUGMAN, P.R. Increasing returns and economic geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 3, p. 483-499, jun. 1991.

KRUGMAN, P. R. What's new about the new economic geography? **Oxford Review of Economic Policy**, v. 14, n. 2, p. 7-17. 1998.

KRUGMAN, P. R. The new economic geography, now middle-aged. **Regional Studies**, v. 45, n. 1, p. 1-7, 2011.

MEIER, G. M.; STIGLITZ, J. E. (Eds.). **Frontiers of development economics: the future in perspective**. New York: Oxford University, 2001. 575 p.

NEVES, M. et al. Análise exploratória espacial de dados socioeconômicos de São Paulo. In: **GISBrasil2000**. Salvador/BA - Brasil: [s.n.], 2000. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/marcos_gisbrasil2000.pdf >. Acesso em: 10 jul. 2015.

REIS, J. G.; FAROLE, T. **Trade competitiveness diagnostic toolkit**. Washington: World Bank. 2012. 198 p.

SIMON, D. (Ed.). **Fifty key thinkers on development**. London: Routledge, 2006. 301 p.

THISSE, J. -F. Geografia econômica. In: CRUZ, B. DE O. et al. (Ed.). **Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil**. Brasília: IPEA, 2011. p. 406.

EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE NOS MUNICÍPIOS DO NORDESTE BRASILEIRO

Technical and scale efficiency of the unified health system in the municipalities of the Brazilian Northeast

Wescley de Freitas Barbosa

Doutorando em Economia pelo CAEN na Universidade Federal do Ceará (UFC).

E-mail: barbosa.wescley@gmail.com.

Eliane Pinheiro de Sousa

Pós-Doutora em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora Adjunta do Departamento de Economia da Universidade Regional do Cariri (URCA). E-mail: pinheiroeliane@hotmail.com.

Resumo: Este estudo determina os escores de eficiência técnica e de escala do Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS) nos municípios do Nordeste brasileiro. Para atender a esse objetivo proposto, empregou-se o modelo de Análise Envolvória de Dados (DEA) para 1.790 municípios do Nordeste, agrupados pelo Ministério da Saúde por meio do método de *Clusters* em seis grupos com características socioeconômicas, condições sociais e estruturas do sistema de saúde do município homogêneas. Utilizaram-se dados secundários obtidos pelo Portal da Saúde, pelo Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde (SIOPS) e pelo Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil (CNES), disponibilizados pelo Ministério da Saúde. Os resultados indicam que os municípios nordestinos com maiores índices referentes às especificidades e diferenças socioeconômicas (IDSE), às condições sociais (ICS) e à estrutura do sistema de saúde do município (IESSM) apresentaram, em média, os melhores escores de eficiência técnica e de escala do Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS) nos municípios do Nordeste brasileiro.

Palavras-chave: Eficiência Técnica; Eficiência de Escala; DEA; Sistema Único de Saúde.

Abstract: This study determines the technical and scale efficiency scores of the Performance Index of the Unified Health System (IDSUS) in the municipalities of the Brazilian Northeast. In order to achieve this goal, the Data Envelopment Analysis (DEA) model was used for 1,790 municipalities of the Northeast, grouped by the Ministry of Health by means of the Clusters method into six groups with homogeneous socioeconomic characteristics, social conditions and structures of the municipality's health system. Secondary data obtained by the Health Portal, by the Information System on Public Budgets in Health (SIOPS) and by the National Database of Health Establishments of Brazil (CNES) were used, made available by the Ministry of Health. The results indicate that the municipalities of the Northeast with highest indexes related to the specificities and socioeconomic differences (IDSE), to the social conditions (ICS) and to the structure of the municipality's health system (IESSM) exhibited, on average, the best technical and scale efficiency scores of the Performance Index of the Unified Health System (IDSUS), in the municipalities of the Brazilian Northeast.

Key words: Technical Efficiency; Scale Efficiency; DEA; Unified Health System.

1 Introdução

O setor saúde tem como principal missão cuidar da vida humana, o que requer a formulação de políticas públicas de saúde ao associar os resultados obtidos aos limitados recursos sociais que se encontram à disposição desse setor. No Brasil, as políticas públicas associadas a esse setor possuem como um dos pilares essenciais a descentralização das ações e dos recursos até o nível municipal (MARINHO, 2003).

De acordo com Holanda, Petterini e Nogueira (2004), essa descentralização consiste em um dos princípios do Sistema Único de Saúde (SUS), que surgiu a partir da Constituição Federal de 1998 e objetiva capacitar os municípios para assumirem suas responsabilidades da saúde de sua população. Entretanto, conforme Lopes, Toyoshima e Gomes (2009), apesar dessas alterações realizadas no sistema de saúde no Brasil, alguns problemas básicos permanecem, como o financiamento do setor saúde no País, que tem sido insuficiente para cobrir os propósitos de universalização, integralidade e equidade. Além de se gastar pouco com saúde, muitas vezes esse recurso do SUS não está sendo alocado da forma mais eficiente possível.

Nesse contexto, com o intuito de identificar necessidades, estabelecer prioridades e indicar onde os recursos devem ser alocados de modo mais eficiente e equitativo, o Ministério da Saúde elaborou o Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS) para 5.563 municípios brasileiros, divulgado no início de março de 2012 (MÉDICE, 2012).

De acordo com o Portal da Saúde (2012), este índice sintetiza e mensura o desempenho do SUS nos municípios, regionais de saúde, estados, regiões e no País quanto ao acesso (potencial ou obtido) e à efetividade nos diferentes níveis de atenção: básica, especializada ambulatorial e hospitalar e urgências e emergências.

Diante da escassez de recursos disponíveis à saúde, é de interesse comum da sociedade e dos gestores que o sistema de saúde opere com a máxima eficiência no sentido de obter a ótima transformação de insumos tecnológicos, humanos e de capital em produtos e serviços (FONSECA; FERREIRA, 2009). Assim, torna-se importante analisar a eficiência do Sistema Único de Saúde (SUS) nos municípios do Nordeste brasileiro, já que essa Região apresentou o valor do IDSUS

abaixo da média nacional. Ademais, conforme Gramani (2014) ao citar dados da pesquisa CNI IBOPE (2012) sobre a saúde pública na sociedade brasileira, as piores classificações provêm da região Nordeste, em que 62% dos moradores consideram que a qualidade do sistema de saúde pública em seu município é “ruim” ou “terrível”. Portanto, tais informações reforçam a importância de centrar a análise nessa Região.

A realização de estudos com esse enfoque colabora para a formulação de políticas públicas destinadas ao aprimoramento do sistema público de saúde vigente nesses municípios e que sirva como parâmetro por outros municípios similares. Em face dessa relevância, este trabalho pretende determinar os escores de eficiência técnica e de escala do IDSUS nos municípios do Nordeste brasileiro.

Além desta parte introdutória, o artigo está estruturado em quatro seções, sendo que a próxima seção se destina à revisão de literatura, contendo estudos que analisaram a eficiência aplicada ao setor de saúde no contexto internacional e nacional. Os procedimentos metodológicos adotados neste estudo são apresentados na seção seguinte. Na sequência, são mostrados e discutidos os resultados e as considerações finais estão descritas na última seção.

2 Revisão de literatura

A avaliação da eficiência no setor de saúde tem sido largamente discutida nas literaturas internacionais e nacionais. Considerando estudos aplicados a esse setor no contexto internacional, a partir dos anos 2000, destacam-se, por exemplo, os desenvolvidos por Chirikos e Sear (2000), Evans *et al.* (2000), Jayasuriya e Wodon (2003), Herrera e Pang (2005), Bernet *et al.* (2008) e Kinfu (2013).

Em termos analíticos, a literatura aponta que a eficiência pode ser mensurada por métodos paramétricos, como a estimação da fronteira estocástica de produção e por métodos não paramétricos, como DEA (*Data Envelopment Analysis*). Essas duas abordagens foram empregadas por Chirikos e Sear (2000), visando determinar os escores de eficiência de hospitais da Flórida destinados aos cuidados agudos em operação contínua ao longo do período de 1982-1993. Os resultados sinalizaram que esses modelos produziram evidências convergentes sobre a eficiência do hospital ao nível da indústria, porém diferenciaram quanto às caracte-

rísticas individuais das instalações mais e menos eficientes.

Evans *et al.* (2000) procuraram comparar a eficiência de 191 países que são membros da Organização Mundial da Saúde (OMS) na provisão de saúde para o período de 1993-1997 por meio da abordagem paramétrica, estimando um painel de efeitos fixos. Os resultados indicaram uma relação positiva entre os escores de eficiência e o nível de gastos. Os países com sistemas de saúde mais eficientes foram Omã, Chile e Costa Rica, enquanto os menos eficientes foram todos africanos.

Empregando dados em painel constituído por 76 países em desenvolvimento durante o período 1990-1998 e a estimação da fronteira estocástica de produção, Jayasuriya e Wodon (2003) avaliaram a eficiência nos gastos públicos em saúde. Este estudo também analisou os determinantes da eficiência por meio da estimação dos métodos dos mínimos quadrados ordinários robustos (OLS robusta) e regressões aparentemente não relacionadas (SUR). Verifica-se que há grandes diferenças entre os níveis de eficiência dos países. Ademais, a urbanização apresentou fortes impactos positivos sobre a eficiência nos serviços de saúde, enquanto o impacto da corrupção não foi estatisticamente significativo.

Essa relação positiva com a urbanização foi também corroborada pelo estudo desenvolvido por Herrera e Pang (2005), que buscou mensurar a eficiência técnica dos gastos públicos em saúde para 140 países por meio dos métodos não paramétricos FDH (*Free Disposal Hull*) e DEA (*Data Envelopment Analysis*) e estimação de um painel de efeitos aleatórios, considerando os períodos de 1997-1999 e 2000-2002, enquanto utilizaram o modelo Tobit para explicar a variação nos escores de eficiência.

Para Bernet *et al.* (2008), a eficiência hospitalar é determinada, pelo menos em parte, pela quantidade e qualidade das instalações e dos equipamentos utilizados. Ademais, os hospitais americanos dependem fortemente do financiamento da dívida para financiar grandes investimentos de capital. Para tal, empregaram a abordagem de fronteira estocástica de produção. Os resultados indicaram que os hospitais com emissões de obrigações recentes foram menos ineficientes.

Seguindo esse mesmo procedimento analítico, Kinfu (2013) buscou mensurar a eficiência do sistema de saúde em 52 distritos da África do Sul. Os resultados revelaram que a ineficiência técnica foi

positiva e significativamente associada com a prevalência de epidemia do HIV/AIDS e com taxas de analfabetismo.

Na literatura brasileira, essa temática tem sido abordada em diversos recortes geográficos, como países, em que se destaca o trabalho desenvolvido por Marinho *et al.* (2012), os quais buscaram comparar a eficiência na provisão de serviços de saúde entre o Brasil e países da OCDE por meio da técnica de fronteiras estocásticas de produção utilizando um painel constituído por 31 países para os anos de 2004, 2005 e 2006. Os resultados evidenciaram que apesar de o Brasil ter gasto *per capita* em saúde relativamente baixo, não possui desempenho totalmente desfavorável, tendo em vista que apresenta baixa ineficiência, porém, tanto o Brasil quanto os outros países tendem a uma ineficiência crescente.

Estudos que usam dados agregados podem ofuscar a realidade de cada região ou até mesmo de cada unidade federativa. Seguindo essa ótica, Lopes e Toyoshima (2013) e Gramani (2014) focaram a análise em termos de estados brasileiros e unidades federativas, respectivamente. O primeiro estudo buscou avaliar a eficiência técnica desses estados no uso dos recursos com saúde, empregando o instrumental não paramétrico DEA, e identificar os efeitos exercidos pela corrupção sobre essa eficiência mediante a estimação dos métodos dos mínimos quadrados ordinários e Tobit. Os resultados indicaram que, dos 26 estados, dez deles obtiveram escore máximo de eficiência, sendo que nenhum deles se encontra na região Nordeste. A eficiência técnica média estadual dos gastos com saúde foi de 92%. Ademais, constatou-se que a corrupção estadual tem influenciado negativamente a eficiência na prestação de serviços de saúde.

O segundo estudo objetivou investigar o desempenho do sistema de saúde pública entre as unidades federativas em 2008, 2009 e 2010, considerando as perspectivas financeiras para identificar as regiões que tiveram melhor desempenho em termos de disponibilidade de serviços de saúde hospitalares utilizando menos recursos financeiros; relativas ao cliente com o intuito de indicar se a capacidade de atender os pacientes atende às necessidades dos cidadãos com assistência de alta qualidade; aos processos internos, em que se tenta demonstrar uma relação positiva entre educação, renda e emprego com condições ambientais e de saúde; e ao crescimento e aprendizagem, que

busca captar o fato de que as regiões com maiores níveis de educação, renda e emprego atraírem um maior número de profissionais de saúde. Cada uma dessas perspectivas utilizou o método analítico DEA. Dentre essas perspectivas, as unidades federativas registraram melhor desempenho para a perspectiva relativa ao cliente e o pior desempenho para as perspectivas concernentes ao crescimento e aprendizagem e as perspectivas financeiras. Os resultados também revelaram que os desempenhos das unidades federativas pertencentes às regiões Sul e Sudeste são superiores aos das unidades federativas das regiões Norte e Nordeste.

Outras dimensões espaciais adotadas em estudos dessa natureza têm sido microrregiões e municípios de um Estado. No tocante às microrregiões, vale ressaltar, por exemplo, os trabalhos de Fonseca e Ferreira (2009) e Ferreira, Mendes e Oliveira (2012), aplicados, respectivamente, a 66 microrregiões de Minas Gerais, com base nos dados de 2006, e 14 microrregiões do Mato Grosso, considerando os anos de 2008, 2009 e 2010. Ambos empregaram o método analítico DEA com a utilização do modelo com retornos variáveis de escala (VRS), orientado ao produto. Esse procedimento metodológico possibilitou a investigação da eficiência do setor relativo à saúde, sendo que se constatou no primeiro estudo que a maior parte das microrregiões mineiras registrou escores de eficiência superiores à média do Estado, porém revelou elevada disparidade intrarregional na gestão dos recursos da saúde. O segundo estudo indicou que, das 14 microrregiões, apenas duas delas mostraram-se eficientes em todo o período considerado.

Os trabalhos desenvolvidos por Marinho (2003), Holanda, Petterini e Nogueira (2004), Souza, Nishijima e Rocha (2010), Silva (2012), Costa e Ramos Filho (2013) e Queiroz *et al.* (2013) buscaram analisar a eficiência técnica nos serviços de saúde, considerando, respectivamente, os municípios dos estados do Rio de Janeiro, Ceará, São Paulo, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte. Dentre esses estudos, Souza *et al.* (2010) e Costa e Ramos Filho (2013) utilizaram a ferramenta analítica paramétrica da fronteira estocástica de produção, enquanto os demais empregaram o instrumental não paramétrico DEA.

Além dessa técnica, Marinho (2003) também empregou o modelo Tobit. Os resultados mostraram que menos de 20% da população total dos municípios analisados vivem em municípios eficientes.

Ademais, verifica-se que os escores de eficiência se relacionam positivamente com os valores do Produto Interno Bruto e negativamente com o tamanho da população e o prazo médio de internação, *Coeteris paribus*.

Visando a uma alocação melhor dos recursos financeiros da saúde e de posse dos resultados encontrados para os municípios cearenses, em 2002, Holanda *et al.* (2004) indicaram que os serviços de alto custo e complexidade devem ser concentrados em municípios de alta eficiência, enquanto a qualidade do atendimento ambulatorial e de serviços preventivos deve ser enfatizada nos municípios com menor nível de eficiência. Portanto, verificaram que a orientação da política de saúde do estado do Ceará é condizente com a distribuição geográfica da eficiência técnica.

Conforme descrito, o estudo de Souza, Nishijima e Rocha (2010) utilizou o método de fronteira estocástica de produção com o intuito de avaliar o grau de eficiência produtiva do setor público hospitalar em 366 municípios paulistas, abrangendo os anos de 1998 a 2003. Os resultados indicaram que municípios com maior percentual de leitos de hospitais privados contratados, com maior escala de atendimento e com menor tempo médio de internação são mais eficientes.

Silva (2012) analisou a prestação dos serviços básicos de saúde fornecida à população residente nos 102 municípios alagoanos, assim como determinar o escore de eficiência no uso dos recursos físicos e humanos na produção ambulatorial do Sistema Único de Saúde (SUS) nesses municípios. Para tal, foram empregados dados de *inputs* e *outputs*, em termos médios, considerando o período de 2006 a 2010. Os resultados mostraram que menos da metade dos municípios são eficientes tecnicamente, sendo que os maiores escores de eficiência técnica foram encontrados na região litorânea e nos municípios mais populosos.

Aplicando o método de fronteira estocástica de produção, Costa e Ramos Filho (2013) buscaram avaliar a eficiência técnica do sistema hospitalar do SUS no estado da Paraíba, por meio dos municípios sedes das Gerências Regionais de Saúde em 2009. Os resultados apontaram que nenhum dos municípios sedes está sobre a fronteira eficiente de produção.

Por sua vez, Queiroz *et al.* (2013) determinaram se os recursos destinados à saúde pública nos municípios do estado do Rio Grande do Norte es-

tavam sendo alocados de forma eficiente, considerando o ano de 2009. Os autores verificaram que, em geral, os municípios pequenos que dispõem de menos recursos foram mais ineficientes. Entretanto, esse resultado não é válido de forma geral, pois constataram que o município mais ineficiente no gasto com a saúde foi o que realizou maior dispêndio, revelando que a ineficiência do gasto público municipal é uma questão de gestão de recursos.

Para expressar o desempenho da saúde, refletido no *output* do modelo DEA, tem sido comum a adoção de variáveis como total de procedimentos ambulatoriais (ou total de pessoas atendidas por tais procedimentos e, ou total de pessoas acompanhadas pelos programas de atenção básica, Programa Saúde da Família e Programa Agente Comunitário de Saúde) e total de internações hospitalares (ou de leitos). Alguns estudos inovaram, considerando variáveis como expectativa de vida (HERRERA; PANG, 2005), inverso da média do número de óbitos infantis (sobrevida) (SILVA, 2012), porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com banheiro e água encanada (LOPES; TOYOSHIMA, 2013) e cobertura de vacinação (QUEIROZ *et al.*, 2013).

Neste estudo, adota-se como *output* o IDSUS, sendo, portanto, mais abrangente, já que esse índice contempla 24 indicadores, que captam o desempenho da saúde. Ademais, também contribui no sentido de ampliar a análise para os municípios da região Nordeste, não restringindo apenas aos municípios de um dado estado nordestino, como também permite mensurar os escores de eficiência técnica para seis grupos homogêneos de municípios, que apresentavam características similares quanto às especificidades e diferenças socioeconômicas, perfil de morbimortalidade e suficiência da estrutura do sistema de saúde fundamentada no nível de complexidade da atenção.

3 Metodologia

Segundo Gomes e Baptista (2004), as fronteiras podem ser estimadas por métodos paramétricos (modelos econométricos), havendo a necessidade de que a função de produção seja especificada, e por métodos não paramétricos, que não requerem a especificação de uma função *a priori*. Este último método contempla a programação matemática em sua estimação para mensurar a eficiência relativa das unidades de produção, como é o caso do mé-

todo de Análise Envoltória de Dados (DEA).

Assim, neste estudo, para se determinar os escores de eficiência técnica e de escala do IDSUS dos municípios nordestinos, utilizou-se o método DEA. Para Cooper, Seiford e Tone (2002), este método apresenta características vantajosas se comparado a outros métodos, como, por exemplo, permite o relacionamento entre múltiplos produtos e insumos de forma menos complexa, identifica as ineficiências presentes em cada insumo e produto e indica as unidades que servem como referência de eficiência técnica para as unidades menos eficientes.

O método DEA baseia-se numa amostra de insumos e produtos observados para diferentes unidades tomadoras de decisão (DMUs – *Decision Making Units*), em que se busca construir uma fronteira linear por partes e, empregando-se medidas radiais e de distância, se avalia a eficiência das unidades de produção em relação à distância da fronteira construída com os *benchmarks* (os mais eficientes). Neste estudo, a DMU constitui os municípios nordestinos.

Esse modelo foi desenvolvido inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), ficando conhecido na literatura por modelo CCR, em virtude das iniciais de seus nomes, sendo também representado por CRS (*Constant Returns to Scale*), já que se pressupõem retornos constantes à escala. Conforme Coelli, Rao e Battese (1998), o modelo DEA com retornos constantes pode ser expresso pela equação (1):

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\theta, \lambda, \beta} \text{ sujeito a:} \\ & -\theta y_i + Y\lambda \geq 0, x_i - X\lambda \geq 0 \text{ e } \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

em que $1 \leq \theta < \infty$ corresponde ao escore de eficiência técnica bruto das DMUs, $(\theta - 1)$ indica o aumento proporcional no produto que poderia ser obtido pela *i*-ésima DMU, mantendo-se constante a utilização dos insumos. O valor médio deste lapso de eficiência técnica das DMU's pode ser obtido pela fórmula $(\bar{\theta} - 1)$, onde $\bar{\theta}$ corresponde à média de θ . $1/\theta$ corresponde ao escore de eficiência padronizado de uma DMU, variando de zero a um; y é o produto da DMU e x é o insumo. X é a matriz de insumos ($n \times k$) e Y é a matriz de produtos ($n \times m$); λ é o vetor de constantes que multiplica a matriz de insumos e produtos.

Conforme Ferreira e Gomes (2009), a pressuposição de retornos constantes de escala permite

que se represente essa tecnologia empregada por meio de uma isoquanta unitária. Sobre essa fronteira, o escore de eficiência é igual a um, sinalizando que a DMU considerada é completamente eficiente. Sob a orientação insumo, um escore igual à unidade indica que não é possível manter a produção com a utilização de menos insumos e sob a orientação produto; um escore igual à unidade significa que não se pode aumentar a produção com o mesmo nível de insumos. Neste trabalho, adotou-se a orientação produto, ou seja, buscou-se obter os escores de eficiência considerando o aumento proporcional no valor da produção sem alterar a quantidade utilizada de insumos. A escolha dessa orientação foi inspirada nos estudos recentes desenvolvidos por Fonseca e Ferreira (2009), Ferreira, Mendes e Oliveira. (2012), Lopes e Toyoshima (2013) e Queiroz *et al.* (2013), que avaliaram a eficiência no setor de saúde.

Em 1984, surgiu o modelo BCC, que teve essa denominação baseada nas iniciais de seus formuladores: Banker, Charnes e Cooper (1984). Esse modelo também é conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*). Nesse caso, conforme Coelli, Rao e Battese (1998), o modelo DEA com retornos variáveis pode ser dado pela equação (2):

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\theta, \lambda} \theta \\ & - \theta y_i + Y\lambda \geq 0, x_i - X\lambda \geq 0, N_i \lambda = 1 \text{ e } \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

em que N_i é um vetor ($N \times 1$) de algarismos unitários.

De acordo com Coelli *et al.* (1998), se uma DMU for eficiente no modelo com retornos constantes, ela deverá necessariamente ser eficiente no modelo com retornos variáveis, porém a recíproca não é verdadeira. Se o escore de eficiência técnica for distinto nos dois modelos, significa que a DMU analisada apresenta ineficiência de escala. Desta forma, conforme Ferreira e Gomes (2009), a eficiência técnica global das unidades produtivas pode ser constituída por duas formas de eficiência: a pura eficiência técnica e a eficiência de escala, sendo que esta última corresponde ao quociente entre o escore obtido no modelo CRS e o encontrado no modelo VRS.

A operacionalização de tais modelos foi realizada por meio do *software* EMS (*Efficiency Measurement System*) versão 1.3.

Como o modelo DEA trata-se de um método determinístico, qualquer valor distinto da unidade,

que indica a eficiência máxima, pode ser considerado como ineficiente, possibilitando classificações errôneas (SOUZA; BRAGA; FERREIRA, 2011). Desta forma, para remover essa limitação, empregou-se o procedimento estatístico de *bootstrap* para verificar a confiabilidade dos coeficientes estimados da abordagem DEA. De acordo com Marques e Silva (2006) e Souza, Braga e Ferreira (2011), esse procedimento aplicado ao modelo DEA objetiva a realização de diversas reamostragens resultantes de múltiplas interações sobre os escores de eficiência, permitindo validar ou não a média calculada por meio de intervalos de confiança obtidos.

As variáveis consideradas neste estudo foram: despesas com pessoal e encargos sociais *per capita*, outras despesas correntes *per capita*, despesa de capital com saúde *per capita* e número de equipamentos por mil habitantes como *inputs* e o Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS) como *output* do modelo DEA.

Os dados do IDSUS foram obtidos pelo Portal da Saúde e as variáveis referentes às despesas foram coletadas por meio da base de dados do Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde (SIOPS), enquanto que o dado referente à quantidade de equipamentos foi fornecido pelo Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil (CNES), ambos disponibilizados pelo Ministério da Saúde.

Ademais, é relevante apresentar breves considerações sobre o método adotado pelo Ministério da Saúde para aferição do IDSUS. Este índice foi formulado a partir de 24 indicadores, sendo 14 referentes aos temas de cobertura, distribuídos em três áreas assistenciais (atenção básica, atenção ambulatorial e hospitalar de média complexidade e atenção ambulatorial e hospitalar de alta complexidade) e 10 que dizem respeito à efetividade, que consideraram a atenção básica e a atenção ambulatorial e hospitalar de média e alta complexidades em conjunto. Para atribuição dos pesos adotados para cada indicador e, como resultado, a mensuração do IDSUS, foi utilizada a técnica estatística multivariada de análise fatorial por meio dos componentes principais.

O Ministério da Saúde também empregou o método de *Clusters* utilizando a ferramenta de K-Médias para agrupar os municípios que apresentavam características similares quanto às especificidades e diferenças socioeconômicas (Índice de Desenvolvimento Socioeconômico – IDSE), perfil

de morbimortalidade (Índice de Condições Sociais – ICS) e suficiência da estrutura do sistema de saúde fundamentada no nível de complexidade da atenção (Índice de Estrutura do Sistema de Saúde

do Município – IESSM). Seguindo esses critérios, conforme divulgado pelo Portal da Saúde (2012), os 1.790 municípios nordestinos foram distribuídos em 6 grupos homogêneos, cuja classificação se encontra no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos municípios nordestinos em grupos homogêneos segundo os Índices Parciais e quantidade de municípios em cada grupo

Grupo	IDSE	ICS	IESSM	Quant. Municípios
6	Baixo	Baixo	Sem Estrutura MAC*	1.337
5	Médio	Médio	Sem Estrutura MAC*	30
4	Baixo	Baixo	Pouca Estrutura MAC*	386
3	Médio	Médio	Pouca Estrutura MAC*	18
2	Alto	Médio	Média Estrutura MAC*	11
1	Alto	Médio	Muita Estrutura MAC*	8

Fonte: CGMA/Demas/SE/MS, 2012 *apud* PORTAL DA SAÚDE (2012).

(*) Estrutura MAC: atenção de média complexidade e alta complexidade ou estrutura de atenção especializada, ambulatorial e hospitalar.

Conforme se verifica pelo Quadro 1, dos 1.790 municípios nordestinos com dados disponíveis do IDSUS (os municípios de Fernando de Noronha, PE e Nazária, PI não foram considerados devido à ausência de dados do IDSUS), 1.337, que representa 74,69% estão classificadas no grupo seis, e 386, que corresponde 21,56% estão classificadas no grupo quatro, ou seja, apresentam precárias situações de saúde. Por outro lado, apenas as capitais nordestinas, com exceção da capital sergipana, foram classificadas no grupo um, indicando as melhores condições de saúde.

4 Resultados e discussão

As principais estatísticas descritivas das variáveis empregadas na estimação da fronteira de produção para os 1.770 municípios nordestinos considerados no estudo estão mostradas na Tabela 1. Conforme esperado, a variável relativa ao Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS) é a que apresenta menor heterogeneidade em todos os grupos de municípios analisados, como indicado pelos coeficientes de variação. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de cada grupo possuir características similares quanto aos índices que compõem o IDSUS. Em outros termos, as especificidades e particularidades socioeconômicas, o perfil de morbimortalidade e a suficiência da estrutura do sistema de saúde fundamentada no nível de complexidade da atenção, captadas, respectivamente, pelos IDSE (Índice de Desenvolvimento

Socioeconômico), ICS (Índice de Condições Sociais) e IESSM (Índice de Estrutura do Sistema de Saúde do Município), que fazem parte do IDSUS, são homogêneos em cada grupo investigado.

Dentre esses grupos, os municípios pertencentes ao primeiro grupo focado, constituído pelas capitais nordestinas, com exceção da capital sergipana, são os que registraram menor dispersão quanto ao IDSUS. As variáveis referentes às despesas *per capita* com capital, outras despesas correntes *per capita* e equipamentos por mil habitantes também apresentam menor variabilidade entre os municípios nordestinos que fazem parte desse grupo. Maceió destaca-se com o menor IDSUS e a menor despesa *per capita* de capital com saúde desse grupo, ao passo que o valor mínimo obtido com outras despesas correntes e o número mínimo de equipamentos por habitante utilizado no sistema de saúde é verificado nesse grupo, respectivamente, em Recife e São Luís.

Em contrapartida, a variável concernente à despesa *per capita* de capital com saúde apresenta a maior heterogeneidade em todos os grupos analisados, sendo mais expressiva no sexto grupo. Essa enorme variabilidade é percebida, sobretudo, quando se compara os municípios que não realizaram investimentos *per capita*, como são os casos de Bacuri (MA), Itaipava do Grajaú (MA), Lago Verde (MA), Pastos Bons (MA), Santo Antônio dos Lopes (MA), São Francisco do Brejão (MA), São Francisco do Maranhão (MA), Campo Alegre do Fidalgo (PI), Nossa Senhora dos Remédios

(PI), Santa Cruz do Piauí (PI), Bela Cruz (CE), Tururu (CE), Bodó (RN), Pilões (RN), São Francisco do Oeste (RN), Caldas Brandão (PB), Santa Cecília (PB), Palestina (AL), Roteiro (AL), Jucuruçu (BA) e Nova Redenção (BA) com o município de Viçosa (RN), que teve o maior dispêndio com investimento (R\$ 491,23) desse grupo. A partir do coeficiente de variação, verifica-se também que a segunda maior dispersão dessa variável ocorre no quarto grupo de municípios analisado, sendo explícita a maior diferença desse grupo entre os municípios baianos de Vitória do Mearim, Camacan, Itaparica e Jequié, que não apresentaram despesa *per capita* de capital com saúde e o município de Almino Afonso (RN), que se destacou com o maior valor dessa variável nesse grupo.

No tocante à variável relativa a despesas *per*

capita com pessoal e encargos sociais, os dados mostrados na Tabela 1 indicam que, dentre tais grupos avaliados, a menor heterogeneidade se observa no segundo grupo, já que possui o menor coeficiente de variação. Nesse grupo, percebe-se que Feira de Santana (BA) e Mossoró (RN), apresentaram, respectivamente, os valores mínimo e máximo dessa variável. Por outro lado, o quinto grupo foi marcado pela maior variabilidade, sendo que a maior dispersão desse grupo foi evidenciada entre os municípios baianos de Cairu e São Francisco do Conde, com uma despesa *per capita* com pessoal e encargos sociais de R\$ 61,78 e R\$ 1.355,32, respectivamente. Ademais, vale ressaltar que esse último município referenciado registrou o maior valor para essa variável, considerando todos os municípios nordestinos analisados.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na mensuração dos escores de eficiência técnica do Sistema Único de Saúde nos municípios nordestinos por meio do modelo DEA

Grupos	Variáveis	Estatísticas descritivas				
		Mínimo	Média	Máximo	Desvio padrão	Coeficiente de variação (%)
1	Nota IDSUS	5,03	5,59	5,93	0,36	6,52
	Desp com pessoal	70,64	199,09	313,03	82,08	41,23
	Outras despesas	143,15	216,50	275,58	43,73	20,20
	Desp com capital	0,53	6,93	12,32	4,58	66,12
	Equipamentos	4,96	7,77	11,39	2,04	26,23
2	Nota IDSUS	4,60	5,43	6,67	0,60	10,98
	Desp com pessoal	100,34	176,08	224,39	41,17	23,38
	Outras despesas	49,26	214,17	440,05	117,11	54,68
	Desp com capital	0,63	4,25	10,37	3,22	75,77
	Equipamentos	0,05	4,38	8,05	2,14	48,90
3	Nota IDSUS	4,60	5,32	6,45	0,52	9,80
	Desp com pessoal	67,52	239,35	434,92	79,66	33,28
	Outras despesas	71,87	138,56	265,61	48,99	35,36
	Desp com capital	0,50	14,40	64,61	15,09	104,77
	Equipamentos	0,71	3,65	7,42	2,11	57,71
4	Nota IDSUS	3,53	5,18	6,85	0,56	10,78
	Desp com pessoal	14,37	141,63	499,29	55,81	39,40
	Outras despesas	4,44	127,45	713,58	77,28	60,63
	Desp com capital	0,00	11,18	140,44	16,15	144,42
	Equipamentos	0,21	2,32	11,66	1,65	71,10
5	Nota IDSUS	4,08	5,40	6,90	0,57	10,54
	Desp com pessoal	61,78	327,80	1.355,32	278,69	85,02
	Outras despesas	57,62	196,68	495,20	123,47	62,78
	Desp com capital	2,39	28,56	206,07	41,09	143,86
	Equipamentos	0,29	2,42	9,15	1,78	73,60
6	Nota IDSUS	2,50	5,29	7,01	0,51	9,56
	Desp com pessoal	0,89	156,18	503,92	60,38	38,66
	Outras despesas	21,18	136,22	825,49	69,95	51,35
	Desp com capital	0,00	16,34	491,23	27,11	165,93
	Equipamentos	0,07	1,39	9,04	1,20	86,43

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

As Tabelas 2 e 3 contêm as distribuições dos municípios nordestinos para cada um dos seis grupos homogêneos em classes de eficiência técnica, respectivamente, admitindo os modelos com retornos constantes à escala (CRS) e com retornos variáveis à escala (VRS). Conforme descrito, cada grupo é constituído pela composição dos índices que fazem parte do IDSUS, a saber: Índice de Desenvolvimento Socioeconômico (IDSE), Índice de Condições Sociais (ICS) e Índice de Estrutura do Sistema de Saúde do Município (IESSM), sendo que este último considera a estrutura de atenção especializada, ambulatorial e hospitalar (MAC).

No caso do modelo CRS, constata-se pela Tabela 2, conforme esperado, que os melhores escores de eficiência técnica do Sistema Único de Saúde ocorreram nos municípios pertencentes aos grupos 1 e 2, já que esses grupos apresentaram alto IDSE e médio ICS. Ademais, o grupo um possui muita estrutura MAC e o grupo dois dispõe de média estrutura MAC. Esse resultado pode ser atribuído à qualidade das instalações e dos equipamentos utilizados, estando, portanto, em concordância com Bernet *et al.* (2008), uma vez que, na concepção desses autores, tais características influenciam o nível de eficiência. Verifica-se também que o bom desempenho desses índices descritos contribui para uma escala maior de atendimento, logo está consistente com o resultado apontado por Souza *et al.* (2010), que ressaltaram que os municípios mais eficientes são os que apresentam maior escala de atendimento.

Para Silva (2012), os maiores escores de eficiência técnica foram encontrados na região litorânea e nos municípios mais populosos, sendo confirmado neste presente estudo, uma vez que, dentre os municípios analisados, as capitais nordestinas foram as que registraram os maiores níveis de eficiência técnica e de escala.

De posse dessas considerações, verifica-se que 62,50% dos municípios do grupo um alcançaram a máxima eficiência técnica para esse setor. Em outros termos, dos oito municípios que fazem parte desse grupo, apenas três (Teresina, Fortaleza e João Pessoa) não apresentaram nível ótimo de eficiência, sendo que a capital paraibana apresentou o menor grau de eficiência desse grupo, que corresponde a 0,75. Esse município apresentou escores de eficiência técnica e de escala inferiores à média em mais de um desvio padrão.

No grupo dois, os dados mostram que 36,36%

dos seus municípios, que se referem aos municípios pernambucanos de Caruaru e Jaboatão dos Guararapes e os municípios baianos de Feira de Santana e Itabuna foram classificados como totalmente eficientes quanto à alocação dos recursos do SUS. Verifica-se também que os municípios atinentes aos grupos 1 e 2 possuem um escore de eficiência do SUS de pelo menos 0,60, sendo que a cidade de Imperatriz (MA) apresentou esse nível de eficiência, considerando a pressuposição de retornos constantes à escala, registrando escore de eficiência abaixo da média em mais de um desvio padrão. Ademais, nota-se que tais grupos se destacam com as maiores médias e menores dispersões.

No tocante ao grupo três, observa-se que mais da metade dos seus municípios possui escore de eficiência do SUS entre 0,50 e 0,75, sendo que os municípios cearenses de Eusébio e Maracanaú tiveram grau de eficiência técnica abaixo de 0,50, sendo que ambos os municípios tiveram escores de eficiência menores que a média em mais de um desvio padrão. Por outro lado, 16,67% de seus municípios, que dizem respeito às cidades de Uruçuí (PI), São Gonçalo do Amarante (RN) e Conceição do Jacuípe (BA) obtiveram a máxima eficiência do SUS neste grupo, considerando o modelo CRS. Além desses municípios supracitados, o município baiano de Simões Filho também se destacou por apresentar escore de eficiência técnica acima da média em mais de um desvio padrão (Tabela 2).

Dos 385 municípios que fazem parte do quarto grupo analisado, 68 deles possuem grau de eficiência técnica abaixo de 0,50, sendo que o município paraibano de Piancó teve o menor escore de eficiência (0,21) desse grupo. Em contrapartida, 32 municípios, sendo nove situados no Maranhão (Araioses, Buriti, Cururupu, Paço do Lumiar, Rosário, São Domingos do Maranhão, Tutóia, Viana e Vitória do Mearim), três no Piauí (Campo Maior, Cocal e Esperantina), dois no Ceará (Mombaça e Trairi), seis em Pernambuco (Afogados da Ingazeira, Arcoverde, Ouricuri, São José do Belmonte, Serra Talhada e Vitória de Santo Antão), dois em Alagoas (Girau do Ponciano e Mata Grande), um em Sergipe (Riachuelo) e nove na Bahia (Camacan, Cansanção, Casa Nova, Ibityara, Itajuípe, Itaparica, Jequié, Santo Amaro e Valença), que representam 8,31% dos municípios desse grupo, foram plenamente eficientes sob a pressuposição de retornos constantes à escala (Tabela 2).

Em relação ao grupo cinco, nove municípios

(Baixa Grande do Ribeiro – PI, Areia Branca – RN, Baía Formosa – RN, Galinhos – RN, Cairu – BA, Jaborandi – BA, Luís Eduardo Magalhães – BA, São Desidério – BA e Sobradinho – BA) dos trinta pertencentes a esse grupo não obtiveram níveis de eficiência técnica nem de 0,50 no modelo CRS, sendo a situação ainda mais grave para os municípios baianos de Cairu e Jaborandi, que apresentaram níveis de eficiência técnica do SUS extremamente baixos, com escores de eficiência de apenas 0,07 e 0,16, respectivamente. Esses resultados sinalizam que os recursos do SUS estão sendo alocados de forma muito ineficiente em tais municípios, ao passo que seis municípios (São Raimundo das Mangabeiras – MA, Guamaré – RN, Carmópolis – SE, Rosário do Catete – SE, Madre de Deus – BA e São Francisco do Conde – BA) estão empregando os insumos no processo produtivo de forma totalmente racional, obtendo nível ótimo de eficiência. Essa heterogeneidade percebida entre esses municípios é evidenciada no coeficiente de variação desse grupo, sendo o que registrou o maior valor em todos os grupos analisados (Tabela 2).

No grupo seis, a maior frequência relativa (57%) de seus municípios apresentaram nível de eficiência técnica entre 0,50 e 0,75, admitindo a pressuposição de retornos constantes de escala. Entretanto, vale ressaltar que os municípios paraibanos de Areia, Queimadas, Riachão do Poço e São José do Brejo da Cruz não alcançaram o escore de eficiência nem de 0,25.

Ademais, constata-se que a menor participação relativa (2,6%) de municípios plenamente eficientes encontra-se nesse grupo, assim como o menor escore médio obtido, estando em concordância com os indicadores do IDSUS, visto que esse grupo apresenta baixo IDSE e ICS e não possui estrutura de atenção especializada, ambulatorial e hospitalar (MAC). Esses resultados podem estar associados ao fato desses municípios terem menores disponibilidades de recursos, corroborando o resultado obtido por Queiroz *et al.* (2013).

Vale destacar que os municípios pertencentes a esse grupo são os que apresentam as menores taxas de urbanização, como, por exemplo, os municípios de Aroeiras do Itaim (PI), Barra de Santana (PB), Curral de Cima (PB) e Limoeiro de Anadia (AL), conforme dados do IBGE (2012). Em contrapartida, os municípios que fazem parte dos dois primeiros grupos são os que possuem as maiores

taxas de urbanização como ocorre com as capitais nordestinas. Essa interação positiva entre a taxa de urbanização e a eficiência está em concordância com os estudos realizados por Jayasuriya e Wodon (2003) e Herrera e Pang (2005).

A revisão de literatura descrita também indicou que, conforme Marinho (2003), os escores de eficiência se associam positivamente com os valores do Produto Interno Bruto, corroborando, portanto, os resultados encontrados neste presente estudo, uma vez que os municípios com maiores valores do Produto Interno Bruto se encontram principalmente nos dois primeiros grupos e são os que registraram os maiores níveis de eficiência.

Outra inferência que pode ser verificada neste estudo diz respeito ao relacionamento negativo entre os escores de eficiência e as taxas de analfabetismo. Dados do IBGE (2012) indicam que os municípios de Assunção do Piauí (PI), Traipu (AL), Pedro Alexandre (BA), Inajá (PE) e João Dias (RN) são os que possuem as maiores taxas de analfabetismo. Esses municípios estão sediados no sexto grupo analisado neste estudo, apresentando, portanto, os menores níveis de eficiência. Esse resultado está consistente com o obtido por Kinfu (2013).

A Tabela 2 mostra também os intervalos de confiança a 95% de probabilidade para as médias dos escores de eficiência padronizado do IDSUS nos municípios nordestinos e do aumento proporcional no IDSUS que um dado município analisado pode obter sem modificar o uso de insumos, considerando o processo de reamostragem de 1.000 interações. Conforme se verifica, admitindo um intervalo de 95% de probabilidade, os níveis de eficiência técnica do IDSUS, no modelo CRS, se distribuem, em média, entre 0,86 e 0,98 e entre 0,61 e 0,63, respectivamente, no primeiro e no último grupo analisado. A partir desses resultados, pode-se inferir que os municípios que fazem parte do grupo um estão conseguindo obter, em termos médios, maior eficiência técnica do IDSUS que os municípios pertencentes ao grupo seis. Essa constatação pode ser demonstrada quando se reporta ao aumento proporcional no IDSUS que pode ser alcançado por um dado município considerado, mantendo-se constante o uso dos insumos. No caso dos municípios que fazem parte do grupo um e do grupo seis, esse aumento do IDSUS pode variar, em média, de 2% a 17% e de 71% a 77%, respectivamente, dados os insumos de que dispõem.

Tabela 2 – Distribuições absolutas e relativas dos municípios nordestinos segundo as classes de eficiência técnica do SUS com retornos constantes à escala (CRS).

Escore de eficiência técnica (E)	Grupos											
	1		2		3		4		5		6	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
$E < 0,25$	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,26	2	6,67	4	0,30
$0,25 \leq E \leq 0,50$	0	0,00	0	0,00	2	11,11	67	17,40	7	23,33	294	22,31
$0,50 \leq E \leq 0,750$	1	12,50	5	45,45	10	55,56	180	46,75	6	20,00	751	56,98
$0,75 \leq E \leq 1,00$	2	25,00	2	18,18	3	16,67	105	27,27	9	30,00	235	17,83
$E \leq 1,00$	5	62,50	4	36,36	3	16,67	32	8,31	6	20,00	34	2,58
Total	8	100,00	11	100,00	18	100,00	385	100,00	30	100,00	1.318	100,00
Estadísticas descritivas ($E = 1/\theta$) e ($\theta - 1$)*	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$
Mínimo	0,75	0,00	0,60	0,00	0,46	0,00	0,21	0,00	0,07	0,00	0,21	0,00
Máximo	1,00	0,34	1,00	0,68	1,00	1,19	1,00	3,83	1,00	14,15	1,00	3,87
Desvio padrão	0,10	0,13	0,18	0,29	0,19	0,39	0,18	0,49	0,28	2,67	0,16	0,52
CV (%)	10,43	154,60	21,96	101,51	26,94	71,83	26,81	83,26	41,99	216,50	26,03	69,88
Média observada	0,93	0,08	0,82	0,28	0,69	0,54	0,68	0,59	0,67	1,23	0,62	0,74
Intervalos de confiança (95%) da média de E e $\theta - 1$												
Mínimo	0,86	0,02	0,71	0,13	0,61	0,38	0,66	0,54	0,57	0,51	0,61	0,71
Máximo	0,98	0,17	0,91	0,45	0,77	0,72	0,70	0,65	0,76	2,34	0,63	0,77

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Nota: * ($E = 1/\theta$) corresponde ao escore de eficiência padronizado de uma DMU e ($\theta - 1$) corresponde ao aumento proporcional no IDSUS que pode ser obtido pela i-ésima DMU, mantendo-se constante a utilização dos insumos.

Quando se adiciona uma restrição de convexidade, constata-se que nenhum município pertencente aos três primeiros grupos analisados possui escore de eficiência abaixo de 0,75. No grupo um, todos os municípios que estão na fronteira de retornos variáveis à escala também estavam na fronteira de retornos constantes, sinalizando que tais municípios não tiveram problemas quanto à escala incorreta de produção. Essa característica não é percebida nos demais grupos considerados (Tabela 3).

Nos grupos 2 e 3, nota-se que, em cada grupo, dois municípios a mais do que no modelo CRS estão na fronteira de retornos variáveis, porém não se encontravam na fronteira de retornos constantes à escala. Isso indica que a capital sergipana e o município alagoano de Arapiraca, que fazem parte do grupo dois, e os municípios baianos Lauro de Freitas e Simões Filho não possuem problemas de uso excessivo de insumos, porém apresentaram problemas quanto à escala inadequada de produção. Esse tipo de problema também é verificado em 21, 9 e 43 municípios pertencentes, respectivamente, aos grupos 4, 5 e 6, uma vez que tais muni-

cípios não estavam na fronteira de retornos constantes à escala, porém, ao se incluir uma restrição de convexidade, esses municípios passam a fazer parte da fronteira de retornos variáveis (Tabela 3).

De posse dos dados da Tabela 3, percebe-se também que os municípios referentes ao quarto grupo possuem pelo menos um grau de eficiência de 0,50 quando se adiciona uma restrição de convexidade. Essa situação é replicada no sexto grupo, com exceção da cidade baiana de Pilão Arcado, que registrou escore de eficiência inferior a 0,50. No que diz respeito ao quinto grupo, mesmo incorporando uma restrição de convexidade, os municípios baianos de Cairu e Jaborandi continuam com nível de eficiência abaixo de 0,25. Outra característica que se mantém nesse grupo é que detém a maior heterogeneidade, refletida pelo coeficiente de variação tanto do escore padronizado de eficiência técnica quanto do aumento proporcional no IDSUS que pode ser obtido por um dado município. Essa variabilidade também é presenciada explicitamente quando se considera os respectivos intervalos de confiança.

Tabela 3 – Distribuições absolutas e relativas dos municípios nordestinos segundo as classes de eficiência técnica do SUS com retornos variáveis à escala (VRS).

Escores de eficiência técnica (E)	Grupos											
	1		2		3		4		5		6	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
$E < 0,25$	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	6,67	0	0,00
$0,25 \leq E \leq 0,50$	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	16,67	1	0,08
$0,50 \leq E \leq 0,750$	0	0,00	0	0,00	0	0,00	80	20,78	4	13,33	213	16,16
$0,75 \leq E \leq 1,00$	3	37,50	5	45,45	13	72,22	252	65,45	4	13,33	1.027	77,92
$E \leq 1,00$	5	62,50	6	54,55	5	27,78	53	13,77	15	50,00	77	5,84
Total	8	100,00	11	100,00	18	100,00	385	100,00	30	100,00	1.318	100,00
Estatísticas descritivas ($E = 1/\theta$) e ($\theta - 1$)*	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$
Mínimo	0,88	0,00	0,84	0,00	0,76	0,00	0,59	0,00	0,09	0,00	0,50	0,00
Máximo	1,00	0,14	1,00	0,19	1,00	0,32	1,00	0,69	1,00	10,49	1,00	1,01
Desvio padrão	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,10	0,15	0,29	2,12	0,09	0,13
CV (%)	5,29	156,89	7,27	134,73	9,83	91,00	12,05	72,22	37,71	238,84	10,41	60,58
Média observada	0,97	0,04	0,95	0,06	0,90	0,13	0,84	0,21	0,78	0,89	0,83	0,21
Intervalos de confiança (95%) da média de E e $\theta - 1$												
Mínimo	0,93	0,007	0,91	0,02	0,86	0,07	0,83	0,19	0,67	0,28	0,83	0,21
Máximo	0,99	0,08	0,99	0,11	0,94	0,18	0,85	0,22	0,88	1,70	0,84	0,22

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Nota: * ($E = 1/\theta$) corresponde ao escore de eficiência padronizado de uma DMU e ($\theta - 1$) corresponde ao aumento proporcional no IDSUS que pode ser obtido pela i-ésima DMU, mantendo-se constante a utilização dos insumos.

A partir dos resultados descritos na Tabela 3, verifica-se ainda que, no modelo VRS, um crescimento médio de 4% e 6% no IDSUS faz com que os municípios nordestinos ineficientes pertencentes, respectivamente, aos grupos 1 e 2 passem a fazer parte da fronteira de retornos variáveis. Utilizando o procedimento mais aprimorado de *bootstrap*, constata-se que, após 1.000 interações, o IDSUS pode ser aumentado, em média, entre 0,7% a 8% no grupo um e entre 2% a 11% no grupo dois, considerando o intervalo de confiança de 95% de probabilidade. Por outro lado, no grupo seis, esse acréscimo médio do IDSUS pode ser entre 21% a 22%, admitindo esse intervalo de confiança e sem alterar a proporção de insumos atualmente utilizada.

Os resultados concernentes à eficiência de escala se encontram na Tabela 4 para os seis grupos analisados neste estudo. Conforme se observa, parcela majoritária (62,5%) dos municípios pertencentes ao grupo um obteve a máxima eficiência de escala. No tocante ao grupo dois, os dados indicam que 63,6% de seus municípios apresentaram um grau de eficiência de escala de pelo menos 0,75, sendo que 36,4% atingiram o valor unitário. No

grupo três, a metade de seus municípios registrou escores de eficiência entre 0,50 e 0,75. A maior frequência relativa observada nos demais grupos está situada no intervalo entre 0,75 e 1,00, porém, no grupo seis, mais da metade de seus municípios ocupa as classes com escore de eficiência inferior a 0,75.

Em todos os grupos, verifica-se que os municípios plenamente eficientes quanto à escala referem-se aos municípios que obtiveram a máxima eficiência nos modelos com retornos constantes e variáveis de escala, com exceção do município de Baía Formosa, localizado no estado do Rio Grande do Norte e pertencente ao grupo cinco, que se mostrou totalmente eficiente quanto à escala devido ter apresentado escore idêntico nos modelos com retornos constantes e variáveis de escala (Tabela 4).

A partir dos dados da Tabela 4, também se constata que o IDSUS pode melhorar significativamente se operarem na escala apropriada em todos os grupos avaliados, sendo que os municípios pertencentes ao grupo seis foram os que registraram a menor média da eficiência de escala e o maior lapso médio de eficiência de escala.

Tabela 4 – Distribuições absolutas e relativas dos municípios nordestinos segundo as classes de eficiência de escala do SUS.

Escores de eficiência de escala	Grupos											
	1		2		3		4		5		6	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
$E < 0,25$	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
$0,25 \leq E \leq 0,50$	0	0,00	0	0,00	0	0,00	13	3,38	2	6,67	91	6,90
$0,50 \leq E \leq 0,750$	0	0,00	4	36,36	9	50,00	124	32,21	2	6,67	584	44,31
$0,75 \leq E \leq 1,00$	3	37,50	3	27,27	6	33,33	216	56,10	19	63,33	609	46,21
$E \leq 1,00$	5	62,50	4	36,36	3	16,67	32	8,31	7	23,33	34	2,58
Total	8	100,00	11	100,00	18	100,00	385	100,00	30	100,00	1.318	100,00
Estatísticas descritivas ($E = 1/\theta$) e ($\theta - 1$)*	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$	E	$\theta - 1$
Mínimo	0,83	0,00	0,66	0,00	0,55	0,00	0,28	0,00	0,39	0,00	0,27	0,00
Máximo	1,00	0,20	1,00	0,52	1,00	0,83	1,00	2,61	1,00	1,56	1,00	2,71
Desvio padrão	0,06	0,08	0,14	0,21	0,15	0,26	0,15	0,33	0,18	0,40	0,15	0,37
CV (%)	6,26	193,56	16,72	102,37	19,42	74,15	19,16	108,63	20,18	183,19	20,26	87,28
Média observada	0,97	0,04	0,85	0,20	0,77	0,35	0,80	0,31	0,88	0,22	0,74	0,42
Intervalos de confiança (95%)												
Mínimo	0,92	0,004	0,77	0,10	0,70	0,24	0,79	0,27	0,81	0,09	0,73	0,40
Máximo	0,99	0,09	0,93	0,32	0,83	0,47	0,82	0,34	0,94	0,37	0,75	0,44

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Nota: * ($E = 1/\theta$) corresponde ao escore de eficiência padronizado de uma DMU e ($\theta - 1$) corresponde ao aumento proporcional no IDSUS que pode ser obtido pela i-ésima DMU, mantendo-se constante a utilização dos insumos.

5 Considerações finais

Os resultados mostram que, dos 1.790 municípios nordestinos analisados neste estudo, somente 84 deles estão empregando os insumos de forma totalmente racional, obtendo nível ótimo de eficiência, no modelo com retornos constantes de escala. Considerando esse tipo modelo sob orientação produto, os dados indicam que os municípios nordestinos que fazem parte do grupo um e do grupo seis podem aumentar, em média, o Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS) entre 2% a 17% e entre 71% a 77%, respectivamente, sem alterar a quantidade utilizada de insumos, admitindo um intervalo de 95% de probabilidade.

Verifica-se também que ao se incluir uma restrição de convexidade, 77 municípios nordestinos não estavam na fronteira de retornos constantes à escala, mas passam a fazer parte da fronteira de retornos variáveis. Em outros termos, tais municípios não possuem problemas quanto ao uso excessivo de insumos, porém apresentam problemas com relação à escala inadequada de produção. Neste caso, o IDSUS pode expandir entre 0,7% a

8% no grupo um e entre 21% a 22% no grupo seis, considerando um intervalo de 95% de probabilidade para que tais municípios ineficientes passem a fazer parte da fronteira de retornos variáveis. Ademais, o IDSUS pode melhorar significativamente se operarem na escala apropriada em todos os grupos avaliados, sendo que os municípios pertencentes ao grupo seis foram os que registraram a menor média da eficiência de escala e o maior lapso médio de eficiência de escala.

Em síntese, constata-se que os municípios que fazem parte do grupo um, que dispõem de alto índice de desenvolvimento socioeconômico, médio índice de condições sociais e muita estrutura de atenção especializada, ambulatorial e hospitalar, estão conseguindo obter, em termos médios, maior eficiência técnica do IDSUS que os municípios pertencentes ao grupo seis, que apresentam baixos índices de desenvolvimento socioeconômico e de condições sociais e não possuem estrutura de atenção especializada, ambulatorial e hospitalar. Esses resultados sinalizam que os escores de eficiência obtidos se relacionam positivamente com as taxas de urbanização e com os valores do Produto Interno Bruto e negativamente com as taxas de analfa-

betismo, estando em concordância com os estudos descritos na revisão de literatura.

Referências

- BANKER, R.D.; CHARNES, H.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, Sep. 1984.
- BERNET, P. M.; ROSKO, M. D.; VALDMANIS, V. G. Hospital efficiency and debt. **Journal of Health Care Finance**. Wolters Kluwer, v. 34, n. 4, p. 66-88, Apr.-Jun. 2008.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, Nov. 1978.
- CHIRIKOS, T. N.; SEAR, A. M. Measuring hospital efficiency: a comparison of two approaches. **Health Services Research**, v. 34, n. 6, p. 1389-1408, Feb. 2000.
- COELLI, T.; RAO, D.S.P.; BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Norwell: Kluwer Academic, 1998. 275p.
- COOPER, W.W.; SEIFORD, L.; TONE, K. **Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software**. 3 ed. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- COSTA, F. L.; RAMOS FILHO, H. S. Avaliação da eficiência técnica do sistema hospitalar do SUS na Paraíba. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL NORDESTE, 8., 2013. Parnaíba, PI. **Anais...** Parnaíba, PI: SOBER Nordeste, 2013.
- EVANS, D. B.; TANDON, A.; MURRAY, C. J. L.; LAUER, J. A. **The comparative efficiency of national health systems in producing health: an analysis of 191 countries**. World Health Organization, 2000. 36 p. (GPE Discussion Paper Series, 29). Disponível em: <www.who.int/healthinfo/paper29.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2014.
- FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 2009.
- FERREIRA, F. M. L.; MENDES, C. M.; OLIVEIRA, V. M. Análise da eficiência técnica do Sistema Único de Saúde (SUS) nos municípios de Mato Grosso, nos anos de 2008 a 2010. In: JORNADA NACIONAL DE ECONOMIA DA SAÚDE, 6., 2012. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2012.
- FONSECA, P. C.; FERREIRA, M. A. M. Investigação dos níveis de eficiência na utilização de recursos no setor de saúde: uma análise das microrregiões de Minas Gerais. **Saúde e Sociedade**. São Paulo, v. 18, n.2, p. 199-213, mai.-ago. 2009.
- GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S. Análise envoltória de dados. In: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W.C. (Eds.) **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 121-160.
- GRAMANI, M. C. N. Inter-regional performance of the public health system in a high-inequality country. **Plos One**, v. 9, p. 1-8, Jan. 2014.
- HERRERA, S.; PANG, G. **Efficiency of public spending in developing countries: an efficiency frontier approach**. The World Bank, 2005. (Policy Research Working Paper, 3645).
- HOLANDA, M. C.; PETTERINI, F. C.; NOGUEIRA, C. A. G. **O SUS no Ceará: avaliação de eficiência técnica nos municípios**. Fortaleza: IPECE, jan. 2004, 15p. (Texto para discussão, 13).
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. 2012. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 maio 2014.
- JAYASURIYA, R.; WODON, Q. **Measuring and explaining country efficiency in improving health and education indicators**. The World Bank, 2003 (Munich Personal RePEc Archive Paper, 11183).
- KINFU, Y. The efficiency of the health system in South Africa: evidence from stochastic frontier analysis. **Applied Economics**, v. 45, n. 8, p. 1003-1010, Feb. 2013.
- LOPES, L. S.; TOYOSHIMA, S. H.; GOMES, A. P. Determinantes sociais da saúde em Minas Gerais: uma abordagem empírica. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 7., 2009, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: ABER, 2009.
- LOPES, L. S.; TOYOSHIMA, S. H. Evidências do impacto da corrupção sobre a eficiência das políticas de saúde e educação nos estados brasileiros. **Planejamento e Políticas Públicas**, Rio de Janeiro, IPEA, n. 41, p. 199-228, jul./dez. 2013.
- MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 2, p. 515-534, jul.-set. 2003.
- MARINHO, A.; CARDOSO, S. S.; ALMEIDA, V. V. Avaliação comparativa de sistemas de saúde com a utilização de fronteiras estocásticas: Brasil e OCDE. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 66, n.1, p. 3-19, jan.-/mar. 2012.
- MARQUES, R. C.; SILVA, D. Inferência estatística dos estimadores de eficiência obtidos com a técnica fronteira não paramétrica de DEA. Uma metodologia Bootstrap. **Investigação Operacional**, v. 26, n. 1, p. 89-110, jan.-jun. 2006.
- MÉDICE, A. **O índice de desempenho do SUS (IDSUS)**. 2012. Disponível em: <http://monitordesaude.blogspot.com.br/2012/03/o-indice-de-desempenho-do-sus-idsus.html>. Acesso em: 25 maio 2012.
- PORTAL DA SAÚDE. **Índice de desempenho do SUS (IDSUS)**. 2012. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area.cfm?id_area=1080. Acesso em: 25 maio 2012.
- QUEIROZ, M. F. M.; SILVA, J. L. M.; FIGUEIREDO, J. S.; VALE, F. F. R. Eficiência no gasto público com saúde: uma análise nos municípios do Rio Grande do Norte. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 761-776, jul.-set. 2013.
- SILVA, C. F. **A importância da economia da saúde para a gestão do SUS: uma análise da eficiência técnica dos serviços básicos de saúde nos municípios alagoanos sob a ótica da análise envoltória de dados**. 2012. 157p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2012.
- SOUZA, I. V.; NISHIJIMA, M.; ROCHA, F. Eficiência do setor hospitalar nos municípios paulistas. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, SP, v. 14, n. 1, p. 51-66, jan.-mar. 2010.
- SOUZA, U. R.; BRAGA, M. J.; FERREIRA, M. A. M. Fatores associados à eficiência técnica e de escala das cooperativas agropecuárias paranaenses. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, v. 49, n. 3, p. 573-598, jul.-set. 2011.

ESFORÇO TRIBUTÁRIO E INTERAÇÃO ESTRATÉGICA DOS GOVERNOS MUNICIPAIS: UMA ANÁLISE COM MODELOS GEOGRAFICAMENTE PONDERADOS

Tax effort and strategic interaction of municipal governments: an analysis with geographically weighted models

Eduardo Ramos Honório da Silva

Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Mestrando do programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: edmusta@gmail.com.

Alexandre Alves Porsse

Professor do programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná – UFPR. Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. E-mail: porsse@ufpr.br.

Resumo: O imposto sobre circulação de serviços de qualquer natureza (ISS) e o imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana (IPTU) são os dois tributos mais importantes na arrecadação municipal, de maneira que dada a sua maior discricionariedade em relação às demais fontes de renda, é possível que os municípios brasileiros engajem em algum tipo de comportamento estratégico visando atender seus interesses individuais. Este estudo se utiliza de uma abordagem de regressões ponderadas geograficamente para controlar a heterogeneidade existente entre os municípios e assim verificar se existe alguma influência na definição das alíquotas dos tributos por conta da decisão tomada pelos municípios vizinhos. Investiga-se também como o esforço tributário municipal se comporta diante desse fato, levando em consideração o volume de transferências na composição da receita final dos municípios. Os resultados apontam para existência de interação estratégica na determinação das alíquotas dos dois tributos, bem como na influência negativa das transferências sobre o esforço tributário municipal, no entanto a relação espacial dos impostos apresenta padrões diferentes na extensão do território nacional.

Palavras-chave: Interação Estratégica; Regressão Ponderada Geograficamente; Esforço Tributário; Competição Interjurisdicional.

Abstract: Taxes on services (ISS) and the property tax (IPTU) are the two most important taxes in municipal tax revenue, so that given their greater discretion relating to other sources of income it is possible that the municipalities engage in some kind of strategic behavior to meet their individual interests. This study uses a geographically weighted regression approach to control the heterogeneity between municipalities and to check that if there is some influence in setting tax rates due to the decision taken by neighboring municipalities. It also investigates how the municipal tax effort behaves taking into account the volume of transfers in the composition of the final revenue of municipalities. The results point to the existence of strategic interaction in determining the rates of the two taxes, as well as the negative influence of transfers on the municipal tax effort, however the spatial relationship between the two taxes have different shapes across the country.

Key words: Strategic Interaction; Geographically Weighted Regression; Tax Effort; Interjurisdictional Competition.

1 Introdução

A Constituição de 1988 foi um marco importante para o federalismo fiscal brasileiro, pois a mesma instaurou um processo de descentralização incompleto, de modo a aumentar as fontes de receita dos municípios, entretanto a mesma em muito pecou ao não estabelecer uma contrapartida com relação à oferta de bens públicos, o que gerou ineficiências na provisão dos serviços pela esfera municipal.

As principais fontes de receita sob responsabilidade dos municípios são a arrecadação do imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISS) e do imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana (IPTU), além do imposto sobre a transmissão de bens imóveis (ITBI). Apesar disto, são as transferências intergovernamentais que representam a maior porção da receita orçamentária dos municípios, de maneira que, para grande parte destes, o montante recebido passa de 70% do valor total da receita.

A teoria de finanças públicas investigou a relação existente entre as transferências e o esforço fiscal dos municípios, onde grande parte dos estudos aponta para uma menor arrecadação própria em virtude da alta participação das transferências intergovernamentais, ou seja, um menor esforço fiscal municipal para a composição de suas receitas.

Devido ao caráter mais discricionário e da relevância na composição da receita, é possível que os governos municipais se utilizem da flexibilidade na definição das alíquotas do IPTU e ISS para promover a atração de capital e/ou mão de obra. Caso esse comportamento seja verificado por um município, será que os demais seriam influenciados de alguma maneira?

Este trabalho busca contribuir com a discussão sobre esforço fiscal municipal e interação estratégica na arrecadação dos tributos municipais ao tentar capturar as especificidades locais através da abordagem de regressões ponderadas geograficamente em uma base com 5394 municípios no ano de 2010. Os resultados encontrados apontam para existência de um comportamento estratégico na definição das alíquotas do IPTU e do ISS, bem como de uma influência negativa das transferências no aumento dessas receitas e, portanto, um menor esforço fiscal pelos municípios.

2 Revisão da literatura

2.1 Referencial teórico

O conceito de competição fiscal sofreu diversas alterações conforme a literatura se desenvolveu. De maneira mais geral, podemos entender que a competição fiscal se trata de qualquer forma de ajuste fiscal não cooperativo por governos independentes (WILSON; WILDASIN, 2004). Já Michael Keen (2008) estreita a definição ao caracterizar competição fiscal como um ajuste fiscal-estratégico em um jogo não-cooperativo entre jurisdições - sejam países, estados ou províncias dentro de uma federação - com a definição de alguns parâmetros de seu sistema fiscal em relação aos impostos estabelecidos pelos outros.

Ao se adaptar essa definição ao caso brasileiro, podemos também conceituar a competição horizontal e vertical. A primeira compreende a interação entre níveis de governo semelhantes, de modo que as escolhas fiscais de determinada jurisdição afetam as decisões fiscais de outra jurisdição da mesma esfera de governo. Já a segunda, abrange interações entre diferentes níveis de governo, ou seja, municipal, estadual e federal, ocorrendo em especial, quando existe a divisão de determinada base tributária entre as diferentes esferas de governo (CHARLOT; PATY, 2010).

Ainda, segundo Kenyon (1997), a competição fiscal se dá de três formas diferentes, sendo estas a competição ativa, a competição implícita e a competição *yardstick*. A competição ativa compreende a utilização plena de instrumentos de política fiscal para a atração ou manutenção de investimentos privados. A competição implícita ocorre quando há uma alteração nos objetivos buscados pela política fiscal, tais como equidade, neutralidade, simplicidade, adequação de receita ou exportação de tributos, de modo a mitigar as consequências anticoncorrenciais. Por fim, a competição *yardstick* assume que os residentes se utilizam das políticas ou efeitos das mesmas em seus vizinhos para julgar a eficiência de seu próprio governo. Ao observar a razão do gasto público e da taxa de impostos, são capazes de inferir quanto da receita é perdida, através da comparação com a mesma razão para as outras jurisdições, e assim, punir o governante na próxima eleição através da escolha de outro

candidato, no caso da avaliação ser negativa. Cabe neste ponto mais uma qualificação, as duas primeiras formas de competição costumam assumir um caráter benevolente do governo, ou seja, este tem os interesses da população como principal objetivo, já a última assume um caráter de Leviatã, onde os interesses da população são relegados a um segundo plano, face aos interesses próprios dos governantes.

A competição fiscal pode ocorrer por diversos motivos, dos quais se destacam a atração de Investimento Estrangeiro Direto, de investimentos de portfólio, ou seja, de capital financeiro altamente móvel; de fluxos financeiros das multinacionais, de compradores de outras jurisdições e de mão de obra altamente qualificada, a qual costuma ser móvel.

Para viabilizar a atração de todos esses fatores, as jurisdições se utilizam de diferentes ferramentas, sendo a diminuição da carga tributária, o aumento da oferta de bens públicos e a diminuição de exigências ambientais suas principais ferramentas de competição.

Através da utilização destas ferramentas, diversos modelos de competição fiscal horizontal foram desenvolvidos, cujo marco inicial se deu com o modelo de competição interjurisdicional de Tiebout (1956) no qual governos subnacionais autônomos engendram gastos públicos de modo a atender as preferências individuais de seus possíveis residentes. Segundo este modelo, as competências públicas seriam descentralizadas permitindo que o cidadão pudesse escolher aquela jurisdição que lhe mais agradasse quanto à oferta de bens públicos e taxa de impostos.

Segundo Tiebout, os consumidores possuem preferências diferentes, livre mobilidade e são capazes de identificar as jurisdições que melhor satisfazem suas necessidades quanto à oferta de bens públicos e carga tributária. A partir destas e outras pressuposições, o modelo consegue prever um equilíbrio parecido com o de mercado, de modo que os mesmos irão se fixar nos locais que oferecerem as cestas de produtos maximizadoras de suas respectivas utilidades, ou seja, a competição ocorre através das diferentes cestas oferecidas pelas jurisdições e de seus respectivos custos, traduzidos no tamanho dos encargos arrecadados pelo governo. Como se pode perceber, os impostos não têm um caráter prejudicial no modelo, uma vez

que representam o ótimo social¹ desejado por cada consumidor, além de promover uma tendência a homogenização das jurisdições de acordo com as preferências dos mesmos. O processo da mudança de jurisdição a fim de encontrar aquela que satisfaça as preferências individuais dos consumidores ficou conhecido como “votar com os pés”.

Seguindo na mesma direção, Stephen Ross e John Yinger (1999) buscaram relacionar o mercado de habitações a provisão de bens públicos, introduzindo o imposto sobre propriedade ao contrário do imposto per capita. O modelo apresenta famílias plenamente móveis, maximizadoras de utilidade, divididas em diferentes classes de renda/preferências, concorrendo por localidades em diferentes jurisdições, cada qual ofertando uma cesta diferente de serviços e impostos locais. As funções de oferta dos diferentes grupos geram uma função agregada, na qual as localidades são preenchidas com as famílias que maior ofertaram, tal qual um leilão. É interessante observar que a incorporação de um imposto sobre a propriedade relaciona o nível de serviço público diretamente ao preço das habitações. Tende-se a uma homogenização, entretanto esta não ocorre como no modelo clássico de Tiebout, logo algum grau de heterogeneidade estará presente em cada jurisdição.

A diferença no grau de homogeneidade se deve a maneira como o imposto sobre propriedade impacta as diferentes classes de consumidores. Sob imposto per capita, os consumidores mais pobres não teriam condição de se estabelecerem em jurisdições com altos níveis de oferta de bens públicos, por conta da maior taxa de imposto. Já com o imposto sobre propriedade privada, os consumidores mais pobres teriam uma redução da taxa, pois habitam casas menores. Essa característica acaba por aumentar o custo marginal da provisão do bem público aos outros consumidores, dado que essa provisão não se altere. Tal característica incentivaria o comportamento carona dos consumidores tratado por Bruce Hamilton (1975). Segundo seu modelo, as comunidades não apenas provêm um nível específico de bens públicos, mas também se utilizam de uma zona fiscal para estabelecer um nível mínimo de consumo de habitação. Deste modo, o modelo Tiebout-Hamilton além de ser homogêneo

¹ A condição de eficiência proposta por Samuelson (1954) era que os benefícios marginais deveriam ser iguais aos custos marginais para se atingir o ótimo social.

na demanda por bens públicos, também o é em relação ao consumo de habitação, resolvendo assim o problema do comportamento carona, uma vez que todas as famílias que habitarem uma mesma região terão as mesmas obrigações fiscais.

O mundo de Tiebout representa um processo *race-to-the-top*, já que leva a um equilíbrio onde o bem-estar social é otimizado, entretanto essa visão enfatiza apenas o lado bom do processo de competição interjurisdicional aliado à descentralização. Em contraste a esta visão, diversos trabalhos, em especial a partir das contribuições de Oates (1972), passaram a caracterizar o lado ruim da competição fiscal. Segundo o autor, o resultado da competição fiscal será uma tendência a níveis de provisão de bens públicos não eficientes, uma vez que na tentativa de manter os impostos mais baixos para a atração de investimento empresarial, os governantes locais podem manter o gasto abaixo dos níveis aos quais os benefícios marginais se igualam aos custos marginais.

Avançando a discussão, Beck (1983), Zodrow e Mieszkowski (1986) e Wilson (1986), desenvolvem os primeiros modelos baseados nas ideias de Oates. O primeiro traz um modelo onde a mobilidade do capital apresenta papel fundamental para o processo de competição, uma vez que os governos locais buscam atrair novos investimentos via redução de impostos, incentivando o capital a se mover para as jurisdições onde as taxas forem menores. O modelo prevê subprovisão de bens públicos, em vista da subtributação do capital, bem como supertributação das famílias. Já o segundo apresenta um modelo no qual a oferta de bens públicos é financiada por uma combinação entre um imposto único sobre a propriedade de capital e um imposto per capita, onde dadas suas pressuposições, os governos locais precisam escolher a taxa única de imposto sobre o capital que maximize a utilidade do consumidor, sujeita a restrição orçamentária de igualdade entre as receitas de impostos e a oferta de bens públicos. O modelo leva a uma oferta ineficiente de bens, onde o aumento do imposto sobre a propriedade de capital distorce a alocação do mesmo. Por fim, Wilson também caracteriza um modelo onde a alocação do capital é distorcida pela incidência de uma alíquota de imposto demasiadamente baixa, o que leva a expulsão do capital de uma região para outra. O autor tem o mérito de retratar a externalidade negativa gerada pela alteração das alíquotas de impostos, uma vez que

a base tributária de determinada região e sua taxa efetiva de impostos apresentam relações inversas.

Brueckner (2004) aborda a questão de modo diferente, ao utilizar um modelo incorporando muitas das características apontadas pelos autores anteriores, o autor discute a importância da descentralização e da dispersão das preferências para as jurisdições. Segundo ele, quanto maior a dispersão das preferências, mais benéfica é a descentralização fiscal, uma vez que maiores serão os incentivos para a alocação eficiente do capital. Entretanto, se as preferências dos consumidores forem mais homogêneas, um maior nível de bem-estar seria alcançado centralizando as decisões governamentais. O ponto-chave está na maior velocidade do impacto positivo da articulação da demanda em detrimento do aumento do efeito distorcivo na alocação do capital, no caso da curvatura da função de produção ser mais acentuada. No caso da curvatura ser mais plana, o efeito positivo da descentralização não será suficiente para contrabalancear o efeito distorcivo sobre a alocação do capital e, portanto, seria melhor adotar um sistema mais centralizado.

Como se pode perceber, ao assumir que os governos buscam maximizar o bem-estar de seus residentes, não existe consenso quanto aos resultados encontrados dentro da teoria de competição fiscal. Buscando caracterizar comportamentos diferentes do governo, passou-se a atribuir aos modelos um comportamento de *Leviatã*, onde a concorrência interjurisdicional é uma importante ferramenta de restrição a busca de interesses próprios dos governos.

Beasley e Case (1995) apresentaram um modelo de competição *yardstick*, onde os eleitores se utilizam da informação sobre a alteração da taxa de imposto dos vizinhos para avaliar o desempenho de seus governantes. No caso do político possuir um comportamento de *rent seeking* e ser avaliado negativamente, este será caracterizado como um mau político e não se reelegerá. Edhiel (1998) busca avaliar como a descentralização fiscal afeta a expansão do setor público através da criação de restrições a expansão dos gastos e da tributação, e é capaz de encontrar uma relação negativa entre ambos.

A literatura empírica, de modo geral, busca estimar as funções de reação fiscal das jurisdições. Bruckner (2003) subdivide os estudos em duas classes, sendo os modelos de *spillover* e os mode-

los *resource flow*. O primeiro inclui modelos ambientais e o último, os modelos de competição tributária e por bem-estar. Exemplos desta literatura são Bork, Caliendo e Steiner (2007), os quais são capazes de demonstrar uma significativa interação entre os gastos dos condados vizinhos na Alemanha, Hauptmeier, Mittermaier e Rincke (2008), que propõe dois modelos para capturar a resposta dos municípios vizinhos quando há um aumento na provisão de bens públicos ou diminuição da carga tributária empresarial de determinado município alemão e Pereira e Gasparini (2007), que estimam um pseudo-painel para diversas categorias de gastos dos estados brasileiros e demonstram existir interação estratégica entre as despesas estaduais de modo a atrair capital e mão de obra especializada.

Quanto à utilização da técnica de Regressão Ponderada Geograficamente, Ferreira Almeida e Alvim (2008) a utilizam para demonstrar a existência de retornos de escala e efeito *catch up* para a fruticultura brasileira. Ribeiro e Almeida (2012) analisam a convergência local de renda para as áreas mínimas comparáveis brasileiras através do modelo RPG e são capazes de encontrar múltiplos equilíbrios regionais. Pinto e Almeida (2012) também utilizam a metodologia para investigar a relação entre abertura comercial, fatores de produção e desigualdade de renda em 4128 municípios brasileiros para um período de quatro anos, onde conseguem identificar associações positivas para aumentos em educação, grau de abertura e áreas cultivadas, com o aumento da desigualdade; e uma relação negativa entre capital físico e desigualdade. Por fim, Ribeiro, Bastos e Oliveira (2014) analisam o desenvolvimento socioeconômico e os arranjos institucionais dos municípios mineiros através da Análise de Correspondência e da estimação de um modelo RPG, onde identificam uma associação direta entre o índice Firjan de Desenvolvimento econômico e os indicadores institucionais, bem como para parte dos gastos públicos.

2.2 O federalismo brasileiro

Segundo Oates (1972), as funções básicas do setor público são a estabilização, distribuição de renda e a alocação de recursos para a produção de bens públicos. De modo geral, as duas primeiras funções são melhor atendidas por um governo central e a última por um governo descentralizado. O sistema capaz de combinar as vantagens de ambas

as estruturas é denominado Federalismo.

No Brasil, houve uma oscilação política entre os movimentos de centralização e descentralização, porém a partir da constituição de 1988 se observa uma clara tendência à descentralização tanto das receitas quanto dos gastos, uma vez que em muito aumentou a participação dos estados e municípios na arrecadação do governo federal.

Ao aumentar os recursos disponíveis para os estados e municípios, a Constituição de 1988 não definiu com clareza as novas atribuições dessas esferas de governo, de modo que houve uma expansão do gasto público e a sobreposição de competências pelos entes federativos, surgindo assim, distorções ao atendimento da população e ineficiência da gestão pública (GIAMBIAGI; ALÉM, 2007).

Quanto às competências tributárias, os municípios podem instituir contribuições de melhoria, taxas, ISS, IPTU e ITBI; os estados podem instituir contribuições de melhoria, taxas, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e (ITCMD); e por fim, a União pode instituir contribuições de melhoria, taxas, Imposto de Importação (II), Imposto de Exportação (IE), Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), Imposto sobre Operações de Crédito, Câmbio e Seguros (IOF), Imposto de Renda (IR), Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR), Imposto sobre Grandes Fortunas (IGF), impostos na competência residual, impostos extraordinários, empréstimos compulsórios e contribuições.

Além destas competências, existem ainda as transferências de tributos, as quais se classificam em diretas, quando não é necessária intermediação, como os repasses; e indiretas, quando demandam a realização de fundos, como os Fundos de Participação dos Estados e dos Municípios (FPM). Em geral, as transferências buscam mitigar as diferenças regionais existentes entre as regiões.

Neste trabalho se utilizou o imposto sobre serviços de qualquer natureza, imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana, Imposto sobre a propriedade de veículos automotores, Imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços e o fundo de participação dos municípios, uma vez que todas essas fontes de receita têm direta relação com a receita orçamentária dos municípios brasileiros.

O IPTU é um imposto cuja incidência se dá sobre a propriedade urbana, cujo fato gerador é a

posse do imóvel localizada na extensão urbana. A base de cálculo do imposto leva em consideração o valor venal do imóvel e sua alíquota é estabelecida pelo legislador municipal.

O ISS também pode ser considerado um imposto tipicamente urbano, porém sua base é o valor de prestação dos serviços e seu valor devido é calculado a partir de uma alíquota sobre o valor declarado dos serviços. Tal alíquota, assim como para o IPTU, é definida pelo legislador municipal, porém a mesma deve respeitar alguns limites impostos pela lei nacional nº 34, de 30 de janeiro de 1997 e pela emenda constitucional nº 37, de 2002. Em termos gerais, a primeira lei fixou um teto para a alíquota de acordo com o tipo de serviço prestado e a emenda fixou um valor mínimo para a incidência do tributo, de maneira a coibir a competição na atração de capital.

O IPVA e ICMS têm suas competências divididas entre estados e municípios, onde no primeiro caso cada esfera é responsável por 50% do valor do imposto, e no segundo, 75% do valor arrecadado cabe aos estados e o restante aos municípios. Por fim, o FPM é composto por 23,5% da arrecadação do Imposto de Renda Retido na fonte e 23,5% do Imposto sobre Produtos Industrializados. Sua distribuição é diferenciada através do número de habitantes e ao fato do município ser ou não capital do Estado.

Dentro da literatura, muito se discutiu sobre o efeito das transferências no esforço fiscal municipal. Ribeiro e Shikida (2000) foram capazes de demonstrar uma relação negativa para ISS e IPTU em relação às transferências recebidas pelos municípios mineiros através de um modelo de fronteira estocástica. Veloso (2008) também argumenta a favor do efeito *free rider* dos governos municipais com até 20.000 habitantes, onde o recebimento das transferências resultou em um menor esforço fiscal.

Marinho e Moreira (1999) também endossam a lista de trabalhos sobre o assunto, ao verificarem que o esforço fiscal dos municípios nordestinos é menor que o da média nacional e que as transferências intergovernamentais são parte da explicação do fato. Por fim, Orair e Alencar (2010) apresentam estimativas de esforço fiscal dos municípios brasileiros, onde se verificou que cerca de 41% dos mesmos apresenta esforço fiscal abaixo da média nacional. Segundo os autores, se esses municípios conseguissem alcançar a média verificada, have-

ria um incremento da ordem de R\$ 3,6 bilhões. Os autores também testaram a hipótese do efeito negativo das transferências intergovernamentais no esforço fiscal municipal, de maneira que a mesma não pode ser rejeitada.

3 Metodologia

3.1 Dados

Os dados utilizados neste artigo foram coletados através das bases de dados do FIMBRA, DATASUS, IPEADATA e IBGE (CENSO), para o ano de 2010, de 5394 municípios brasileiros.² As variáveis escolhidas se basearam no levantamento prévio da literatura. A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis.

Como variáveis explicadas, temos o IPTU e o ISS. A primeira representa o valor arrecadado do IPTU em determinado município dividido pelo seu PIB, enquanto a última, o valor arrecadado através do ISS em determinado município dividido pelo valor agregado dos serviços deste município. Ambas as variáveis podem ser interpretadas como medidas de esforço fiscal para os municípios e foram escolhidas por apresentarem maior discricionariedade em relação a sua utilização por conta dos governos municipais.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas

Variável	Obs.	Média	Desvio Padrão	Min	Max
IPTU	5394	0,1469	0,3631	1,054E-0,6	12,9250
ISS	5394	0,9079	1,8694	0,0037	74,5350
LN_PIB_PC	5394	9,1899	0,6935	7,8120	12,6020
LN_DENS	5394	3,2340	1,4108	-1,5607	9,4750
T_SUPER25M	5394	5,5422	3,2649	0,2800	33,6800
G_IND	5394	0,1428	0,1299	0,0105	0,9049
G_URB	5394	0,6409	0,2200	0,0418	1,0000
TRANSF	5394	0,5772	0,1480	0,1078	1,0366

Fonte: Elaboração própria.

As demais variáveis foram utilizadas como variáveis explicativas para as duas regressões, sendo elas:

LN_PIB_PC = logaritmo natural do PIB municipal de determinado município dividido pela

² Os demais municípios foram excluídos por não possuírem valores para ISS, IPTU, transferências ou serem ilhas.

quantidade de residentes. A variável representa nossa medida de controle quanto ao tamanho da economia do município.

LN_DENS = logaritmo natural da densidade demográfica de cada município, sendo esta uma medida de controle visando captar (des)economias de aglomeração.

T_SUPER25 = percentual das pessoas com 25 anos ou mais que possuem ensino superior. A variável busca diferenciar o estoque de capital humano nos municípios e seu efeito sobre a arrecadação dos impostos tratados.

G_IND = grau de industrialização. Para sua construção dividiu-se o valor agregado na indústria pelo valor agregado total de cada município. A variável representa a importância do setor secundário na economia municipal, bem como ajuda a caracterizar seus respectivos mercados de trabalho.

G_URB = grau de urbanização, sendo esta construída através da divisão da população urbana pela população total em cada município. A variável busca captar (des)economias de urbanização.

TRANSF = soma dos valores das cotas do IPVA, ICMS e FPM divididas pela Receita Orçamentária Total. A variável busca controlar o efeito de dependência das transferências realizadas aos municípios sobre seu esforço tributário.

Serão utilizadas também as defasagens espaciais das variáveis de acordo com as especificações dos modelos utilizados.

A configuração da matriz espacial deve representar as relações espaciais da maneira mais fidedigna possível, uma vez que de acordo com Anselin (1988) e Fingleton (2003), a correta especificação da mesma é sempre um assunto con-

troverso, porém, se possível, deve-se ter uma base teórica que dê força a escolha utilizada³. Uma estratégia comum para a definição da matriz é computar o I de Moran gerado por cada uma e utilizar a que gerar uma maior autocorrelação espacial, porém essa mesma estratégia não é capaz de dizer se a matriz escolhida é a mais indicada para aquela realidade. Nesse quesito, Lesage e Pace (2014) realizam diversos testes e demonstram que existe uma alta correlação entre os resultados de diferentes matrizes de pesos, de modo que a necessidade de calibração das matrizes de dependência espacial não é essencial, assim, segundo os autores, essa sensibilidade a alterações das matrizes nos resultados está mais ligada à má especificação dos modelos ou incorreta interpretação dos resultados.

Para a definição da matriz utilizada neste trabalho, estimou-se diferentes matrizes, porém reportaram-se somente às que geraram maiores valores de autocorrelação espacial⁴. Como o trabalho busca identificar a interação estratégica entre municípios, é razoável assumir que essa influência se dê para os municípios vizinhos, ou seja, a utilização do critério de contiguidade se mostra factível e possivelmente mais intenso nos vizinhos mais próximos. Somado a isso, ao se observar a tabela 2, percebe-se que os valores de autocorrelação gerados são todos muito próximos, de modo que ao se dividir o desvio padrão pela média, encontramos uma variação máxima de 5,5% com média de 3,2%. Tendo em vista esses argumentos, optou-se pela utilização de uma matriz de contiguidade *Queen 1*.

³ Harris, Moffat e Kravtsova (2011) discutem o tema de maneira mais profunda.

⁴ Estimou-se as matrizes Queen 1 e 2, Rook 1e 2, K-nearest 1 a 15, distância euclidiana e arco.

Tabela 2 – I de Moran

Variável	Queen 1	Rook 1	K-N(4)	K-N(5)	K-N(6)	Média	D.P.	Variação
IPTU	0,3434	0,3464	0,3451	0,3273	0,3196	0,3364	0,0122	3,60%
ISS	0,1046	0,1054	0,115	0,1055	0,0987	0,1058	0,0059	5,50%
LNPIB_PC	0,2047	0,2042	0,2155	0,2119	0,2073	0,2087	0,0048	2,30%
LN_DENS	0,6528	0,6535	0,6596	0,6482	0,6388	0,6506	0,0078	1,20%
T_SUPER25M	0,3978	0,3969	0,3755	0,3737	0,3695	0,3827	0,0136	3,50%
G_IND	0,3191	0,3208	0,3303	0,3238	0,3184	0,3225	0,0048	1,50%
G_URB	0,370	0,3715	0,3928	0,3897	0,383	0,3814	0,0104	2,70%
TRANSF	0,323	0,3227	0,3583	0,3528	0,3442	0,3402	0,0166	4,90%

Fonte: Elaboração própria.

3.2 Modelo econométrico

Esta seção busca detalhar os modelos empíricos utilizados, estes baseados na econometria espacial.

Em um modelo clássico de regressão linear aplicado a dados espaciais em corte transversal, assume-se que os processos são estacionários, portanto um mesmo estímulo provoca uma resposta igual em todas as regiões de estudo. Os coeficientes, aqui chamados de globais, representam então uma resposta média para determinada região.

Segundo Almeida (2012), fenômenos socioeconômicos são propensos a não apresentar respostas constantes através das regiões, de modo que suas relações não são estruturalmente estáveis. Fotheringham, Brundson e Charlton (2002) afirmam que as relações podem variar por três motivos: 1) Variação amostral aleatória, 2) As relações teóricas podem ser intrinsecamente diferentes através das regiões e 3) Erros de especificação. Ainda segundo o autor, no caso de não estabilidade estrutural, esta só será observada através da análise de seus resíduos.

Para endereçar todos esses problemas, Fotheringham, Brundson e Charlton (2002) propuseram o modelo de Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG), o qual ao especificar um modelo para cada região é capaz de controlar a heterogeneidade espacial extrema, além de ser uma ferramenta muito interessante para descrever as relações locais e assim propor políticas públicas para cada região.

A metodologia desenvolvida pelos autores consiste em utilizar subamostras dos dados para gerar uma sequência de regressões lineares estimadas para cada região, ponderadas pela distância. As observações recebem então um peso a partir de um ponto focal, em consonância com a Lei de Tobler (1970), a qual admite que quanto mais próximos os dados do ponto de regressão, maior é a probabilidade de este sofrer algum tipo de influência desses dados. Assim, o modelo proposto é descrito pela equação 1.

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

onde (u_i, v_i) indica as coordenadas do ponto i no espaço, $\beta_k(u_i, v_i)$ é uma função contínua no ponto i e x_{ik} são variáveis explicativas de cada região i , sendo k igual ao número de variáveis independentes para cada região.

O estimador de RPG, baseado em mínimos quadrados ponderados, onde os pesos variam de acordo com a distância do ponto focal da regressão é:

$$\beta(u_i, v_i) = X'W(u_i, v_i) X^{-1} X'W(u_i, v_i)y \quad (2)$$

onde W é uma matriz de ponderação, em que indicam os pesos baseados na distância entre a observação no ponto i e as demais observações da subamostra selecionada pela função do *kernel* espacial⁵.

Para a ponderação dos pesos a serem atribuídos, é necessário utilizar uma função *kernel* espacial, esta que pode ser fixa ou adaptativa. Um *kernel* fixo significa utilizar uma largura de banda constante, a qual não considera a densidade dos dados, podendo levar os coeficientes a sofrer de viés. Já um *kernel* adaptativo contorna este problema ao definir uma função que se expanda em áreas menos densas de observações e se encolha onde as mesmas são mais abundantes.

Para este trabalho utilizou-se uma função *kernel* adaptativa bi-quadrada definida por Nakaya (2014) como:

$$w_{ij} = \begin{cases} [1 - d_{ij}^2 / \theta_{i(k)}]^2 & \text{se } d_{ij} < \theta \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2)$$

Onde:

w_{ij} é o peso dado a observação na localidade j para estimar o coeficiente na localidade i .

d_{ij} é a distância Euclidiana entre i e j .

$\theta_{i(k)}$ é o tamanho da banda adaptativa definida como a distância ao k -ésimo vizinho mais próximo.

A calibração da banda (θ) correta é feita através do critério de Akaike, onde menores valores indicam um melhor ajustamento do modelo. Sua correta calibração é fundamental, pois a escolha da banda ótima envolve o *trade-off* entre viés e variância. Uma banda muito pequena pode levar a uma grande variância das estimativas locais, já uma banda muito grande pode trazer o problema do viés às estimativas locais (Almeida, 2012).

Para analisarmos se a arrecadação das receitas do IPTU e ISS é capaz de influenciar algum comportamento estratégico entre as regiões deve-se levar em consideração a dependência espacial, de

⁵ A matriz de contiguidade utilizada para a defasagem fora uma matriz Queen de ordem 1.

modo que este trabalho estimou os modelos SAR e DURBIN espacial. O modelo RPG incorporando a dependência espacial do tipo SAR é dado por:

$$y_i = \alpha(u_i, v_i) + \rho(u_i, v_i) W y_i + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (4)$$

já para se incorporar a dependência espacial do tipo DURBIN, deve se estimar o modelo:

$$y_i = \alpha(u_i, v_i) + \rho(u_i, v_i) W y_i + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \sum_k \tau_k W X_{ik} + \varepsilon_i \quad (5)$$

onde $W y_i$ é a variável dependente defasada espacialmente e $W X_{ik}$ é o vetor de variáveis independentes defasado espacialmente de acordo com uma matriz de ponderação espacial. Neste trabalho fora utilizado uma matriz *Queen* de ordem 1. O software usado para a estimação dos modelos foi o *GWR4*⁶.

Segundo Almeida (2012), ao se incorporar a dependência espacial através dos dois modelos supracitados, deve-se mitigar a endogeneidade existente entre y e $W y$, de modo que os modelos devem ser estimados através de variáveis instrumentais. Para a estimação do modelo da equação 4, deve-se regressar $W y$ contra as variáveis explicativas X e suas defasagens, $W X$. Após esse procedimento, coleta-se o valor predito de $W y$ e o incorpora na especificação original. Para estimar o modelo da equação 5, utiliza-se um processo semelhante, porém o instrumento para a variável $W y$ passa a ser $W W X$, ou seja, regride-se $W y$ contra $W X$ e $W W X$, coleta-se o valor predito e o incorpora na especificação original.

4 Análise dos resultados

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos através das modelagens econométricas citadas na seção anterior.

A tabela 3 apresenta os resultados das estimações dos modelos com e sem defasagem espacial através do método RPG para o ISS.

Ao se analisar os resultados dos modelos globais para o ISS, encontramos que somente o intercepto, e o grau de urbanização não se mostraram significantes a pelo menos 5%, sendo que no modelo Durbin o grau de urbanização passou a ser significativo. Quanto às outras variáveis, encontramos uma relação positiva para o LN_PIB_PC, indicando que quanto mais dinâmica for a economia do município, maior será a oferta de serviços e,

portanto, maior a base tributária do imposto. As variáveis LN_DENS e T_SUPER25 apresentam relação negativa, onde existe um componente de escala, assim espera-se que as regiões se tornem mais atraentes aos possíveis residentes ao diminuir a alíquota do tributo. Quanto ao grau de industrialização (G_IND), o coeficiente positivo aponta para um padrão de interação espacial, onde a variedade, bem como a quantidade, de serviços aumenta como forma de suprir as necessidades das indústrias e dos indivíduos atraídos pelas mesmas, expandindo assim, a base tributária do imposto.

Tabela 3 – Resultados das regressões – ISS

Variável	Modelo global (1)	Modelo global (SAR)	Modelo global (DURBIN)
Intercepto	0,635141	0,232209	1,330286*
LNPIB_PC	0,229529*	0,215296*	0,272262*
LN_DENS	-0,172226*	-0,13643*	-0,314023*
T_SUPER25M	-0,024384*	-0,020201**	-0,023435**
G_IND	1,854333*	1,362337*	1,194924*
G_URB	0,010353	-0,191906	-0,415836**
TRANSF	-2,453016*	-2,145156*	-3,347993*
W_LNPIB_PC			-0,347684*
W_LN_DENS			0,221281*
W_T_SUPER25M			0,01692
W_G_IND			1,111701*
W_G_URB			0,8812*
W_TRANSF			2,609785*
W_ISS		0,471857*	0,477358*
AIC Global	21755,77183	21607,31585	21501,13301
AIC RPG	20271,50429	20382,46728	21205,83091
R ² (ajust) Global	0,055642	0,081451	0,100365
R ² (ajust) Local	0,4568	0,439186	0,178882
Teste F	3,289273	3,032937	2,205749
Observações.	5394	5394	5394

Fonte: Elaboração própria.

Obs: i) * e ** indicam que os coeficientes são significativos a 1 e 5%, respectivamente.

A variável TRANSF representa o nosso controle quanto às transferências intergovernamentais. O sinal negativo da variável nos mostra que municípios que recebem um maior percentual de transferências em relação ao seu orçamento total apresentam um menor esforço fiscal na constituição de sua receita orçamentária no que tange a arrecadação do ISS e; portanto, são mais dependentes das transferências para a realização de suas funções. É interessante notar que ao se observar a

⁶ Disponível em <https://geodacenter.asu.edu/software/downloads/gwr_downloads>

variável W_TRANSF no modelo Durbin, a dinâmica se inverte, ou seja, o volume de transferências dos vizinhos está diretamente correlacionado ao volume arrecadado de ISS no município, uma vez que parte dessa receita pode ser utilizada no comércio da Região, recolhendo-se mais imposto. Quanto à introdução do parâmetro de defasagem espacial (W_ISS) nos modelos 2 e 3, percebemos que ao se mostrar significativo, o mesmo indica existir algum comportamento estratégico na determinação da alíquota do tributo, e portanto, é possível acreditar que as regiões próximas sofrem algum tipo de influência quanto à definição de sua própria alíquota, em face da decisão tomada para a mesma pelos municípios vizinhos.

Apesar de todas essas implicações, os indicadores de ajustamento dos modelos não se mostraram satisfatórios, logo para se levar em consideração os possíveis casos de heterogeneidade extrema das regiões, estimaram-se os modelos RPGs. Ao se comparar o critério de Akaike, bem como o R^2 ajustado dos modelos com defasagem espacial, percebemos que o modelo local se ajustou melhor aos dados, uma vez que houve melhora significativa em ambos os indicadores. O R^2 aumentou de 0,08 no modelo global para 0,44 no modelo local – SAR, porém no modelo local – Durbin, a melhora foi menor, alcançando um de 0,18, enquanto o critério de Akaike diminuiu de 21607,31 para 20382,47 no modelo SAR, sendo também melhor que o do modelo Durbin (21205,83), apesar de inferior ao modelo sem defasagem (20271,5), mesmo que marginalmente. De modo geral, o modelo local – SAR parece ser o mais indicado para demonstrar a interação estratégica, uma vez que o modelo local – Durbin parece superestimar as previsões do modelo anterior, apesar de confirmá-las, visto sua queda significativa nos critérios de ajustamento, além da menor significância estatística dada pelo teste F, o qual rejeita a não melhora em relação ao modelo global. Cabe salientar que o melhor ajustamento do modelo sem defasagem indica que a interação estratégica não é o principal determinante do esforço tributário no que tange ao ISS, porém dada a sua significância estatística e a base teórica levantada, não se pode rejeitá-la; assim, a mesma parece exercer alguma influência no padrão de arrecadação. Esse comportamento reflete a baixa autonomia tributária e de gastos dos municípios brasileiros, uma vez que se esta fosse maior, diferentes comportamentos poderiam emer-

gir entre os governos municipais.

O modelo global estimado para o IPTU, apresentado na tabela 4, nos apresentou relações diferentes do modelo anterior. Aqui o LN_PIB_PC muda de sinal ao introduzir o termo de defasagem espacial, sendo que para os modelos 2 e 3 temos uma relação negativa com o tributo, bem como com G_IND ; desta forma, existem indícios para acreditar que a prática de concessão de isenções para a atração de indústrias seja o fator que explique essa relação negativa, uma vez que concedidas estas isenções, a base do tributo irá diminuir. As variáveis LN_DENS , $T_SUPER25$ e G_URB apresentam relações positivas e guardam estreita relação. A maior concentração de indivíduos com elevado grau de instrução, em geral, ocorre nas cidades, uma vez que é nesses locais que os empregos que demandam mão de obra mais especializada se localizam. Dado esse fator de atração, a densidade populacional dos municípios se eleva e, dessa maneira, também se eleva o grau de urbanização, o que aumenta a demanda por novas habitações e contribui para a expansão da base tributária do IPTU, assim que mais habitações forem construídas. No modelo SAR, houve uma inversão de sinal da variável LN_DENS , porém a mesma não se mostrou significativa.

Novamente percebemos o mesmo comportamento para as transferências, sendo mais uma evidência em favor do argumento de que municípios que apresentam maiores percentuais de transferências não estariam desempenhando um esforço fiscal condizente com sua capacidade. No que tange ao parâmetro espacial W_IPTU , verifica-se que o coeficiente é altamente significativo e, assim como para o ISS, nos indica um padrão de comportamento estratégico ainda mais representativo do que para o modelo anterior. Novamente encontramos fortes indícios de influência espacial entre os municípios vizinhos na arrecadação, de modo que a determinação de sua alíquota é condicionada a alíquota dos outros municípios. Assim como no caso do ISS, a variável W_TRANSF também se mostrou significativa e com sinal positivo, porém o canal de transmissão parece ser diferente, logo os recursos recebidos são empregados de modo que parecem exercer algum tipo de atração para a região e não somente para o município, aumentando a demanda de habitações em localidades próximas.

Ao se estimar os modelos RPGs, o se elevou de 0,45 para 0,66 e seu critério de Akaike dimi-

nuiu de 1182,28 para -389,24 no modelo SAR, já para o modelo Durbin, a melhora foi mais significativa alcançando um de 0,69 e critério de Akaike de -448,47. Ou seja, a estimação de uma regressão para cada unidade espacial é mais adequada, bem como o modelo Durbin apresenta uma melhor resposta no caso do IPTU. Para confirmar a hipótese de melhor ajuste do modelo RPG, podemos observar à estatística F, a qual rejeitou a hipótese nula de não melhora nos resultados perante o modelo global. Diferente o ISS, aqui temos uma clara melhora, mesmo que não tão expressiva, com a adoção do termo de interação estratégica.

Tabela 4 – Resultados das regressões – IPTU

Variável	Modelo global (I)	Modelo global (SAR)	Modelo global (DURBIN)
Intercepto	-0,424565*	0,601598*	0,400618*
$LNPIB_PC$	0,055582*	-0,060215*	-0,040138*
LN_DENS	0,042491*	-0,002553	0,027654*
$T_SUPER25M$	0,023861*	0,019838*	0,015991*
G_IND	-0,413909*	-0,186978*	-0,278737*
G_URB	0,152107*	0,082052*	0,082033*
$TRANSF$	-0,428531*	-0,334579*	-0,415109*
W_LNPIB_PC			-0,003978
W_LN_DENS			-0,040311*
W_TS_25M			-0,01315*
W_G_IND			0,325526*
W_G_URB			-0,042555
W_TRANSF			0,381042*
W_IPTU		1,115572*	1,183181*
AIC Global	3218,587669	1182,280978	1239,935264
AIC RPG	-222,738302	-389,245038	-448,468559
R^2 (ajust) Global	0,194785	0,448083	0,442777
R^2 (ajust) Local	0,64393	0,664338	0,691959
Teste F	6,202299	3,422075	3,56307
Observações.	5394	5394	5394

Fonte: Elaboração própria.

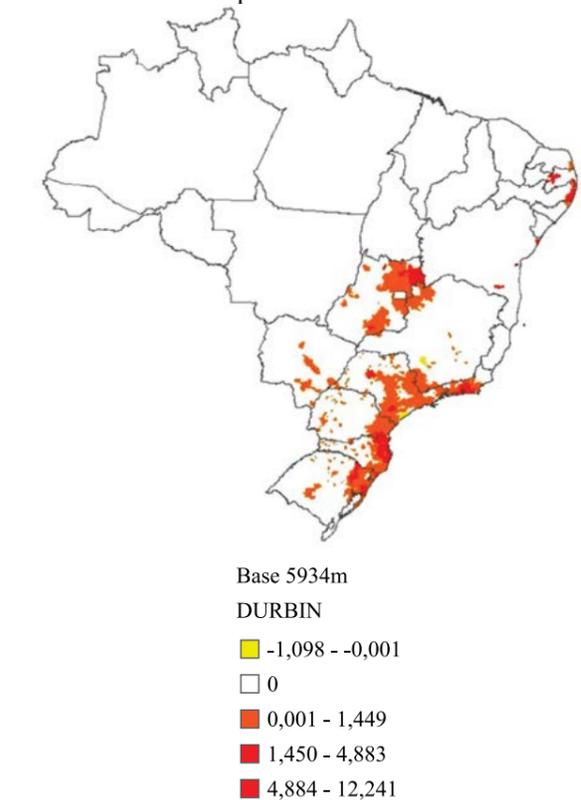
Obs: i) * e ** indicam que os coeficientes são significativos a 1 e 5%, respectivamente.

Como a metodologia RPG gera as estimações locais, é possível identificar os municípios que incorrem em algum tipo de interação estratégica, de modo que ao identificá-los no mapa fica muito mais fácil de entender seus respectivos comportamentos.⁷

⁷ Os municípios que não mostraram interações estatisticamente significantes foram alocados como zero (0). Reportaram-se apenas os mapas dos modelos com melhores critérios de ajustamento.

A fabricação de mapas é uma ferramenta interessante para a análise espacial, de modo que em relação ao IPTU, podemos inferir através da figura 1 que existe uma interação mais forte quanto à arrecadação do imposto nos municípios localizados no Sul e Sudeste, bem como existem duas outras regiões que chamam a atenção, no norte do estado de Goiás e no Nordeste. Por conta do maior coeficiente, espera-se que nessas regiões a determinação da alíquota de imposto seja diretamente influenciada pela alíquota da mesma de seus vizinhos. De maneira oposta, as regiões onde a dependência espacial se mostrou menos importante foram as regiões Norte, grande parte do Centro-Oeste e a porção mais afastada do litoral nordestino. Esses resultados andam em linha com a interpretação dos coeficientes listados acima, pois o componente urbano e/ou populacional se mostrou muito presente nessas regiões, a exceção da mancha no estado da Paraíba, onde parece existir maior preferência para a arrecadação do ISS, uma vez que grande parte dos municípios tem maior arrecadação neste imposto.

Figura 1 – Coeficiente de interação estratégica estimado para o IPTU



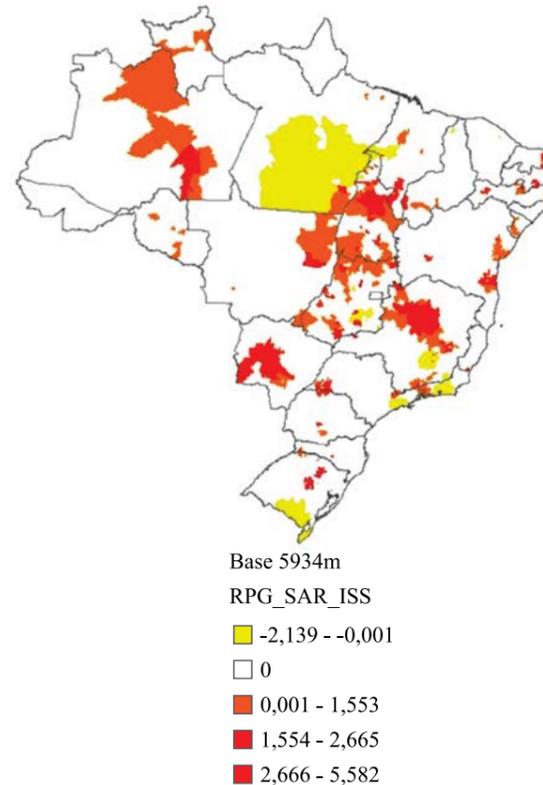
Fonte: Elaboração própria.

Podemos observar na figura 2 que, para o ISS, grande parte dos municípios se encontra na parte central do País, havendo a existência de um padrão de clusters em determinadas regiões, sendo as mais expressivas localizadas no Amazonas, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e na região Nordeste. Grande parte dessas manchas está próxima a capitais ou regiões importantes dos seus respectivos estados, como a Zona Franca de Manaus no Norte, as cidades de São Paulo e Belo Horizonte no Sudeste, além de Teresina, Natal e Campina Grande no Nordeste; isto faz sentido, uma vez que nessas localidades existe uma grande gama de serviços e produtos disponibilizados, os quais contribuem para aumentar a base de arrecadação do imposto. É interessante notar a existência de um cluster na região Nordeste, não exatamente no mesmo local onde ocorreu para o IPTU, mas bem próximo a este, uma vez que ambos apresentam alta interação estratégica.

Ao observar os coeficientes estimados localmente em ambas as regressões, faz-se necessário mencionar duas características marcantes. Em primeiro lugar, nota-se uma alta amplitude entre os valores, esta que é ainda mais acentuada para o IPTU e em segundo lugar a não linearidade espacial observada desses parâmetros estimados, ou seja, uma variação em nossos parâmetros de interação estratégica implicam diferentes variações nas variáveis dependentes de nossos modelos e assim respostas diferentes serão encontradas entre os municípios no que diz respeito ao esforço fiscal realizado pelos mesmos. Esta relação pode ser observada através dos estratos reportados nos mapas, bem como nas tabelas de coeficientes locais.⁸

⁸ Ver Anexo.

Figura 2 – Coeficiente de interação estratégica estimado para o ISS.



Fonte: Elaboração própria.

Os resultados encontrados dialogam com a literatura que argumenta em favor da existência de um *tradeoff* entre receitas próprias e transferências intergovernamentais, além de introduzir um componente espacial à discussão. O coeficiente de defasagem espacial foi capaz de demonstrar evidências para a existência de influência espacial na arrecadação dos impostos, porém suas dinâmicas se mostraram significativamente diferentes, onde o processo relativo ao IPTU pareceu possuir melhor aderência às técnicas empregadas.

5 Considerações finais

O presente trabalho buscou contribuir com a literatura de finanças públicas sobre a presença de um comportamento estratégico na arrecadação do IPTU e/ou do ISS, bem como discutir o esforço fiscal dos municípios quanto à arrecadação dos mesmos.

Através da revisão dos modelos teóricos e da literatura empírica identificaram-se as principais variáveis utilizadas em nossos modelos, estes que foram estimados utilizando a técnica de regressões ponderadas geograficamente, visando levar em consideração a heterogeneidade existente entre as regiões.

As regressões não foram capazes de rejeitar a hipótese de articulação estratégica entre os municípios, uma vez que o parâmetro de defasagem espacial estimado se mostrou significativo em ambos os casos. Quanto ao esforço fiscal, as regressões revelaram a existência de um efeito negativo do aumento das transferências na arrecadação desses tributos, de modo que a maior dependência por transferências intergovernamentais pelos municípios parece diminuir o esforço de arrecadação desses tributos.

Esses resultados se tornam ainda mais interessantes ao resgatar as lições aprendidas sobre interação estratégica e competição interjurisdicional. Como citado anteriormente, o governo brasileiro busca coibir a competição ativa entre seus entes federativos, como no caso do ISS, onde se fixou uma alíquota mínima de 2%, de modo que os efeitos mais danosos de uma estratégia do tipo *race to the bottom* por parte dos municípios são atenuados, entretanto não deixam de existir, como mostrado no resultado das regressões referentes ao ISS, onde o parâmetro de defasagem do modelo global, responsável por capturar a interação entre os municípios, é de 0,47. Entretanto no caso do IPTU, a alíquota, bem como a prática de isenções, algo muito visto em nosso passado recente especialmente para a atração de empresas capazes de gerar um grande número de empregos, os resultados reforçam que o engajamento nesse tipo de política tem um efeito negativo ainda mais intenso na arrecadação do tributo, o que pode ser observado através de seu

coeficiente global estimado mais alto e, portanto, se refletirá em seu esforço tributário, bem como se observará um movimento no mesmo sentido para a arrecadação dos municípios vizinhos. Mantidas essas configurações, o menor esforço fiscal poderá se constituir em uma provisão subótima de bens públicos pelas prefeituras, assim como indicado por Oates em 1972.

Por fim, a análise dos mapas com os coeficientes estimados para ambos os impostos apresentaram padrões diferentes, sendo o do IPTU mais focado no eixo sul do Brasil e o do ISS mais disperso, com um padrão de clusters ao longo do território nacional. Para futuras pesquisas seria interessante tentar trabalhar com um painel espacial e ver como as variáveis se comportam ao longo do tempo, em especial, o parâmetro de interação estratégica, uma vez que este pode se modificar ao longo do tempo. Outro ponto interessante é verificar se essa situação afeta de alguma forma a decisão dos indivíduos em onde fixar residência, algo semelhante ao que estipulou Tiebout em sua teoria de “votar com os pés”.

Referências

- ALMEIDA, E. S. **Econometria espacial aplicada**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2012.
- ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic, 1988.
- BECK, J. H. Tax competition, uniform assessment, and the benefit principle. **Journal of Public Economics**, San Diego, n. 13, p. 127-146, 1983.
- BEASLEY, T.; CASE, A. Incumbent behavior: vote-seeking, tax-setting, and yardstick competition. **The American Economic Review**, v. 85, n. 1, p. 25-45. Mar. 1995.
- BORCK, R.; CALIENDO, M.; STEINER, V. Fiscal competition and the composition of public spending: theory and evidence. **Public Finance Analysis, Mohr Siebeck, Tübingen**, v. 63, n. 2, p. 264-277, June. 2007.

BRUECKNER, J. K. Strategic interaction among governments: An overview of empirical studies. **International Regional Science Review**, 26, p. 175-188, 2003.

_____. Fiscal decentralization with distortionary taxation: Tiebout vs. Tax Competition, **International Tax and Public Finance**, v. 11, n. 2, 2004.

CHARLOT, S.; PATY, S. Do agglomeration forces strengthen tax interactions? **Urban Studies**, v. 47, n. 5, p. 1099-1116. May. 2010.

EDHIEL, J. **Fiscal decentralization and the size of the government**. Washington D.C.: World Bank Policy, 1998. (Research Paper, 1387).

FERREIRA, P.; ALMEIDA, E. S.; ALVIM, M. I. (2008). Aplicação da lei de Verdoorn local para a fruticultura: uma análise do período de 1990 a 2004. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 56., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Sober, 2008.

FINGLETON, B. Externalities, economic geography and spatial econometrics: conceptual and modelling developments. **International Regional Science Review**, v. 26, n. 2, p. 197-207, April. 2003.

FOTHERIGAN, A. S.; BRUNDSON, C.; CHARLTON, M. **Geographically weighted regressions: the analysis of spatially varying relationships**. Nova Jersey, EUA: Jonh Wiley & Sons Ltd., 2002.

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A. C. **Finanças públicas: teoria e prática no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Campus, 2007.

HAMILTON, B. W. Zoning and property taxation in a system of local governments. **Urban Studies**, v. 12, n. 2, p. 205-211, Jun. 1975.

HARRIS, R.; MOFFAT, J.; KRAVTSOVA, V. In Search of 'W', **Spatial Economic Analysis**. Taylor & Francis Journals, v. 6, n. 3, p. 249-270, Feb. 2011.

HAUPTMEIER, S; MITTEMAIER, F; RINCKE, J. **Fiscal competition over taxes and public inputs: theory and evidence**. CESifo Group Munich: Munich, 2008. (CESifo Working Paper Series, 2499).

KEEN, M. Tax competition, **The new palgrave dictionary of economics**, Ed. Steven; N. Durlauf and Lawrence E. Blume, Palgrave Macmillan. 2008.

KENYON, D. A. Theories of interjurisdictional competition. Federal Reserve Bank of Boston, **New England Economic Review**, p. 13-36. Mar.-April. 1997.

LESAGE, J. P.; PACE, R. K. The biggest myth in spatial econometrics. **Econometrics**, MDPI, v. 2, n. 4, p. 217-249, Dec. 2014.

MARINHO, E. L. M.; MOREIRA, A. F. Esforço fiscal e carga tributária potencial dos estados do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 30, n. especial, p. 634-651, dez. 1999.

NAKAYA, T. **GWR4 user manual**. 2014. Disponível em: <https://geodacenter.asu.edu/drupal_files/gwr/GWR4manual.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2014.

OATES, W. E. **Fiscal federalism**. NY: Harcourt Brace Jovanovich, 1972.

ORAIR, R.; ALENCAR, A. **Esforço fiscal dos municípios: indicadores de condicionalidade para o sistema de transferências intergovernamentais**. 2010. 60 p. Monografia premiada em 1º lugar no XV Prémio Tesouro Nacional – 2010, Tópicos especiais de finanças públicas. Brasília: ESAF, 2010. Disponível em: <[Http://www3.tesouro.fazenda.gov.br/Premio_TN/XVPremio/financas/1tefpXVPTN/Tema_4_1.pdf](http://www3.tesouro.fazenda.gov.br/Premio_TN/XVPremio/financas/1tefpXVPTN/Tema_4_1.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2015.

PEREIRA, J. R. S.; GASPARINI, C. E. Competição fiscal, interação estratégica e composição dos gastos públicos no Brasil: teoria e evidência. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35 2007, Recife. **Anais...** Recife: ANPEC, 2007.

PINTO, P. B. O.; ALMEIDA, E. S. Efeitos da abertura econômica na distribuição de renda: uma abordagem espacial para municípios brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 10., 2012, Recife. **Anais...** Recife: ABER, 2012.

RIBEIRO, E. C. A.; ALMEIDA, E. S. Convergência local para municípios brasileiros. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 3, p. 399-420, jul.-set. 2012.

RIBEIRO, H. M. D.; BASTOS, S. Q. A.; OLIVEIRA, A. M. H. C. Arranjos institucionais e desenvolvimento: Uma análise multivariada e espacial para municípios mineiros. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA. 16., 2014, Diamantina. **Anais...** Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2014.

RIBEIRO, E. P.; SHIKIDA, C. D. Existe trade-off entre receitas próprias e transferências? O caso dos municípios mineiros. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 9., 2000, Diamantina. **Anais Eletrônicos...** Belo Horizonte: CEDEPLAR, 2000. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/diamantina2000/textos/pontual.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

SAMUELSON, P. A. The pure theory of public expenditure. **The Review of Economics and Statistics**, v. 36, n. 4, p. 387-389, nov. 1954.

STEPHEN, R.; YINGER; J. Sorting and voting: a review of the literature on urban public finance. In: CHESHIRE, P. MILLS, E. (Eds). **Handbook of urban and regional economics**. Amsterdam: North-Holland, 1999. vol. 3.

TIEBOUT, C. M. A pure theory of local expenditures. **Journal of Political Economy**, v. 64, n. 5, p. 416-424, Oct. 1956.

TOBLER, W. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. **Economic Geography**, v. 46, n. 2, p. 234-240. Jun. 1970.

VELOSO, J. F. A. **As transferências intergovernamentais e o esforço tributário municipal: uma análise do fundo de participação dos municípios (FPM)**. 2008. 113 p. Dissertação (Mestrado em Economia)-Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UCB_a0ad8da00fd06469540128a3990f727f>. Acesso em: 29 mar. 2015.

WILSON, J. D.; WILDASIN, D. E. Capital tax competition: bane or boom? **Journal of Public Economics**, Chicago, v. 88, n. 6, p. 1065-1091, Sept. 2004.

WILSON J. D. A theory of interregional tax competition. **Journal of Urban Economics**, v. 19, n. 3, p. 296-315, may. 1986.

ZODROW, G. R.; MIESZKOWSKI, P. Pigou, Tiebout, property taxation and the under-provision of local public goods. **Journal of Urban Economics**, v. 19, n. 3, p. 356-370, may. 1986.

Anexo – Tabelas Complementares**Anexo A – Resultados dos modelos locais – ISS**

Variável	M1			M2-SAR			M2-DURBIN		
	Quartil inferior	Mediana	Quartil superior	Quartil inferior	Mediana	Quartil superior	Quartil inferior	Mediana	Quartil superior
Intercepto	-1,997	1,182	3,932	-2,129	0,512	2,888	-0,017	1,072	3,452
LN_PIB_PC	-0,196	0,075	0,468	-0,150	0,078	0,436	0,060	0,218	0,393
LN_DENS	-0,318	-0,148	-0,038	-0,260	-0,112	-0,009	-0,311	-0,222	-0,155
T_SUPER25	-0,046	0,008	0,049	-0,039	0,010	0,046	-0,050	-0,010	0,019
G_IND	-0,430	0,979	2,670	-0,514	0,714	2,211	0,288	0,903	2,067
G_URB	-0,725	-0,047	0,541	-0,781	-0,173	0,343	-0,938	-0,318	0,022
TRANSF	-2,641	-1,210	-0,423	-2,351	-1,024	-0,275	-3,804	-1,964	-1,129
W_LN_PIB_PC							-0,561	-0,250	-0,101
W_LN_DENS							0,049	0,130	0,228
W_T_SUPER25							-0,027	0,009	0,097
W_G_IND							-0,114	0,694	2,105
W_G_URB							0,071	0,544	1,211
W_TRANSF							0,397	1,532	3,463
W_ISS				0,140	0,470	0,952	0,371	0,762	0,968

Fonte: Elaboração própria.

Anexo B – Resultados dos modelos locais – IPTU

Variável	M1			M2-SAR			M2-DURBIN		
	Quartil inferior	Mediana	Quartil superior	Quartil inferior	Mediana	Quartil superior	Quartil inferior	Mediana	Quartil superior
Intercepto	-0,085	0,229	0,870	-0,060	0,265	0,885	-0,095	0,198	0,805
LN_PIB_PC	-0,079	-0,023	0,010	-0,088	-0,029	0,004	-0,084	-0,030	0,005
LN_DENS	0,001	0,014	0,039	-0,001	0,010	0,031	0,000	0,015	0,036
T_SUPER25	0,005	0,012	0,022	0,005	0,013	0,023	0,005	0,013	0,022
G_IND	-0,202	-0,059	0,039	-0,185	-0,051	0,046	-0,204	-0,071	0,023
G_URB	-0,009	0,044	0,128	-0,007	0,047	0,127	-0,019	0,037	0,123
TRANSF	-0,305	-0,123	-0,032	-0,247	-0,121	-0,031	-0,262	-0,121	-0,044
W_LN_PIB_PC							-0,021	0,002	0,029
W_LN_DENS							-0,035	-0,011	0,014
W_T_SUPER25							-0,016	-0,006	0,005
W_G_IND							-0,042	0,127	0,398
W_G_URB							-0,200	-0,035	0,073
W_TRANSF							-0,036	0,091	0,248
W_IPTU				0,078	0,303	0,565	0,252	0,559	0,868

Fonte: Elaboração própria.

A ECONOMIA DE PERNAMBUCO: DA LONGA ESTAGNAÇÃO A UM NOVO CICLO DE CRESCIMENTO SUSTENTADO**The economy of the state of Pernambuco: from a long stagnation to a new growth cycle****Olímpio José de Arroxelas Galvão**

Ph.D. em Economia pelo Departamento de Economia do University College da Universidade de Londres, Inglaterra. Mestre em Economia, pelo Departamento de Economia da Universidade de Yale, Connecticut Estados Unidos. Especialista em Desenvolvimento Econômico pela CEPAL/ONU e Bacharel em Direito pela UFPE. Professor Titular da Faculdade Boa Viagem. E-mail: olimpio.galvao@gmail.com.

Resumo: O trabalho faz reflexões sobre o desenvolvimento do estado de Pernambuco, com o propósito de investigar se a economia pernambucana estaria ingressando em um novo ciclo de crescimento, a partir da primeira década do Século XXI. O artigo parte de duas premissas: a de que o estado de Pernambuco foi vitimado, desde o último quartel do Século XIX, e especialmente durante os anos do pós-guerra, por um conjunto de eventos adversos que afetaram negativamente o desempenho de sua economia; e a de que a maioria desses eventos já teria esgotado sua capacidade de bloquear o desenvolvimento da economia do Estado, que estaria presenciando a emergência de um novo e sustentado ciclo de crescimento. O estudo argumenta que, no início deste novo milênio, há fortes indicações de que a economia de Pernambuco vem passando por um novo ciclo de profundas mudanças, em vista da presença de grandes empreendimentos industriais que deverão alterar de forma expressiva o perfil da estrutura produtiva do Estado, com uma possibilidade concreta de permitir o ingresso de sua economia em um ciclo renovado de crescimento sustentado.

Palavras-chave: Crescimento Regional; Desenvolvimento da Economia de Pernambuco; O novo ciclo de crescimento de Pernambuco.

Abstract: This paper makes some reflections on the development of the state of Pernambuco, with the purpose of investigating if its economy is going through a new growth cycle, since the first decade of the 21st Century. The work starts from two main assumptions. First, that the state of Pernambuco since the last quarter of the XIX Century, and especially during the post-war years, was negatively affected by a set of adverse events, which hampered the performance of its economy. Second, that most of these events have already exhausted their capacity to block the economic development of the state, which is witnessing the emergence of a new and sustained growth cycle. This study argues that in the beginning of this new millennium there are strong indications that the economy of Pernambuco is going through a new cycle of deep changes. Thanks to the presence of a series of new and big industrial investments undertaken in the state in recent years, it is expected that they should alter profoundly the productive structure of its economy, leading to a concrete possibility of making Pernambuco enter a new and renovated cycle of sustained development.

Key words: Regional Growth; Development of the economy of Pernambuco State; The New Growth Cycle of the Economy of Pernambuco.

1 Introdução

Este trabalho tem como objetivos principais investigar, inicialmente, os fatores mais importantes que foram responsáveis pelo declínio da economia pernambucana nos últimos 100 anos, com destaque especial para as últimas cinco décadas; argumentar, em seguida, que os principais fatores que têm contribuído para a geração de um processo de longa e quase estagnação da economia pernambucana já teria esgotado a capacidade de bloquear o desenvolvimento do Estado; mostrar, na sequência, como algumas mudanças estruturais ocorridas na sociedade brasileira, em décadas recentes, teriam impactado favoravelmente o ambiente socioeconômico no País e na região Nordeste para o surgimento de um novo ciclo de expansão da economia pernambucana; enfatizar o significado que os grandes investimentos já implantados ou em implantação no Estado terá para promover uma inflexão nos rumos futuros da economia estadual; e apresentar algumas projeções de crescimento para a economia do Estado nos próximos anos, concluindo com uma breve discussão sobre os grandes desafios que a economia e a sociedade pernambucanas deverão enfrentar, nos próximos anos, para tornar possível a materialização de um novo cenário de aceleração de seu crescimento.

2 Metodologia

O trabalho, parcialmente de caráter histórico, mas com uma ênfase nos dias contemporâneos, tem como ponto de partida duas hipóteses e duas teses. As hipóteses são:

- A economia do estado de Pernambuco teria sido vitimada, a partir da segunda metade do Século XIX, e principalmente desde a década de 1950 e até anos recentes, por uma série de eventos que afetaram negativamente o desempenho de sua economia; e
- Na entrada do novo milênio, a maioria desses eventos já teria esgotado a sua capacidade de puxar a economia pernambucana para baixo.

As teses são:

- Existe uma possibilidade concreta de que a economia de Pernambuco esteja ingres-

sando em um novo e sustentável ciclo de crescimento; e

- Com esse novo ciclo, a economia do Estado poderá percorrer uma nova trajetória de crescimento, capaz de reverter o quadro de relativa estagnação e de grande pobreza registrado nos dias atuais.

A pesquisa é o resultado de estudos e reflexões do autor durante as últimas décadas e é apoiada em informações do IBGE e em diversos artigos e trabalhos acadêmicos que estão listados ao longo deste artigo. A seção 6 do trabalho, sobre projeções para o crescimento do Estado até o final da presente década, apresenta, com detalhe, os procedimentos metodológicos utilizados pelo autor para as projeções, descrevendo as hipóteses e o passo a passo para estimativa de crescimento da economia Estado até o ano de 2020.

3 Considerações iniciais

A economia do estado de Pernambuco tem sofrido um lento e prolongado processo de declínio, que pode ser datado a partir do último quartel do Século 19, quando ocorreu a perda de seus mercados externos para o principal produto de suas exportações, o açúcar. Porém, ao passar a destinar a produção açucareira aos mercados internos (especialmente para os estados do Sul e do Sudeste), a economia pernambucana continuou mantendo um ritmo menor, mas sustentado de crescimento, em vários segmentos de sua economia, havendo criado, no início do Século XX, uma cadeia relativamente diversificada de fornecedores de insumos, de máquinas e equipamentos para servir ao seu parque sucro-alcooleiro. Além do mais, a massa salarial gerada pelo complexo canavieiro, decorrente de seu sistema produtivo, em grande parte baseado na presença de milhares de fornecedores de cana, propiciou o estabelecimento de outras atividades fabris, principalmente nos ramos têxtil, de bebidas e de produtos alimentares.

Apesar do seu lento e continuado declínio relativo, Pernambuco, na primeira metade do século passado, ainda se destacava, no Brasil e na região Nordeste, como um dos estados mais desenvolvidos e industrializados do País, o seu PIB representando, de acordo com estimativas das contas nacionais do IBGE de 1939, 4,4% do PIB nacional, e o Valor Bruto de sua produção industrial, 4,6%

do total do País, em confronto com tão somente 1,4% do PIB industrial do vizinho estado da Bahia, de acordo com o Censo Industrial de 1949 (IBGE, 1950).

A partir da segunda metade do século passado, porém, a economia de Pernambuco sofre outro ciclo de declínio, por razões que serão apresentadas mais adiante neste estudo – um declínio que pode ser comprovado pela contínua redução da sua participação no PIB nacional, que cai de 3,8%, no ano de 1949, para 3,5%, em 1959, para 2,9%, em 1970, alcançando tão somente 2,1% em 2002, conforme dados das contas regionais do IBGE.

A economia pernambucana também reduz a sua importância relativa dentro do próprio espaço nordestino: de uma participação, no ano de 1939, de 26,5% do PIB regional, esta participação declina para tão somente 18%, no ano de 2002.

No que diz respeito ao cenário industrial pernambucano, a economia do Estado apresenta um quadro bastante negativo, até dentro do contexto regional. Tomando-se como base de comparação a evolução de seu VTI (o Valor da Transformação Industrial), a participação da indústria de transformação na formação do PIB pernambucano teria declinado, segundo dados do IBGE, de 38%, para não mais do que 17%, ao longo do período 1970-2000. A má performance pernambucana é ainda mais ressaltada, quando os mesmos dados são confrontados com os de seus vizinhos estados da Bahia e do Ceará. Enquanto, no mesmo período, a participação do VTI no PIB cearense se eleva de 13% para 20%, a da Bahia se expande de 27% para 44%¹.

Ao longo das últimas três décadas do século passado, novos segmentos da economia pernambucana emergem no cenário estadual: o complexo hortifrutivinícola na região do submédio São Francisco, um importante polo de confecções em diversas cidades do Agreste, o polo gesso, na região do Araripe, e expressivas atividades na área de serviços, como as centrais de distribuição e de redistribuição de mercadorias para grande parte da região Nordeste, o complexo médico-hospitalar, na Região Metropolitana do Recife, o polo de informática, e diversas atividades no campo turístico, especialmente nas praias do litoral sul do Estado. É outra hipótese deste trabalho que, a despeito do florescimento desses novos segmentos, que vêm

apresentando uma dinâmica expressiva de crescimento, o seu impacto na economia pernambucana teria sido capaz, apenas, de compensar a continuidade do declínio que ocorreu em seus setores mais tradicionais, e que registravam elevada participação na formação do PIB pernambucano, com destaque especial para o setor sucro-alcooleiro, que sofreu dramático declínio ao longo das décadas de 80 e 90, e o setor têxtil-algodoeiro, que praticamente desapareceu no mesmo período.

No início deste novo milênio, porém, a economia de Pernambuco vem passando por um novo surto de mudanças, com a presença de expressivos investimentos em diversas áreas da economia do Estado, esperando-se que os novos empreendimentos reestruturadores sejam capazes de mudar completamente a face da economia pernambucana, fazendo-a ingressar em um ciclo renovado de crescimento sustentado.

4 Pernambuco: o passado de estagnação e de retrocesso

4.1 O passado mais remoto – a grande crise da primeira metade do século XX

Numa breve retrospectiva, a história econômica de Pernambuco e do Nordeste é a de uma sucessão de *booms* e crises de suas principais lavou- ras de exportação, e que afetaram profundamente, tanto as áreas de *plantation* das zonas da mata, quanto as do seu vasto interior. Por razões cuja discussão ultrapassaria o escopo deste trabalho, o Nordeste, e principalmente o estado de Pernambuco, ingressaram no século XX com os seus setores de exportação imersos em profunda crise. Como resultado de um conjunto de causas complexas, a Região havia virtualmente perdido, nos anos finais do século XIX, os mercados externos para os seus dois principais produtos de exportação: o açúcar e o algodão.

Depois de quase meio século como uma região que produzia e exportava cada vez mais para os mercados internacionais, durante toda a primeira metade dos 1900s o açúcar e o algodão passaram a ser exportados para esses mercados em quantidades quase marginais e a preços muito mais baixos do que na última metade do século XIX: mesmo nos melhores anos, a exportação dessas duas *commodities* representou, ao longo da primeira

¹ Todos os dados aqui apresentados foram extraídos das Contas Nacionais do IBGE (2006, 2007) e IPEA (2004).

metade dos 1900s, menos de 10% do total da produção regional (WANDERLEY, 1978; TRUDA, 1971[1934]; DE CARLI, 1942). Ademais, como uma circunstância agravante, as três décadas anteriores ao colapso das exportações nordestinas coincidiram com um período em que, tanto a agricultura canavieira quanto a produção de açúcar, haviam passado por um processo significativo de modernização e melhoria tecnológica, levando à transformação dos velhos bangüês e engenhos em fábricas modernas e mecanizadas – as usinas (EISENBERG, 1974; DENSLOW JR., 1974; WANDERLEY, 1978; LEVINE, 1978). Como resultado dessas transformações, as áreas açucareiras do Nordeste e, especialmente, de Pernambuco, se defrontavam, ao se iniciar o século XX, com uma combinação de dois graves problemas: a perda dos mercados externos e uma expansão considerável do seu parque produtor de açúcar.

A imediata consequência da crise da indústria de exportação foi a de impelir o setor a buscar no mercado interno um escoadouro alternativo para os seus principais produtos. Eisenberg, um pesquisador norte-americano, no seu clássico estudo sobre a indústria açucareira de Pernambuco, mostra que, depois de alcançar um pico de 119 mil toneladas, em média, no quinquênio 1881-85, as exportações pernambucanas de açúcar para o exterior do país despencam para menos de 33 mil toneladas, no quinquênio 1906-10, registrando pequenas magnitudes exportadas, a partir de então.

Embora existam apenas informações fragmentárias para as primeiras décadas do século XX, Eisenberg também consegue mostrar que as vendas internas de açúcar alcançaram a expressiva cifra de 87 mil toneladas anuais, em média, durante o quinquênio 1921-25 e quase 115 mil toneladas no triênio 1926-28 (EISENBERG, 1974).

Estava, assim, definitivamente configurada, a substituição dos mercados internacionais pelos internos, constituídos estes, durante quase toda a primeira metade do século XX, principalmente por exportações, via cabotagem, para os estados do Sudeste – especialmente São Paulo e Rio de Janeiro.

O problema, contudo, era que, num contexto de superprodução e de perda do mercado internacional, a oferta dos produtos nordestinos só poderia ser absorvida a preços muito baixos, certamente muito mais baixos do que os vigentes nos mercados externos.

O resultado do quadro de dificuldades por que vieram a passar as áreas de *plantations* no Nordeste brasileiro, foi a geração de um processo crescente de empobrecimento da maioria de sua população. Muitos autores que estudaram a economia nordestina durante a primeira metade do século passado assinalam que as condições de vida no meio rural da Região, se já eram extremamente precárias ao final do Século XIX, deterioraram-se, largamente, durante as primeiras décadas do século seguinte (FREIRE, 1937; WANDERLEY, 1978; EISENBERG, 1974; LEVINE, 1978). Levine, outro pesquisador norte-americano que publicou um trabalho especificamente sobre Pernambuco, coletou informações sobre os salários pagos a trabalhadores rurais nordestinos entre as últimas décadas do século XIX e as primeiras do século XX. Levine assinala que, “[...] entre 1889 e 1914 um trabalhador rural ganhava de 500 a 1000 réis por dia de trabalho, em um emprego regular – o suficiente unicamente para a sobrevivência de uma família” (LEVINE, 1978, p. 24).

Este autor ainda afirma que “[...] os trabalhadores sem emprego migravam para as cidades próximas à procura de qualquer tipo de ocupação, ou vagavam de engenho a engenho” (idem, *ibidem*). Levine passa então a apresentar evidências de que as condições sociais se deterioraram ainda mais ao longo das décadas seguintes. Mostra ele que, em 1931, os salários nominais haviam caído para os níveis de 1874 – quando a escravidão ainda era largamente praticada nas *plantations* açucareiras – e que, em termos de seu poder de compra, os salários haviam declinado para níveis ainda mais baixos. Com efeito, de acordo com as suas estimativas, o salário médio real de um dia de trabalho de um trabalhador adulto masculino (os que recebiam os salários mais altos, em comparação com as mulheres e as crianças, que também trabalhavam no campo ou nos engenhos e usinas de cana) era, em Pernambuco, no ano de 1931, cerca de 350 mil-réis, enquanto tais cifras haviam alcançado os 625 mil-réis em 1874, 740 mil-réis em 1920 e 670 mil-réis em 1926 (LEVINE, 1978, p. 25, Tabela 2.1).

Os arranjos institucionais que foram criados na Região, ligando os cultivadores de cana, os usineiros, os grandes proprietários pecuaristas-algodoeiros, os governos dos estados nordestinos e a grande massa da população trabalhadora, explicam a sobrevivência de muitas atividades produtivas da Região. Segundo testemunho de analistas estran-

geiros que realizaram criteriosas pesquisas sobre a região Nordeste, as áreas de *plantation* da Região transformaram-se, com o colapso dos mercados externos para o açúcar e o algodão, em verdadeiros “*centers of labor exploitation*” (ver, por exemplo, EISENBERG, 1974; LEVINE, 1978; HUGGINS, 1985). Por outro lado, um pesquisador pernambucano, Souza Barros, declara que, durante o período de 1910 a 1930, os produtores de açúcar do Nordeste contaram com o maciço suporte de seus governos estaduais, através de generosos e às vezes vultosos financiamentos públicos (com recursos obtidos em parte com o lançamento de bônus no mercado financeiro, e em parte originados das próprias receitas orçamentárias), que nem sempre eram pagos (BARROS, 1972, p. 28; WANDERLEY, 1972, p. 48; FREYRE, 1937, p. 192)².

As aflições econômicas do Nordeste agravaram-se ainda mais após a década de 1930.

As dificuldades de transportes entre os estados nordestinos e os principais mercados regionais, aliadas ao potencial agrícola e industrial que outras regiões ofereciam, levaram ao aumento crescente da produção de algodão e de açúcar fora do Nordeste.

Com respeito ao algodão, os estados no Nordeste respondiam, até a década de 1930, pela maior parcela da produção nacional dessa matéria-prima e eram eles os principais supridores das fábricas têxteis, localizadas em outras regiões, especialmente no Rio de Janeiro e em São Paulo. Na década de 1940, o algodão do Nordeste começa a ser deslocado dos mercados nacionais, na medida em que alguns estados do Sul e do Sudeste se tornam autossuficientes e, eventualmente, exportadores para mercados tradicionalmente abastecidos pela Região. Foi extraordinária, por exemplo, a expansão da produção algodoeira no estado de São Paulo. De acordo com dados coligidos por Stein (1957), a produção média anual de algodão em São Paulo era de 8.700 toneladas métricas no período 1926-1930, representando apenas 7,9% do total nacional e um volume ainda menor do que a metade da produção individual dos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. No ano de 1936, contudo, a produção paulista de algodão bruto já alcançara as 178 mil toneladas

² Um exame mais detalhado das transformações sofridas pela economia pernambucana nas primeiras décadas do século passado e, particularmente, dos arranjos institucionais utilizados pelos setores exportadores nordestinos é encontrado em estudos de GALVÃO (1988, 1997).

métricas, ultrapassando a produção conjunta de todos os estados nordestinos, e representando mais da metade do total nacional. A cotonicultura em São Paulo continuou se expandindo ainda mais na década seguinte, enquanto a do Nordeste estagnava. Em 1940, São Paulo sozinho produziu 65,5% de todo o algodão brasileiro e, em 1944, mais de 75% (STEIN, 1957, p. 197, Apêndice VI). Como resultado, o Nordeste, já por volta do meado do século passado, havia virtualmente perdido o mercado de algodão do estado de São Paulo e rapidamente começava a perder os dos outros estados do Centro-Sul.

A produção açucareira seguiu o mesmo curso. O argumento de que o açúcar nordestino constituía uma carga pesada para o consumidor nacional, devido aos altos custos da cabotagem, e mais ainda, o de que o Nordeste se tornaria muito em breve incapaz de atender à crescente demanda das áreas industrializadas do País, foram utilizados para justificar a necessidade da expansão da produção açucareira fora da Região e, especialmente, em São Paulo (DE CARLI, 1982).

Vale assinalar que, até a década de 1930, o Nordeste era o principal produtor de açúcar no Brasil, contribuindo com cerca de 70% de toda a produção nacional. A despeito das condições estruturais de superprodução, a cultura canavieira se expandia rapidamente na Região, pelas razões acima sugeridas (a compressão dos salários reais e os generosos subsídios ao capital) e também porque os mercados de outras áreas do País continuavam a absorver quantidades crescentes do produto regional, mesmo que a preços inferiores à média de seus custos de produção³. Assim, mesmo enfrentando as condições mais adversas, a indústria açucareira crescia em todos os estados produtores do Nordeste: tomando como exemplo o estado de Pernambuco – que na época era, de longe, o maior produtor e exportador de açúcar do País – a produção neste Estado chegou a quase dobrar no curto período de 1925 a 1929, passando de 2.570 mil sacas de 60 kg para 4.603 mil sacas (WANDERLEY, 1978, p. 55).

A despeito de ser uma atividade em expansão (e talvez também por causa disso) as condições da indústria, na entrada da década de 1930, haviam alcançado tal estado de calamidade que, em 1933,

³ De Carli, um estudioso prolífico da indústria açucareira no Nordeste e ele próprio um plantador de Cana, assinalava que nas primeiras décadas do século passado, das 40 novas usinas em funcionamento no Estado de Pernambuco, apenas três eram rentáveis.

um órgão federal foi criado especialmente para lidar com o problema da superprodução do setor – o Instituto do Açúcar e do Alcool. Vale lembrar aqui que, no decreto de sua criação, o IAA estabelecia ter como principal objetivo promover a redução da oferta

[...] tendo em vista que a produção de açúcar no território nacional excedia largamente as necessidades do mercado interno e que o fenômeno da superprodução era mundial, o que estava levando a que todos os grandes países restringissem sua produção (AMARAL, 1958, p. 370-77).

O efeito mais imediato da criação do IAA foi o de salvar o setor açucareiro nordestino do total colapso financeiro. Todavia, o IAA fálhou ao não alcançar o seu maior objetivo, que era o de restringir a produção nacional do açúcar, na medida em que não foi capaz de resistir às pressões dos estados produtores e, principalmente, das outras regiões.

Assim é que, mesmo com o Nordeste enfrentando uma dramática crise de superprodução, a cultura canavieira se expande extraordinariamente nos estados centro-sulinos, após a criação do IAA, e São Paulo, que representava o maior mercado para o açúcar do Nordeste, eleva a sua produção de apenas 135 mil sacas, no ano de 1924, para 1.113 mil sacas, ao ano, no período 1925-29, para 2.248 mil, na safra 1936-37, alcançando mais de 5 milhões ao final da década de 1940 e superando os 14 milhões de sacas por volta da metade dos anos 1950 (WANDERLEY, 1978; TRUDA, 1971[1934]; DE CARLI, 1982). No início da década de 1950 a produção de açúcar em outras regiões do Brasil já havia superado em muito a de todos os estados do Nordeste, expulsando, para sempre, no final dessa década, o produto desta Região nos mercados nacionais, à exceção do seu próprio e a dos pequenos mercados da região Norte e atendendo as ocasionais exportações para os mercados internacionais.

4.2 O passado mais recente: as muitas crises da 2ª metade do Século XX

A historiografia econômica de Pernambuco, relativa à segunda metade do Século XX, mostra um variado conjunto de eventos que explicam a continuidade do baixo crescimento da economia do Estado – eventos que ocorreram, em momentos de tempo diferentes, impactaram intensamente diversos subespaços do Estado e produziram efei-

tos adversos sobre distintos setores e segmentos da economia Pernambucana. Em muitos casos, tais eventos implicaram expressiva involução de partes importantes de sua economia ou mesmo, praticamente, o desaparecimento de muitas de suas atividades produtivas⁴.

Sem qualquer preocupação em exaurir a discussão sobre o assunto, a seguir é feita uma síntese de eventos que marcaram, com maior ou menor intensidade, as trajetórias passadas do desenvolvimento pernambucano nas cinco últimas décadas no século XX.

- A perda dos mercados internos dos dois produtos principais da pauta de exportações de Pernambuco – o açúcar e o algodão – para os mercados do Sul e do Sudeste, nas décadas de 1940 e 1950, coincidindo com a autossuficiência da produção desses produtos nas regiões acima mencionadas (principalmente nos estados de São Paulo e do Paraná). Até então, grande parte da demanda do algodão das fábricas têxteis de outras regiões era atendida pelos estados do Nordeste, incluindo uma expressiva quantidade de tecidos, que também praticamente deixaram de ser importados. Com respeito ao açúcar, a partir da década de 1960, o Nordeste passou a contar com o privilégio de exportar esse produto para o mercado preferencial norte-americano, a preços, em princípio, mais favoráveis, mas que apresentavam enorme volatilidade, em função dos descompassos entre a demanda e a oferta dessa *commodity* no mercado internacional, em contraste com a relativa estabilidade dos preços (bem como das quantidades) obtidos no mercado interno. O resultado foi o de provocar uma enorme instabilidade no setor sucroalcooleiro regional, alternando-se anos de preços elevados, com outros em que os preços nem sempre cobriam os custos de produção. O impacto da perda desses dois mercados sobre a renda e o emprego e, portanto, sobre

4 O leitor encontrará nos trabalhos a seguir listados, uma grande variedade de análises que destacam, sob variadas perspectivas, as razões e os principais determinantes do declínio relativo da economia do Nordeste e do seu baixo dinamismo na segunda metade do Século XX (ALBUQUERQUE, 2002, 2010; VERGOLINO; MONTEIRO NETO, 2002; MONTEIRO NETO, 2005; LIMA, 1994; LIMA; KATZ, 1993; GOMES; VERGOLINO, 2010; GALVÃO, 1984, 1988, 1991, 1999a, 1999b, 1999c, 2005a, 2005b, 2010/2012; GALVÃO; VERGOLINO, 2004; PIMES-UFPE, 1984).

a dinâmica do crescimento da economia do Estado foi, sem qualquer sombra de dúvidas, muito expressivo, afetando, tanto a zona da mata canavieira, quanto vastas porções do agreste e do sertão pernambucano.

- O fim do isolamento relativo, no qual vivia a economia do Nordeste com respeito às áreas mais desenvolvidas do País, com o advento da era rodoviária, no final da década de 40 e início da de 50 do século passado. As ligações rodoviárias do Nordeste com o eixo Rio-São Paulo (a partir da conclusão da estrada Rio-Bahia, no ano de 1949 e, mais ainda, após a sua pavimentação, no final dos anos 50) provocaram uma extraordinária intensificação da competição inter-regional, em desfavor das indústrias da Região (e de Pernambuco, em particular, por ser o estado mais industrializado do Nordeste e, portanto, o que tinha mais a perder). Até a década de 1950, o comércio inter-regional era praticamente limitado ao que podia ser transportado por cabotagem (pela inexistência de outros modais de transportes, como rodovias e ferrovias), o que restringia a penetração de muitos produtos manufaturados de outras regiões, nos estados do Nordeste. Com as rodovias (e o transporte por caminhões) ocorreu um processo de “invasão” de mercados de produtos das regiões mais industrializadas do País, produzidos em estabelecimentos maiores e mais modernos, decretando o fim de um isolamento econômico (em razão de barreiras naturais) que teria beneficiado as indústrias nordestinas durante toda a primeira metade do século passado. Registre-se o fato de que, na primeira metade do Século XX, os estados do Nordeste eram bem servidos, tanto por estradas de ferro quanto por rodovias. Ressalte-se, a esse respeito que, por volta de 1910, já operava na Região um relativamente eficiente sistema ferroviário sob a administração de empresários ingleses (a *Great Western Railroad Company*), ligando vastas áreas interioranas e as capitais dos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Alagoas. Outros dois sistemas ferroviários, embora não conectados com o sistema acima mencionado, também operavam em

outras partes da Região, um ligando os estados da Bahia e Sergipe, e outro o Ceará e o Piauí (DUNCAN, 1932; PINTO (1949) e, sobretudo, VILLARIN DE SIQUEIRA, 1991). No que se refere a rodovias, vale mencionar a observação de Cooke, o chefe de uma missão técnica Brasil-Estados Unidos durante a Segunda Grande Guerra, de que o Nordeste “com a possível exceção de São Paulo, tem o melhor sistema de rodovias do país”, acrescentando, ademais, que as facilidades de transporte existentes faziam com que os bens manufaturados no Nordeste tivessem acesso às mais remotas áreas da Região (COOKE, 1944, p. 137)⁵. Por essa razão, a despeito dos graves problemas que afligiam a economia do Nordeste durante a primeira metade do século passado, fatores tais como o relativo isolamento da Região, a existência de uma expressiva e crescente população – de quase 20 milhões por volta de 1950 – e a disponibilidade de uma relativamente densa rede de transportes internos, possibilitaram a emergência e o desenvolvimento de significativas atividades industriais na Região. Assim, encontravam-se, sobretudo nas áreas litorâneas do Nordeste e particularmente no estado de Pernambuco, um conjunto diversificado de estabelecimentos fabris, como de fiação e tecelagem, de calçados, de madeira e móveis, de cerâmica e materiais de construção, de processamento de alimentos, de couros e peles, de sabões e velas, de processamento de metais, de produtos farmacêuticos e medicinais, de bebidas e de certos setores da química mais tradicional, além de grande quantidade de pequenos estabelecimentos semi-industriais ou artesanais espalhadas pelas cidades do interior (GALVÃO, 1988, 1991). Quando o Nordeste foi finalmente conectado por rodovias com o Sudeste, através da estrada Rio-Bahia – aberta ao tráfego em agosto de 1949 – deu-se início a uma acelerada penetração da Região por produtos manufaturados nas áreas mais industrializadas do País, vindo o caminhão a se constituir no agente

5 A relativamente grande disponibilidade de meios de transporte nos estados nordestinos devia-se ao fato de que as famosas “obras contra as secas” do Governo Federal concentravam investimentos em dois setores: o da construção de açudes e o da construção de estradas de rodagem.

principal do que poder ser qualificado como um verdadeiro processo de “invasão de mercados”. O resultado desse processo está captado em matrizes de comércio interestadual por vias internas apresentadas em outro trabalho deste autor (GALVÃO, 1999a) que mostram a ocorrência de uma extraordinária expansão dos fluxos do comércio entre o Nordeste e o resto do País entre as décadas de 1940 e 1960, e a emergência de enormes déficits nas transações inter-regionais desta Região e de Pernambuco e, de modo especial, com a região Sudeste.

- O desaparecimento da cafeicultura em diversas microrregiões do Agreste Meridional de Pernambuco, decorrência da implementação do plano de erradicação de cafezais promovida pelo então Instituto Brasileiro do Café – IBC, na segunda metade da década de 1960. No início dessa década, por conta de um grande excesso de oferta do produto no mercado internacional (bem como da existência de enormes excedentes domésticos), o IBC passou a adotar um plano de erradicação de cafezais em todo o País e proibiu o replantio em certas zonas produtoras, com altitude inferior às da quase totalidade dos municípios do agreste pernambucano. O impacto dessa medida, mesmo que localizado em alguns municípios do agreste, foi devastador, já que a cafeicultura, na época, era a atividade agrícola mais intensiva em mão de obra em todo o País (AMARAL, 1958). Ademais, além de atender grande parte do mercado regional, de propiciar um conjunto de atividades de beneficiamento (torrefação, ensacamento etc) e de ser realizada em pequenas e médias propriedades, a cafeicultura em Pernambuco gerava um expressivo excedente exportável de cafés finos, realizando vendas de cafés especiais para os exigentes mercados europeus. Dezenas de milhares de empregos foram perdidos, e as propriedades cafeicultoras nordestinas transformaram-se em pastagens, para o posterior desenvolvimento de atividades pecuárias de relativa baixa produtividade e com utilização de reduzido contingente de mão de obra. O impacto econômico e, sobretudo social, sobre as zonas produtoras de café na Região, foi o de diminuir substan-

cialmente a renda gerada nessas áreas, provocando grande empobrecimento de dezenas de milhares de famílias e promovendo um êxodo rural de elevadas proporções para as cidades agrestinas e para os municípios da Região Metropolitana do Estado.

- A quase extinção de todo o tradicional parque têxtil do Estado, baseado principalmente no beneficiamento do algodão, e da juta para sacaria, ao longo das décadas de 1960 a 1980. O quase desaparecimento desse setor - em larga medida em decorrência da incapacidade de concorrência das indústrias locais com as mais modernas, maiores e mais avançadas tecnologicamente de outras regiões do País - trouxe enormes implicações econômicas e sociais para a economia pernambucana, em vista da importância da indústria têxtil, principalmente em termos de geração de emprego e de encadeamentos, que essa atividade exercia na economia do Estado e na de vários outros estados da Região. Vale lembrar que esta indústria era a segunda maior em Pernambuco, tanto em valor da produção quanto em absorção de mão de obra. A recuperação dessa indústria só começou a ocorrer, lentamente, em anos recentes.
- A crise da cotonicultura na Região e no estado de Pernambuco, ocorrida a partir dos anos 80, em decorrência da praga do bicudo. A quase extinção do cultivo do algodão (somente retomada em anos recentes) provocou impactos significativos sobre vários segmentos da economia do Estado, causando o fechamento de dezenas de usinas de descaroçamento da fibra em diversos municípios do interior e, principalmente, de processamento do óleo e de outros derivados, extraídos da sua semente. O impacto direto e indireto da crise da cotonicultura foi devastador em várias outras dimensões. Esta atividade era realizada, em todo o Nordeste, em regime de consorciação com a produção de alimentos (feijão, principalmente) e com a pecuária, pois em se tratando de uma lavoura permanente (o algodão arbóreo), os restos da sua colheita constituíam uma fonte crucial de alimentação para o gado, que era solto nas áreas algodoeiras após a colheita. As sementes do algodão, pro-

cessadas para a produção de ração para o gado, também constituíam uma fonte relativamente barata para a alimentação animal. Além do grande impacto social, em termos do desemprego criado nas regiões do Sertão e do Agreste, a crise da cotonicultura também contribuiu para o encarecimento da matéria-prima para a indústria têxtil pernambucana, e constituiu um fator adicional a explicar o seu desaparecimento.

- A grave crise que vitimou o setor sucroalcooleiro pernambucano a partir da década de 1980 e principalmente após a extinção do Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA. A nova política para o setor implicou praticamente a eliminação dos subsídios de equalização de preços praticada até então, provocando grande endividamento das usinas. Esse acontecimento, agravado pelos sérios problemas de gestão, acarretou a desativação de cerca de metade das usinas da Região, provocando, além do mais, o desaparecimento de metade a dois terços dos fornecedores de cana – que formavam uma expressiva classe média de produtores rurais nas zonas da mata pernambucana. Impacto importante também ocorreu nos setores anulares da indústria suco-alcooleira, principalmente no de metal-mecânica e noutros segmentos produtores de insumos e de bens de capital. Como a indústria de produtos alimentares, liderada pelo setor açucareiro, era (e ainda continua sendo hoje) uma das mais importantes atividades industriais da Região e uma grande fonte geradora de emprego, o impacto do declínio dessa indústria assumiu enorme significado como explicação dos baixos índices de crescimento que a economia de Pernambuco apresentou nas últimas décadas.
- A falência da política de desenvolvimento regional, via incentivos fiscais, e o fim do último ciclo de crescimento do Nordeste. Voltada para a produção de insumos e produtos intermediários, principalmente para exportação aos mercados extra regionais, a política de industrialização do Nordeste fracassou, em parte por não ter sido capaz de induzir um processo autossustentado de crescimento, em parte em decorrência da estagnação que sofreu a economia do País

como um todo, a partir da década de 80, sobretudo as regiões Sudeste e Sul, para onde se destinava a maior parte da produção das indústrias incentivadas do Nordeste. Por outro lado, as mudanças nas próprias políticas de incentivos fiscais, ocorridas ao longo dos anos 70 e 80, também exerceram expressiva repercussão adversa em todo o Nordeste. A destinação de recursos dos incentivos fiscais para outras atividades, setores e regiões fora do Nordeste (o Programa de Integração Nacional – PIN; a utilização dos incentivos para a pesca, o reflorestamento, a Transamazônica e o Turismo), provocaram uma substancial diminuição dos investimentos na Região e em Pernambuco. Além do mais, a decisão política de utilizar os recursos dos incentivos para a implantação do polo petroquímico na Bahia, retirou volume apreciável de investimentos que poderiam ser destinados a outras atividades produtivas no Estado e que poderiam ser financiados com recursos de outras fontes, tanto das próprias empresas (como a Petrobrás e firmas multinacionais) como do Tesouro Nacional. Por fim, o próprio sistema de prioridades que veio a ser estabelecido para a concessão de incentivos – pelo qual a Região Metropolitana do Recife passou a ter uma pontuação menor do que outras áreas da região Nordeste – também terminou por penalizar o estado de Pernambuco quando da escolha da localização dos investimentos incentivados.

- O esvaziamento da SUDENE. O esvaziamento da importância da SUDENE, tanto no aspecto político quanto no que diz respeito às suas funções de planejamento e de concessão de incentivos fiscais, também teria provocado expressivo impacto negativo em toda a região Nordeste e, talvez de forma especial, na economia pernambucana, em certa medida porque era o Recife que sediava a Instituição. Tais impactos podem ser atribuídos, entre outros, à diminuição da demanda por muitos serviços técnicos especializados, como consultoria e assessoramento na elaboração de projetos e, no segmento do chamado turismo de negócios, afetando particularmente a rede hoteleira da capital do Estado.
- A estagnação da economia do País nas úl-

timas três décadas. O Nordeste e Pernambuco sempre acompanharam, com maior ou menor velocidade, os ciclos de crescimento da economia nacional. As três décadas perdidas enfrentadas pela economia brasileira (1980-2000) também explicam, sem dúvida, os baixos níveis de expansão da economia pernambucana e a manutenção de seus elevados índices de pobreza. Além do mais, o próprio fato de a região do Nordeste, como um todo, ter apresentado medíocres níveis de crescimento no período acima, também contribuiu para o mau desempenho pernambucano, tendo em vista que Pernambuco e os estados do Nordeste sempre apresentaram um forte grau de articulação - os estados dessa região sempre representando uma fonte de escoamento de crucial importância para a produção estadual.

- O desmonte do planejamento no Brasil. O desmantelamento das atividades de planejamento no País (não apenas, mas principalmente, com relação a políticas regionais), sobretudo durante as décadas de 80 e 90, decorreu, como é amplamente reconhecido, das profundas crises que o País sofreu, desde o final da década de 1970 (reduzindo a capacidade de ação do Estado Nacional), mas também da influência ideológica do princípio do Estado Mínimo e não interventor, principalmente advinda, da experiência, na época, dos Estados Unidos e do Reino Unido. O impacto da quase eliminação do planejamento, da crise do Estado Nacional e da marginalização das regiões, tanto no planejamento quanto em termos da expressiva redução da prioridade de políticas regionais, foi um fator contribuinte adicional para a manutenção do baixo dinamismo das economias menos desenvolvidas do País.

Os pontos acima destacados mostram que não há um único fator explicativo do declínio relativo da economia de Pernambuco na segunda metade do século passado, mas um variado e complexo conjunto de variáveis e circunstâncias. Embora cada um dos fatores acima assinalados tenha impactado a economia da Região, com diferentes intensidades, parece inegável concluir que o somatório de todas as questões discutidas tenha sido responsável por grande parte da deterioração rela-

tiva da economia pernambucana.

A despeito do quadro acima retratado, parece ser possível argumentar que a economia de Pernambuco está começando a iniciar um novo ciclo na história de seu crescimento, muito mais promissor e capaz de promover uma inflexão nos cenários futuros de sua economia.

A consideração desses novos fatores responsáveis por essas mudanças é o assunto da seção seguinte deste trabalho.

5 A exaustão dos efeitos adversos sobre a economia de Pernambuco e as perspectivas de um novo e sustentado ciclo de crescimento

- As páginas dos cadernos de economia dos jornais dos Estados do Nordeste e de jornais e revistas nacionais, além de dados para anos recentes das Contas Regionais do IBGE, vêm dando destaque ao fato de que a economia de Pernambuco está crescendo mais do que economia do País e mais do que a Economia da região Nordeste como um todo, e que esse acontecimento deverá continuar, e até acelerar, nos próximos anos. São várias as explicações para esse fato, mas uma das mais importantes é o grande crescimento da demanda agregada, principalmente através do aumento do consumo. É oportuno, numa discussão sobre o fenômeno do crescimento do consumo no Estado e na Região e do seu impacto sobre o crescimento do PIB, um breve questionamento das análises tradicionais, que mostram que o aumento do consumo tende, no longo prazo, a ser negativo sobre o crescimento do PIB, pois implica menos poupança e menos investimento no futuro. Embora, em princípio, essa proposição possa ser válida para a economia de um país como um todo, não é necessariamente válida para espaços subnacionais.
- Entre as diversas explicações do fenômeno do mais rápido crescimento do consumo na região Nordeste, destacam-se a talvez surpreendente redução do índice de fecundidade nacional (redução de 5,8 filhos por mulher, no ano de 1970, para menos de 1,8, ao final da década de 2000), fator que por si só teria sido capaz de elevar a renda mé-

dia da população; a rápida urbanização em décadas recentes; o sucesso das políticas de estabilização da moeda; os aumentos reais no salário mínimo; as aposentadorias rurais e urbanas para não contribuintes da previdência; os programas de transferência direta de renda para as populações mais pobres; e o aumento do crédito bancário. Todos esses fatores exerceram extraordinário impacto sobre a redução da pobreza no País como um todo e, sem dúvida, um impacto mais que proporcional, sobre a pobreza nordestina.

- As implicações do crescimento do consumo no Nordeste merecem uma consideração especial. Aumento do consumo implica crescimento do mercado, e crescimento do mercado traz novos atrativos para investimentos para atender a mercados crescentes. Quando isso ocorre, as dificuldades de um eficiente sistema de transportes, como é o caso no Brasil, podem constituir uma vantagem para uma região que vê o seu consumo (leia-se mercado) crescer a taxas mais elevadas que o resto do País.
- Apenas para ilustração, o presidente da Kraft Foods, em declaração recente aos jornais, afirmou que, no ano de 2000, a região Nordeste representava apenas 5% das vendas desse grupo empresarial. No ano de 2008, tal percentual já havia alcançado 15%, e o consumo da Região de seus produtos continuava crescendo a taxa maior que o dobro da taxa do País como um todo. Assim, o referido presidente justificou a instalação de uma grande unidade fabril no Nordeste. Há inúmeros outros exemplos de empresas, nacionais e estrangeiras, que estão se instalando no Nordeste porque o aumento do consumo na Região já justifica a instalação de uma fábrica, o que não acontecia antes, por questões de escala. Nas chamadas “novas” teorias do crescimento, incluindo os modelos da Nova Geografia Econômica, o papel do consumo (ou seja, do tamanho do mercado) é visto como uma das variáveis críticas para a emergência de um processo de despolarização industrial⁶. E a grande

⁶ Uma resenha da literatura sobre as “novas” teorias do crescimento econômico é realizada por GALVÃO em trabalho recente (GALVÃO, 2010/2012).

questão é: mesmo com taxas de poupança e de investimento constantes, em nível nacional, é possível se ter uma evolução crescente na taxa de investimento em áreas do subespaço nacional, exatamente porque o mercado está crescendo mais neste espaço subnacional. Esta visão, um tanto keynesiana, está presente, há muitas décadas na literatura: a demanda cria a oferta (ao contrário da Lei de Say, na qual a oferta cria a demanda). O fenômeno do crescimento do consumo, a taxas mais elevadas no Nordeste, está contribuindo para a criação de um círculo virtuoso de desenvolvimento no Estado e em toda a Região.

- Na discussão sobre o crescimento da economia pernambucana e da região nordestina em anos recentes, uma questão importante é a contestação do argumento, comum entre muitos analistas do desenvolvimento regional brasileiro, de que políticas regionais devem respeitar as “vocações” naturais das regiões. Nas modernas teorias do crescimento econômico (especialmente nas teorias do crescimento endógeno, à la Romer e Lucas), assim como nas modernas teorias do comércio internacional (à la Krugman, entre outros), as vantagens comparativas ou competitivas de um país, ou de uma região, são mutáveis no tempo, e dependem, crucialmente, de decisões tomadas pelas sociedades, pelos governos e por seus empresários. Há inúmeros casos de países (como a Irlanda, a Coreia do Sul, Taiwan, Cingapura, China, Vietnã e Índia, dentre muitos), que alteraram e continuam alterando, expressivamente, as bases de suas vantagens comparativas, através de políticas conscientes de promoção de seu desenvolvimento. Ou seja, as vantagens comparativas de um país ou de uma região são, no mundo moderno, social e politicamente construídas, e não mais dependentes de recursos naturais ou de aptidões particulares de suas populações. Muitos teóricos modernos assinalam que a experiência de muitos países recém-industrializados ou em processo de rápida industrialização (especialmente os asiáticos) sugere que a transformação dessas economias em grandes produtoras e exportadoras de manufaturados para os mercados

mundiais, ocorreu através da produção de bens que não eram antes produzidos nesses países. Ou seja, de bens cuja produção não dependia de conhecimentos ou tradições pré-existentes, mas de conhecimentos que foram adquiridos ao longo dos processos de produção desses novos bens (LUCAS, 1988, 1993). Em resumo, nenhuma parte de um país está condenada a seguir as suas “vocações naturais”, porque essas não mais indicam, necessariamente, as únicas trajetórias possíveis, ou mesmo recomendáveis, de crescimento no longo prazo.

- Ainda dentro do contexto da discussão sobre as tendências recentes do desenvolvimento pernambucano e da Região vale destacar as características do “Novo Nordeste Industrial”, que parece estar surgindo no início deste novo milênio. Em grande parte, esse novo Nordeste industrial ainda está em instalação. São as refinarias (em Pernambuco, no Ceará, no Maranhão) as siderúrgicas, os estaleiros navais, os novos complexos petroquímicos, as indústrias na área farmacológica, a indústria automotiva (Ford, na Bahia, Fiat, em Pernambuco), os parques eólicos, e vários outros estabelecimentos fabris constantemente anunciados pelos governos dos estados (vários dos quais já em operação ou em construção). As cifras correspondentes aos investimentos desses empreendimentos, em construção, ou projetados, e das cadeias produtivas em início de implantação ou esperadas, certamente dão uma boa dimensão desse novo surto industrial. Nesse contexto, é importante fazer-se a comparação com o surto de industrialização vivido pela Região nos anos 60 e 70 do século passado, na época da “industrialização incentivada da SUDENE”, que não foi bem-sucedido. No momento presente, o tipo de indústria que está se instalando não é do tipo “indústrias de pés soltos” ou *foot loose*, como parece ter sido no caso das décadas 60-80 (em grande parte montadoras de bens duráveis e não duráveis de consumo), mas sim indústrias que vêm para ficar, e que, em grande maioria, estão vindo para atender a uma demanda real, que decorre da expansão do mercado da própria Região, de novas e ousadas políticas de incentivos fiscais esta-

duais, dos investimentos em infraestrutura na Região (portos, aeroportos, ferrovias, transposição de águas do Rio São Francisco) e, ainda em alguns casos, das decisões, em nível federal, voltadas para conter o processo de extrema concentração industrial no País. Por outro lado, vale a pena levar em conta outro aspecto de grande relevância: o fato de o desenvolvimento de cada estado da região Nordeste provocar externalidades positivas sobre o desenvolvimento de outros estados do Nordeste. Há evidências teóricas e empíricas que mostram que regiões vizinhas tendem a se beneficiar mais da instalação de grandes empreendimentos, ou de um surto industrial ocorrido em alguma área do espaço regional, do que territórios mais distantes. Assim, embora a disputa por investimentos seja legítima entre os estados (parte do fenômeno chamado de “guerra fiscal”), é importante ter em mente que, começado um novo ciclo de desenvolvimento em algumas áreas do espaço regional, as economias de outros estados podem também se beneficiar, através do incentivo à atração de empresas para fornecerem insumos e serviços a grandes empreendimentos instalados em outras unidades da federação.

- O papel da educação merece uma consideração especial. Há uma posição generalizada entre alguns analistas regionais e *policy makers* nacionais de que a industrialização no Nordeste é inviável, em decorrência de seus baixíssimos níveis educacionais e da inexistência de mão de obra qualificada. O argumento sobre o problema da educação no Nordeste está correto, mas não o da relação entre educação e industrialização. Há hoje uma nova visão entre muitos teóricos do crescimento, de que sem educação o crescimento não é possível, mas que sem crescimento os investimentos em educação podem ser inúteis (EASTERLY, 2004, dentre tantos). Em resumo: educação e crescimento têm de vir juntos. Nesse contexto, muitos estudos teóricos e empíricos mostram que a acumulação do capital humano é a grande fonte do crescimento e que a expansão da escolarização exerce influência crucial no desempenho futuro de uma economia. Por outro lado, tais estudos também mostram

que o treinamento no trabalho (*on-the-job training* ou *learning-on-the job*) é, em tempos modernos, a maior fonte de acumulação do capital humano (ROMER, 1986; LUCAS, 1988). Assim, o problema do baixo nível pré-existente da escolarização e da deficiência de mão de obra qualificada, pode ser resolvido durante o processo de crescimento (como teria ocorrido nos países do Sudeste Asiático, e está ocorrendo em vários outros países, inclusive na China), através de ações conjuntas das próprias empresas, do firme apoio dos governos (centrais, estaduais e municipais), de certas entidades formadoras de mão de obra (como o Sistema S, no Brasil), de instituições de pesquisa e de universidades públicas e privadas. Esse é o caso, também, de muitos estados nordestinos, com particular destaque para a experiência pernambucana, tanto com respeito ao polo de confecções do Agreste, e ao polo de hortifruticultura irrigada, quanto ao complexo industrial portuário de Suape e a projetos em outras áreas do Estado, como o da Hemobrás e da montadora Fiat.

- Outro ponto muito importante a discutir, no caso de Pernambuco e do Nordeste, é o do próprio papel da industrialização. É comum ouvir-se o discurso de muitos analistas brasileiros, de que nas sociedades contemporâneas é o setor de serviços o motor do crescimento econômico e que no Nordeste as suas “vocações naturais” sinalizariam para o desenvolvimento do turismo e da agricultura irrigada. O turismo no Brasil não é, e não será tão cedo, uma fonte importante de crescimento por vários motivos óbvios, dentre os quais se destaca a falta de segurança pública. No caso particular de muitos estados do Nordeste, essa atividade tem-se desenvolvido sem gerar grandes impactos sobre o emprego e a renda, em vista do confinamento dos turistas (tanto de brasileiros, quanto de estrangeiros), em *resorts* de luxo. A agricultura irrigada também é uma atividade confinada a espaços limitados da Região e cada vez mais intensiva em capital. Numa perspectiva mais geral, pode-se postular o fato, não claramente percebido por muitos formuladores nacionais de políticas regionais, de que a região Nordeste

apresenta uma óbvia desvantagem comparativa em relação à agricultura. Com mais de dois terços de seu território inseridos no semiárido – uma área permanentemente submetida a forte estresse hídrico e sob regime de grande irregularidade de chuvas – as vantagens comparativas do Nordeste estão definitivamente na indústria (e nos serviços gerados pela atividade industrial), e não na agricultura. Ademais, as evidências mostram que o setor industrial ainda é, nos países emergentes, o grande motor do crescimento, e que somente em algumas economias maduras (como nos Estados Unidos e no Reino Unido), que sofreram um forte processo de desindustrialização nas últimas décadas, o setor de serviços (sobretudo o financeiro) constitui a parte dinâmica de suas economias. Por fim, é sempre bom lembrar uma constatação de Krugman (1991, 1995): que a concentração da produção depende essencialmente de externalidades geradas pela demanda (ou seja, pelo tamanho do mercado); que indústrias manufatureiras tendem a se localizar onde o mercado é maior; e que o mercado é maior onde as indústrias se localizam.

- Uma questão final, também de fundamental importância para o desenvolvimento de Pernambuco e da região Nordeste, diz respeito à natureza do regime político ora em vigor no Brasil, no caso especificamente, o problema do federalismo e as mudanças que serão necessárias para a efetiva materialização de uma eficaz política de desenvolvimento regional. No Brasil, historicamente, sempre predominou um tipo de federalismo fortemente desigual (e sem qualquer sentimento de solidariedade territorial), no qual algumas regiões exercem maior capacidade de extrair do governo central uma maior fração dos recursos públicos, na forma de gastos correntes, de investimentos em infraestrutura e de empréstimos de entidades financeiras federais. O fenômeno das “guerras fiscais”, tão condenado pelas regiões mais ricas do País (embora não tanto pelas mais pobres), reflete, sem dúvida, o vazio deixado pela União no seu trato com os estados menos desenvolvidos, e a natureza do federalismo fortemente assimétrico que opera no Bra-

sil. A reforma tributária, em discussão no Congresso, e a distribuição dos *royalties* do Pré-sal, por exemplo, são temas urgentes e que deverão exercer impactos profundos nas trajetórias futuras do desenvolvimento brasileiro.

6 Projeções de crescimento para o estado de Pernambuco

6.1 Preliminares

Esta seção objetiva realizar algumas projeções para o crescimento futuro da economia do estado de Pernambuco.

É importante assinalar, de início, que todo o esforço prospectivo a ser desenvolvido a seguir, terá um caráter inteiramente indicativo e será realizado com a certeza de que os resultados obtidos deverão sofrer mudanças profundas no longo tempo compreendido pelo período em projeção.

Considerando-se as dificuldades que cercam as projeções de crescimento para o futuro, este trabalho procurará realizar não uma única projeção, mas várias, levando em conta diferentes cenários.

As projeções a seguir utilizarão procedimentos muito simples, mas que serão capazes de servir como base para a construção de diversos cenários prospectivos. Tais projeções se respaldam em dados consistentes, em parte considerando-se o desenvolvimento da economia pernambucana em seu passado mais próximo, e em parte reconhecendo-se que a economia do Estado está passando por profundas transformações na sua estrutura produtiva, em virtude dos vários projetos de investimentos estruturadores que estão em curso. Tais projeções considerarão diversos cenários, variando de pessimistas a otimistas, mas todos baseados em situações possíveis, embora com probabilidades bastante diferenciadas.

Uma consideração de crítica importância na determinação desses cenários resulta do simples fato de que o crescimento futuro de uma unidade da federação brasileira – independentemente de qualquer mudança endógena que venha a ocorrer nessa unidade – depende fortemente do crescimento futuro da economia do País. A experiência dos últimos trinta a quarenta anos mostra, de forma inquestionável, a estreita correlação entre o crescimento da economia das regiões e de seus estados e

o crescimento da economia nacional. O Nordeste e Pernambuco, por exemplo, cresceram a taxas muito elevadas, quando foi elevado o crescimento do PIB nacional, e desaceleraram seu ritmo de expansão quando o país passou a crescer a taxas muito modestas.

A explicação desse fenômeno é bastante simples: decorre do tamanho e do caráter de continentalidade da economia nacional e do pequeno grau de dependência do crescimento nacional em relação ao comércio internacional (ou seja, da ainda bastante reduzida abertura da economia do País ao exterior). À exceção de algumas áreas com elevado grau de especialização agrícola e de algumas poucas firmas industriais, a grande maioria da produção realizada no Brasil é destinada, majoritariamente, ao mercado interno. Assim, somente se uma unidade da federação passasse a implantar, em seu território, atividades de grande porte do tipo “plataformas de exportação” – à la Coréia do Sul ou à la China, por exemplo – o crescimento futuro dessa unidade poderia se desatrelar do crescimento nacional e passar a depender, de forma crucial, das exportações para o mercado externo.

Este, definitivamente, não é o caso do Nordeste, nem de Pernambuco, que têm suas economias ainda menos articuladas ao comércio exterior do que à própria economia nacional. E nem será o caso de Pernambuco no futuro (pelo menos nos próximos 15 anos, com certeza), com as suas novas plantas industriais em instalação ou projetadas, para o período considerado aqui para a construção dos cenários prospectivos.

Tomem-se, como exemplo, quatro unidades de grande porte em implantação em Pernambuco: a refinaria, os estaleiros, o complexo petroquímico de Suape, e o polo automotivo. Embora todas possam revelar expressivo potencial exportador (para o exterior do País) incluindo as cadeias produtivas que podem derivar dessas unidades, será o mercado doméstico o destino predominante da produção dessas unidades, pelo menos nas próximas duas décadas. Isto, em virtude do fato, de conhecimento geral, de que a cadeia petroquímica no País ainda é responsável por volumosas importações do exterior, para atender à demanda doméstica insatisfeita; de que os navios e as plataformas de exploração de petróleo deverão atender a uma forte carência desses produtos da parte da Petrobrás; e de que a produção de veículos da FIAT, como no caso de todas as outras montadoras no País, também deverão

atender, preferencialmente, ao mercado interno.

Infere-se, assim, que o surto de industrialização que o estado de Pernambuco sofrerá nas próximas duas décadas não será do tipo induzido por exportações (para o exterior do País, enfatize-se aqui), mas sim essencialmente induzido por substituição de importações – ou seja, pela produção de bens voltados para os mercados regional e nacional, embora a geração de algum excedente exportável possa ser possível.

Todavia, mais vantagem do que desvantagem poderá advir desse cenário. Do ponto de vista de uma unidade da federação, e, sobretudo de uma de pequeno peso no agregado nacional, não importa o destino da sua produção – se para o exterior do País ou para o mercado doméstico. O importante é a existência da garantia de mercado para colocação da produção da unidade federada em consideração. E este sem dúvida será o caso de Pernambuco. A este propósito é bom lembrar, que a garantia de mercado se reveste de enorme significação, pois foi exatamente a perda de mercados nos, pelo menos 50 anos, da história econômica passada do estado de Pernambuco o principal responsável pelo declínio relativo de sua economia, como foi argumentado em outras seções deste trabalho.

6.2 Os Cenários e as trajetórias de crescimento para o PIB de Pernambuco até 2020

O exercício de cenarização do crescimento do PIB de Pernambuco até o ano de 2020 considerará seis projeções, acompanhadas de breves comentários e apresentadas no gráfico 4.1 e nas tabelas 4.1 a 4.3, anexas a este trabalho.

CENÁRIO I (C1) – Crescimento do PIB de Pernambuco no período 2003 a 2020, equivalente às taxas observadas no período 1970-2002, ou seja, 3,8% ao ano. Este cenário, o mais pessimista de todos, é pouco provável de ocorrer. Independentemente da instalação no Estado de grandes projetos de investimentos, dificilmente a economia pernambucana repetiria o desempenho das últimas três décadas, continuando a registrar a menor taxa de crescimento dentre todos os estados no Nordeste. O argumento para a não ocorrência deste cenário baseia-se na hipótese levantada na seção anterior deste capítulo, de que já se encontram esgotados praticamente todos os determinantes principais, que teriam sido responsáveis pela perda

de dinamismo da economia do Estado no período 1970-2002.

CENÁRIO II (C2) – Crescimento do PIB de Pernambuco no período 2003-2020 igual ao das taxas observadas para a economia da região Nordeste no período 1970-2002, ou seja, 4,5% ao ano. Considerando-se o mediocre desempenho da economia pernambucana nas últimas três décadas, o Estado teria de realizar um esforço adicional para aumentar o crescimento do seu PIB de tão somente 0,7 ponto percentual ao ano, para igualar-se à média do crescimento observada para a região Nordeste como um todo. Supondo-se, mais uma vez, que a economia do estado de Pernambuco teria sido afetada, de forma desproporcionalmente mais intensa, do que os outros estados da Região, por eventos adversos ocorridos no período 1970-2002, infere-se daí, que uma pequena recuperação da economia estadual tornaria possível equalizar o padrão de crescimento do Estado com o do Nordeste, estancando o processo de perda relativa que Pernambuco vem registrando desde longas datas.

CENÁRIOS III e IV (C3 e C4) – Crescimento do PIB de Pernambuco no período 2003-2020 igual ao das taxas observadas para as economias do estado do Ceará e da Bahia, ou seja, 4,7% e 4,8% ao ano, respectivamente. O crescimento dos estados do Ceará e da Bahia tem servido de comparação com o de Pernambuco, nas últimas décadas, como um símbolo do sucesso desses dois estados e de fracasso para o último. Melhores governos, nos dois primeiros, que teriam possibilitado a criação um clima mais favorável para a atração de novos investimentos; e a adoção de políticas mais ousadas de incentivos fiscais nesses estados, em confronto com uma relativa inabilidade pernambucana na gestão de seus recursos públicos, e de promoção de iniciativas privadas, têm constituído o argumento principal a explicar a assimetria no desempenho entre os três estados nordestinos. Mesmo se considerados verdadeiros muitos dos argumentos usualmente levantados, parece já haver um crescente consenso de, primeiro, ter havido um certo exagero na explicação das causas fundamentais das diferenças de desempenho de longo prazo dos mencionados estados da Região e, segundo, de que há muito tempo, as diferenças apontadas não mais constituiriam um determinante presente na economia pernambucana, capaz de permitir a permanência, para as próximas duas décadas, dos mesmos fatores que estariam na

raiz dos desempenhos diferenciados entre os três estados. De toda sorte, é importante levar em conta que, considerando-se os fatores endógenos, de caráter puramente econômico, responsáveis pelo relativo declínio da economia pernambucana (especialmente da sua indústria) e alguns determinantes de caráter negativo ligados à esfera institucional, os diferenciais de crescimento dos PIBs dos três estados nordestinos não teriam sido bastante expressivos: no período 1970-2002, a economia do estado do Ceará teria crescido 1,0 ponto percentual, ao ano, e a da Bahia 0,9, ao ano mais do que Pernambuco – Estado que teria sofrido uma série de eventos adversos, acima já mencionados, em confronto com um padrão de crescimento virtuoso tão louvado na literatura comparativa entre os três estados da Região.

Os dois cenários aqui desenhados, portanto, seriam consistentes e possíveis, embora, reconheça-se, não tão otimistas, considerando-se as profundas mudanças de rumo que deverão ocorrer na economia pernambucana neste final de década e na próxima, pelas razões que serão assinaladas no desenvolvimento dos dois últimos cenários descritos a seguir.

CENÁRIOS V e VI (C5 E C6) – Crescimento do PIB de Pernambuco no período 2002-2020 a taxas que corresponderiam a uma mudança na participação do VTI observado do Estado, de 17%, no ano de 2000, para uma participação de 30%, no Cenário V, e para 35%, no Cenário VI, no ano de 2020. Esses dois cenários partem de várias hipóteses simplificadoras, mas consistentes com os argumentos que serão a seguir desenvolvidos. Ademais, tais cenários, embora mais otimistas do que as trajetórias projetadas para os quatro cenários anteriores, não são excessivamente otimistas, por projetarem taxas de crescimento para a economia pernambucana, ainda relativamente modestas e, portanto, muito aquém do que poderia de fato vir a acontecer, caso as mudanças previstas para Pernambuco e o Nordeste venham acompanhadas de alterações também esperadas para a economia nacional.

As hipóteses adotadas para a obtenção dos dois cenários acima sugeridos são as seguintes:

- Todos os demais setores da economia do Estado manterão as suas taxas históricas de crescimento observadas no período 1970-2002: a agricultura, os serviços e os outros três segmentos do setor industrial (segundo

classificação do IBGE: Indústria Extrativa Mineral, Indústria da Construção Civil e Serviços Industriais de Utilidade Pública). Isso significa dizer que somente as atividades econômicas correspondentes ao que o IBGE chama de Indústrias de Transformação serão responsáveis pela **aceleração** do crescimento da economia pernambucana.

- A mudança no perfil da estrutura produtiva do estado de Pernambuco, provocada pela aceleração de seu VTI, e consequente aumento de sua participação na formação do PIB do Estado, implicará, no Cenário V (aumento de 17% para 30%), uma redução da participação da agricultura de aproximadamente 7,4% (em 2000) para cerca de 5,3% (em 2020); a quase manutenção da participação dos outros três segmentos da atividade industrial (que permanecerá no entorno de 16%); e uma expressiva redução da participação do setor de serviços, de quase 58% para cerca de 48%.
- Considerando-se o Cenário VI (aumento de participação no VTI do Estado de 17% para 35%), as mudanças na participação dos outros setores serão as seguintes: a agricultura declinará a sua contribuição para pouco menos de 5% (em relação aos 7,4%, de 2000); os outros três segmentos da indústria experimentarão um leve declínio de pouco mais de 17,5% (no ano de 2000) para cerca de 15,5%; e o setor de serviços reduzirá, ainda mais, a sua participação, passando a contribuir, no ano de 2020, com 44,6% para a formação do PIB do Estado (em relação aos quase 58% do ano de 2000).

Observe-se que as mudanças a serem provocadas pela aceleração do crescimento das indústrias de transformação no Estado são consistentes e realistas, quando apreciadas por pelo menos três dimensões:

- a) Primeiro, porque a elevação da contribuição do VTI pernambucano de 17% para 30%, no Cenário V, e para 35%, no Cenário VI, levaria a participação do conjunto das indústrias de transformação do Estado a um patamar que seria ainda inferior aos 38% do que essas indústrias registravam, em Pernambuco, no ano de 1970. Esses dois cenários, portanto, promoveriam tão

somente uma recuperação de uma parte do setor industrial do Estado, que voltaria a ter uma participação na formação do PIB de Pernambuco ainda menor do que aquela apresentada há cerca de três décadas passadas - uma trajetória de crescimento bastante plausível, levando-se em conta o grande volume de novos investimentos previstos para este segmento da indústria pernambucana até o ano de 2020.

- b) Segundo, porque a mudança prevista para Pernambuco, em ambos os cenários, promoverá a obtenção de uma trajetória de crescimento mais próxima da de um Estado da Região, o da Bahia, que teve no seu polo petroquímico o grande fator de alteração de sua matriz produtiva. Vale observar, a esse respeito, que o VTI baiano, consensualmente impulsionado pelas suas indústrias petroquímicas, passou de uma participação de somente 27%, no ano de 1970, para 44%, em 2002. A previsão de trajetórias que conduzirão Pernambuco a uma participação de seu VTI para 30 ou 35% de seu PIB, até o ano de 2020, parece, por consequência, também bastante plausível, deixando ainda uma margem expressiva de avanço em confronto com a experiência vivenciada pelo vizinho estado nordestino.
- c) Terceiro, porque é de se esperar que o crescimento da economia do Estado passe a ser liderado, a partir desta e da próxima década, pela Indústria de Transformação. Sem obviamente desprezar a importância do Setor de Serviços, que continuará exercendo papel crucial no desenvolvimento do Estado, é forçoso reconhecer que a liderança desse setor em grande parte compensou o pouco dinamismo da indústria e que esse papel de liderança teria sido o resultado do processo de desindustrialização sofrido pela economia pernambucana, manifestado, sobretudo pela atrofia de seu segmento da Indústria de Transformação. Ressalte-se, a esse respeito que, com os novos investimentos em implantação no estado de Pernambuco, uma nova estrutura produtiva resultará, que deverá ser tanto mais próxima do padrão que este Estado apresentou em passado recente, quanto do

vizinho estado da Bahia – onde a participação do Setor de Serviços, graças à presença de um forte setor industrial, não chegou a superar uma contribuição de 37% ao seu PIB, no ano de 2002, em confronto com os quase 58% do que ocorreu com Pernambuco, no mesmo ano.

- d) É importante assinalar que as taxas do crescimento pernambucano projetadas para os mais otimistas Cenários V e VI – de 5,2% e 5,6% ao ano, para o período 2003 a 2020 – se são elevadas em confronto com as do Cenário I (o mais pessimista, com crescimento igual ao das taxas observadas para o período 1970-2002, ou seja, 3,8% ao ano), não seriam tão elevadas quando confrontadas com as observadas para o mesmo período passado para o Nordeste (4,5%), para a Bahia (4,7%) e para o Ceará (4,8%), levando-se em conta a expectativa de que tanto a economia da região Nordeste, quanto a do País como um todo, venham a exibir um melhor desempenho na segunda metade da década de 2000.

7 Conclusões

À guisa de conclusão, três últimas reflexões são apresentadas, como fundamentais para a materialização de trajetórias mais otimistas para o crescimento pernambucano.

A primeira centra-se na necessidade de que a economia brasileira venha a se libertar, em futuro próximo, dos obstáculos que nos dias atuais ainda se apresentam para o seu retorno a um crescimento sustentado de longo prazo. A esse respeito, constituem questões consensuais que a melhoria na qualidade dos gastos públicos, a continuidade da expansão das exportações, a redução das taxas de juros e a retomada dos investimentos em infraestrutura econômica e social, são condições mínimas necessárias para propiciar a retomada do crescimento da economia nacional. Em virtude da histórica correlação positiva entre o crescimento do PIB brasileiro e o da região Nordeste e do estado de Pernambuco, o sucesso ou o fracasso da retomada do desenvolvimento nacional afetará de forma crítica as trajetórias projetadas para o estado de Pernambuco. Neste sentido, não parece restar dúvidas de que os cenários projetados para o crescimento futuro de Pernambuco poderão, tanto

se aproximar daqueles mais pessimistas, quanto ultrapassar, em muito, os mais otimistas, caso a economia brasileira venha a recuperar a sua capacidade de crescimento ou, ao contrário, a repetir o fraco desempenho registrado nas últimas décadas.

A segunda reflexão diz respeito aos novos projetos denominados de estruturadores (ou reestruturadores) em implantação na economia pernambucana. De início, vale assinalar que praticamente todos os grandes investimentos implantados, em implantação e previstos (caso especial do complexo FIAT) para o Estado têm, em princípio, um caráter fortemente germinativo. A grande questão que se coloca é a de se essa capacidade potencial irá efetivamente produzir os efeitos de transbordamento previstos e esperados. Uma refinaria de petróleo, por exemplo, ou um estaleiro, ou ainda mais um complexo automotivo, possuem um enorme potencial de geração de impactos, tanto a montante quanto a jusante dessas atividades. Mas, também em princípio, nada é absolutamente garantido que de uma refinaria resulte uma densa cadeia produtiva de derivados de petróleo, nem que um estaleiro, ou uma fábrica automotiva, por si sós, irão atrair ou dinamizar um vasto número de outras unidades produtivas fornecedoras de insumos e serviços a essas grandes unidades. Embora seja consensual, entre membros do governo e lideranças empresariais do Estado, que os empreendimentos mencionados e outros em implantação ou em fase de negociação, alterarão profundamente a matriz produtiva da economia pernambucana, os impactos desses investimentos poderão ser enormemente magnificados caso venham a gerar, no próprio Estado ou em estados vizinhos no Nordeste, um diversificado número de outras atividades produtivas. Entrevistas realizadas pelo autor deste trabalho com autoridades do governo, e as inúmeras declarações na mídia local de lideranças empresariais, acadêmicas, técnicas e políticas do Estado, manifestam com clareza essa preocupação, expressando a imperiosa necessidade da mobilização de esforços em múltiplas direções para a concretização dos impactos indiretos dos grandes investimentos.

A terceira reflexão, talvez menos óbvia, mas por certo de vital importância, centra-se na necessidade do fortalecimento e da revitalização das atividades tradicionais já existentes no Estado. O argumento aqui apresentado é o de que por maiores que sejam os novos investimentos em implan-

tação no Estado (muitos altamente intensivos em capital, como é a tendência da industrialização contemporânea), tais empreendimentos, direta e indiretamente, representarão ainda nas próximas duas décadas ou mais, apenas uma fração do total das atividades produtivas já existentes na economia pernambucana. Neste sentido, deve fazer parte de qualquer estratégia de desenvolvimento futuro para o Estado, uma clara preocupação com os demais segmentos da economia estadual, promovendo-se o seu fortalecimento, em alguns casos, e a recuperação, em outros e conferindo-se uma atenção constante voltada para o *upgrade* tecnológico dessas atividades. A recuperação do setor sucroalcooleiro em Pernambuco, por exemplo, será capaz de exercer impactos sobre o emprego, a massa salarial e a arrecadação de tributos ainda de expressiva magnitude. O polo de vestuário e de confecções do agreste é outro exemplo: constituído por dezenas de milhares de empresas em mais de dez municípios pernambucanos, este *cluster* emprega cerca de 100 mil pessoas, e apresenta um grande potencial ainda para crescer. Um vasto número de atividades econômicas tradicionais espalhadas por todo o espaço pernambucano, da Região Metropolitana, da Zona da Mata e das mais remotas áreas dos sertões, e pertencentes aos mais diversos setores - da agricultura, à indústria e aos serviços - ainda representa e continuará a representar por muitas décadas as atividades dominantes na formação do PIB pernambucano. Por sua vez, a existência e expansão de muitas dessas atividades darão viabilidade a vários outros grandes projetos programados para a Região Nordeste, como o da Transposição de Águas da Bacia do Rio São Francisco e da Ferrovia Transnordestina.

Em síntese, é possível afirmar que a materialização das trajetórias de crescimento da economia de Pernambuco para o futuro se assentará em três grandes condicionalidades:

- Na retomada do crescimento da economia brasileira e da região Nordeste;
- Na potencialização dos impactos dos novos projetos industriais e de infraestrutura, incluindo grandes investimentos em educação e formação de mão de obra; e
- No fortalecimento das atividades produtivas já existentes em todo o espaço pernambucano.

Referências

ALBUQUERQUE, R. C. **Nordeste**: sugestões para uma estratégia de desenvolvimento. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2002.

_____. **Modernização e desenvolvimento**: a vez do Nordeste. (Xerox de trabalho a ser publicado), 2010.

AMARAL, L. **História geral da agricultura brasileira**: no triplice aspecto político-social-econômico. 2. ed. 2 v. São Paulo: Ed. Nacional, 1958.

BARROS, S. **A década dos 20 em Pernambuco**: uma interpretação. Rio de Janeiro: Gráfica Editora Acadêmica Ltda, 1972.

COOKE, M. L. **Brazil on the march**: study in international cooperation (reflections on a Report of the American Technical Mission. New York: Whittlesey House; Mcgraw-Hill Book Co., 1944.

DE CARLI, G. **O processo histórico do açúcar em Pernambuco**. Rio de Janeiro: Ponjetti Editores, 1942.

DE CARLI, G. **Açúcar amargo**. Recife: Cia Editora de Pernambuco, 1982.

DENSLOW, JR. D. A. **Sugar production in Northeastern Brazil and Cuba, 1858-1909**. PhD. Dissertation, Yale University, 1974.

DUNCAN, J. S. **Public and private operation of railways in Brazil**. New York: Columbia University Press, 1932.

EASTERLY, W. R. **O espetáculo do crescimento**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

EISENBERG, P. L. **The sugar industry in Pernambuco**: modernization without change, 1840-1910. USA: University of California Press, 1974.

FREYRE, G. **Nordeste**: aspectos da influência da cana sobre a vida e a paisagem do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1937.

GALVÃO, O. J. A. **Políticas regionais na União Europeia e lições para o Brasil**. 2010, 1ª impressão; Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1ª reimpressão, 2012.

_____. **Pernambuco no contexto mundial, nacional e regional**. Projeto Pernambuco 2020. Recife, PE: Governo de Pernambuco, 2005a. (divulgado em CD).

_____. **Pernambuco**: Comércio inter-regional e internacional. Projeto Pernambuco 2020. Recife, PE: Governo de Pernambuco, 2005b. (divulgado em CD).

_____. Comércio interestadual por vias internas e integração regional no Brasil: 1943-69. **Rev. Bras. Econ.**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 4, p. 523-558, out.-dez. 1999a.

_____. Unequal federalism and regional inequalities; the case of the coffee policies in Brazil. **International Journal of Social Economics**, London, v. 26, n. 7/8/9, p. 1162-1185, 1999b.

_____. Federalismo desigual, políticas cafeeiras e equilíbrio espacial paretiano. **R. Econ. contemp.**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 47-77, jul.-dez. 1999c.

_____. Regiões Sul e Nordeste: um estudo de desenvolvimento regional comparado. In: GALVÃO, O. J. A. (Org.). **Ensaio de Economia**. Recife, PE: Recife Gráfica Editora, 1997. (PIMES 30 anos).

_____. Concentração industrial no Brasil segundo os Censos 1907-1980. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 9, n. 15, p.143-181, mar. 1991.

_____. **Regional development in Brazil**: a study of economic integration in an unevenly developed country. Tese Doutoral, University College London, University of London, 1988.

GALVÃO, O. J. A. A interação regional: um estudo dos efeitos da integração econômica e do comércio sobre as desigualdades regionais. In: Universidade Federal de Pernambuco. **Desigualdades regionais no desenvolvimento brasileiro** v. 1. Recife: PIMES, SUDENE; Brasília: IPEA, 1984. 4 v.

GALVÃO, O. J. A.; VERGOLINO, J. R. **O comércio e a inserção competitiva do Nordeste no exterior e no Brasil**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

GOMES, G. M.; VERGOLINO, J. R. **Desenvolvimento regional, com especial referência ao Nordeste**. Brasília: IPEA, Brasília, 2010. (Texto para Discussão).

HUGGINS, M. K. **From slavery to vagrancy in Brazil: crime and social control in the third world**. , New Jersey: Rutgers University Press, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Contas Regionais, 2003-2006**. 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 14 nov. 2008.

_____. **Contas Regionais, 2003-2007**. 2007. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: ago. 2010.

_____. **Censo Industrial do Brasil, 1950**. Brasília: IBGE, 1950.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Contas regionais, 2000-2004**. Rio de Janeiro: IPEA, 2004. Disponível em: <www.ipea.gov.br>. Acesso em: 13 fev. 2009.

KRUGMAN, P. **Development, geography, and economic theory**. Cambridge: MIT Press, 1995.

_____. **Geography and trade**. Cambridge: MIT Press, 1991.

LEVINE, R. M. **Pernambuco in the Brazilian Federation, 1889-1937**. Stanford: Stanford University Press, 1978.

LIMA, J. P. R. Economia do Nordeste: tendências recentes das áreas dinâmicas. **Análise**

Econômica, Porto Alegre, v. 12, n. 21 e 22, p. 55-73, mar e set. 1994.

LIMA, J. P. R.; KATZ, F. A economia de Pernambuco: perda de dinamismo e a necessidade de buscar caminhos possíveis. **Cadernos de Estudos Sociais**, Recife, v. 9, n.1, p. 41-64, jan.-jun. 1993.

LUCAS, R. E. Making a miracle. **Econometrica**, v. 61, n. 2, p. 251-272, mar. 1993.

_____. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, North-Holland, v. 22, p. 3-42, 1988.

MONTEIRO NETO, A. **Desenvolvimento regional ou crise: políticas econômicas liberais e restrições à intervenção estatal no Brasil dos anos 90**. 308 f. 2005. Tese (Doutorado em Economia Aplicada)-Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

PIMES-UFPE. **Desigualdades regionais no desenvolvimento brasileiro**. 4 v. Recife: PIMES, 1984.

PINTO, E. **História de uma estrada de ferro no Nordeste**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1949.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. **The Journal of Political Economy**, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, oct. 1986.

STEIN, S. J. **The Brazilian cotton manufacture: textile enterprises in an underdeveloped area, 1850-1950**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1957. (Studies in Entrepreneurial History).

TRUDA, L. **A defesa da produção açucareira**. Rio de Janeiro: IAA, 1971[1934]. (Coleção Canavieira, 6).

VERGOLINO, J. R.; MONTEIRO NETO, A. **A economia de Pernambuco no limiar do século XXI: desafios e oportunidades para retomada do desenvolvimento**. Recife: Editora Bagaço, 2002.

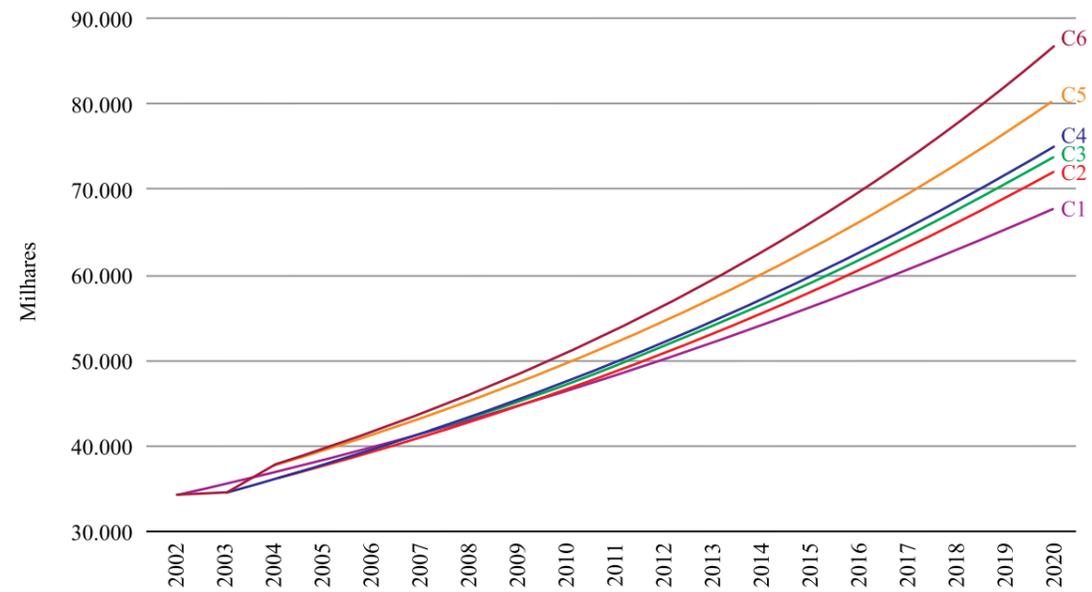
VILLARIN DE SIQUEIRA, T. **Expansão e estagnação do transporte ferroviário no Nordeste brasileiro no período 1858-1940**. 182 p. 1991. Dissertação (Mestrado em Economia)-Universidade Federal de Pernambuco, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Recife, 1991.

WANDERLEY, M. N. B. **Capital e propriedade fundiária: suas articulações na economia açucareira de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

WORLD BANK. **Global Monitoring Report 2005**. Millennium development goals: from consensus to momentum. Washington, DC: The World Bank, 2005.

ANEXOS

Gráfico 4.1 – Pernambuco Cenários de crescimento do PIB, 2003-2020. Em milhares de US\$ PPP



Fonte dos dados básicos para projeção: IBGE. Contas Regionais do Brasil, diversos anos (IBGE, 2006); IBGE. Contas Nacionais do Brasil, diversos anos (IBGE, 2007); World Bank (2005).
 Cenário I (C1) - Elaborado com base na taxa média de crescimento de Pernambuco no período 1970- 2002.
 Cenário II (C2) - Idem para o Nordeste no período 1970-2002.
 Cenário III (C3) - Idem para a Bahia no período 1970-2002.
 Cenário IV (C4) - Idem para o Ceará no período 1970-2002.
 Cenário V (C5) - Elaborado com base na projeção anual de crescimento do VTI, correspondendo a 30% do valor do PIB em 2020.
 Cenário VI (C6) - Elaborado com base na projeção anual de crescimento do VTI, correspondendo a 35% do valor do PIB em 2020.

Tabela 4.1 – Pernambuco – PIB estadual no ano de 2020, segundo cenários de crescimento Valores em US\$ PPP mil

Cenários	2002	2020	Cresc. Anual 2002/2020
C1	34.339.301	67.687.947	3,8
C2	34.339.301	75.467.465	4,5
C3	34.339.301	78.627.432	4,7
C4	34.339.301	80.356.058	4,8
C5	34.339.301	85.632.512	5,2
C6	34.339.301	91.581.814	5,6

Fonte: Contas Nacionais do Brasil, diversos anos (IBGE, 2006); Contas Regionais do Brasil, diversos anos (IBGE, 2007); World Bank (2004).

Tabela 4.2 – Pernambuco - Evolução na participação setorial no PIB, a partir de projeções de crescimento, 2002-2020

Anos	PARA PARTICIPAÇÃO DA INDÚSTRIA DE 30% NO PIB				
	Total	Agropecuária	Restante Ind.	Indústria Transf.	Serviços
2000	100	7,4	17,5	17,4	57,7
2001	100	7,3	18,3	19,0	55,4
2002	100	8,4	16,3	18,8	56,5
2003	100	8,2	16,4	19,3	56,1
2004	100	8,0	16,4	19,9	55,7
2005	100	7,8	16,5	20,4	55,3
2006	100	7,6	16,5	21,0	54,9
2007	100	7,4	16,5	21,6	54,5
2008	100	7,3	16,6	22,2	54,0
2009	100	7,1	16,6	22,8	53,6
2010	100	6,9	16,6	23,4	53,1
2011	100	6,7	16,7	24,0	52,6
2012	100	6,5	16,7	24,6	52,2
2013	100	6,4	16,7	25,3	51,7
2014	100	6,2	16,7	25,9	51,2
2015	100	6,0	16,7	26,6	50,7
2016	100	5,9	16,7	27,2	50,2
2017	100	5,7	16,7	27,9	49,6
2018	100	5,6	16,7	28,6	49,1
2019	100	5,4	16,7	29,3	48,6
2020	100	5,3	16,7	30,0	48,0

Fonte dos dados básicos para projeção: Contas Nacionais do Brasil, diversos anos (IBGE, 2006); Contas Regionais do Brasil, diversos anos (IBGE, 2007); World Bank (2004).

Tabela 4.3 – Pernambuco - Evolução na participação setorial no PIB, a partir de projeções de crescimento, 2002-2020

Anos	PARA PARTICIPAÇÃO DA INDÚSTRIA DE 35.% NO PIB				
	Total	Setores			
		Agropecuária	Restante Ind.	Indústria Transf.	Serviços
2000	100	7,4	17,5	17,4	57,7
2001	100	7,3	18,3	19,0	55,4
2002	100	8,4	16,3	18,8	56,5
2003	100	8,2	16,3	19,5	56,0
2004	100	8,0	16,3	20,3	55,4
2005	100	7,7	16,3	21,1	54,9
2006	100	7,5	16,3	21,8	54,3
2007	100	7,3	16,3	22,7	53,7
2008	100	7,1	16,3	23,5	53,1
2009	100	6,9	16,3	24,4	52,5
2010	100	6,7	16,2	25,2	51,8
2011	100	6,5	16,2	26,1	51,1
2012	100	6,3	16,2	27,0	50,5
2013	100	6,1	16,1	28,0	49,8
2014	100	6,0	16,0	28,9	49,1
2015	100	5,8	16,0	29,9	48,4
2016	100	5,6	15,9	30,9	47,6
2017	100	5,4	15,8	31,9	46,9
2018	100	5,2	15,7	32,9	46,1
2019	100	5,1	15,6	33,9	5,4
2020	100	4,9	15,5	35,0	4,6

Fonte dos dados básicos para projeção: Contas Nacionais do Brasil, diversos anos (IBGE, 2006); Contas Regionais do Brasil, diversos anos (IBGE, 2007); World Bank (2004).

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL AGROPECUÁRIA NO BIOMA CAATINGA

Agricultural environmental degradation within caatinga biome

Samuel Alex Coelho Campos

Bacharel em Gestão do Agronegócio. M.S. em Economia Aplicada. D.S. em Economia Aplicada. Professor Adjunto na Universidade Federal de Integração Latino Americana, Instituto Latino Americano de Economia, Sociedade e Política.
E-mail: s.alex.coelho@gmail.com.

Marcelo Dias Paes Ferreira

Bacharel em Gestão do Agronegócio. M.S. em Economia Aplicada. D.S. em Economia Aplicada. Professor Adjunto na Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia. E-mail: marcelo.ferreira@ufg.br.

Alexandre Bragança Coelho

Bacharel em Economia. M.S. em Economia. D.S. em Economia Aplicada. Professor Associado na Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural. E-mail: acoelho@ufv.br.

João Eustáquio de Lima

Engenheiro Agrônomo. M.S. em Economia Rural. Ph.D. em Economia Rural. Pós-Doctor Métodos Quantitativos. Professor Titular na Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Economia Rural. E-mail: jelima@ufv.br.

Resumo: O presente trabalho analisou a evolução da degradação proveniente da agropecuária entre 1995/96 e 2006 para as microrregiões do bioma Caatinga. Utilizou-se a análise fatorial para a construção do Índice Geral de Degradação – IGD e a análise de *clusters* para agrupar aquelas microrregiões com evolução semelhante quanto à degradação. Os resultados indicaram que houve uma redução geral da degradação ambiental proveniente da agropecuária. As regiões que obtiveram maior sucesso em reduzir a degradação foram aquelas que tiveram uma redução da área destinada à agropecuária com redução no uso de defensivos agropecuários e irrigação. Entretanto, aproximadamente 10% das microrregiões apresentaram aumento da degradação, das quais 80% estão localizadas no estado do Ceará. Os principais fatores associados ao aumento da degradação foram o aumento no número de máquinas e implementos agrícolas, o crescimento da área destinada à agropecuária e a consequente redução da área ocupada com matas e florestas nos estabelecimentos agropecuários. Por fim, destaca-se a necessidade de ações que incentivem os produtores a adotar práticas de manejo e conservação do solo, sendo necessário o apoio governamental, fornecendo assistência técnica e treinamento.

Palavras-chave: Degradação Ambiental; Caatinga; Agropecuária; Análise Fatorial.

Abstract: This paper analyses the agricultural degradation between 1995/96 and 2006 over micro-regions within the caatinga biome. We used factor analysis to construct the General Degradation Index - IGD and cluster analysis to classify micro-regions with similar degradation. Results indicate an overall reduction of environmental degradation over time. Regions with great degradation reduction also have reduced the area devoted to agriculture, use of pesticide and irrigation. However approximately 10% of the micro-regions have increased degradation over time, most of them (80%) are located in the state of Ceará. The main factors associated with increased degradation were the increase in the number of agricultural machinery, the agricultural land expansion, and the forest reduction within farms. There is a need for actions that encourage farmers to adopt management practices and soil conservation and government support in providing technical assistance and training.

Key words: Environmental Degradation; Caatinga; Agriculture; Factor Analysis.

1 Introdução

A produção agropecuária pode resultar em degradação dos ecossistemas, contaminação de alimentos, solos e água, elevação do custo de captação da água para abastecimento humano e aumento das emissões de gases do efeito estufa por meio do desmatamento (MARQUES, 1998; HOGAN, 2001; FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005; RODRIGUES, 2005; LIMA; PESSOA; LIGO, 2006; DANTAS; MONTEIRO, 2010; FOLEY et al., 2005). Esses efeitos são tanto maiores quanto mais intensiva for a produção. A produção agropecuária intensiva eleva a erosão do solo e a produção de sedimentos, levando nutrientes, defensivos agrícolas e outros poluentes para o lençol freático e corpos de água (FOLEY et al., 2005).

Essa relação entre degradação e intensidade de produção agropecuária pode ser observada em diversas atividades. A produção de leite intensiva, por exemplo, implica a produção de dejetos e urina em grandes quantidades, bem como emissões de CO₂ (DI; CAMERON, 2000, 2002), sendo que quanto maior o número de bovinos por área, maior o impacto ambiental em virtude da maior concentração dos poluentes. Essa poluição poderia comprometer a produção de peixes e elevar o custo de captação da água (VITOUSEK et al., 2009). Sistemas de produção intensivos com uso de irrigação também têm resultado em compactação do solo, posterior erosão e queda de produtividade (VIANA et al., 2006) e salinização do solo (BRASIL. MMA, 2002). Ademais, altas taxas de lotação (cabeças/área) nas pastagens contribuem para a degradação das pastagens e do solo, via redução da vegetação, compactação e menor taxa de infiltração da água e modificações no ciclo dos nutrientes (SILVA et al., 2014). A monocultura reduz a diversidade, degrada as características físicas, químicas e biológicas do solo e aumenta a propensão do ataque de pragas e doenças tornando necessário, assim, a maior aplicação de fertilizantes e defensivos agropecuários (STRUİK; BONCIARELLI, 1997; SIPILÄINEN; HUHTAL, 2013).

Essa degradação ambiental advinda da atividade agropecuária pode ser potencializada pelas características do meio ambiente no qual a atividade produtiva está sendo praticada. Nesse sentido, dentre os biomas brasileiros, a condição de aridez

da caatinga¹ torna o equilíbrio ecológico frágil e eleva susceptibilidade à degradação ambiental e desertificação decorrente da atividade agropecuária intensiva (KILL et al, 2007; COSTA et al., 2009), principalmente pelo solo da região apresentar baixa capacidade de regeneração (SOUZA et al., 2012), que somado à compactação e erosão do solo, pastejo contínuo e redução da cobertura vegetal, tem contribuído para o avanço da desertificação na região.

Há diversas estimativas quanto à área da caatinga alterada pela atividade humana, que variam de 30% (ARAÚJO et al., 2005), de 30,38 a 51,68% (CASTELLETTI et al., 2003) e 68% (BRASIL. MMA, 2002). A atividade agropecuária se destaca como fator impulsionador dessa modificação (ARAÚJO et al., 2005), uma vez que 27,47% da caatinga era ocupada pela agropecuária em 1993 (CASTELLETTI et al., 2003). A área com pastagens degradadas nos estabelecimentos agropecuários do semiárido brasileiro em 2006 foi de 1.596.929 ha, 12,8% da área total de pastagens, sendo ainda que 279.217 ha. estavam erodidos, desertificados, salinizados ou apresentavam outros problemas (IBGE, 2014a).

Essas transformações apresentam ameaças para o bioma, na forma de perda de biodiversidade e desestabilização do ecossistema e desertificação (CASTELLETTI et al., 2003). A caatinga é um dos biomas mais ameaçados e alterados pelo homem. No ano de 2008 46 espécies da flora ameaçados de extinção estavam inseridas nesse bioma (IBGE, 2014b). O desmatamento e as queimadas figuram como principais agentes de degradação nesse ambiental, aumentando evaporação da água e o processo de desertificação (BRASIL. MMA, 2002). Também se destacam a retirada da vegetação ciliar e a poluição dos cursos d'água pela atividade produtiva, com agrotóxicos, bem como o manejo inadequado do rebanho e a retirada de lenha dentre as ações antrópicas sobre a caatinga (COSTA et al., 2009).

Todavia, os produtores agropecuários podem adotar diversos procedimentos que permitam a conservação, preservação e, ou recuperação de áreas degradadas. A manutenção das matas ciliares permitem reduzir a quantidade de sedimentos

¹ O domínio da caatinga cobre uma área de 734.478 km², estendendo pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, norte de Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (BRASIL. MMA, 2002).

levados pelas chuvas para os corpos de água, reduzindo o assoreamento e a poluição por insumos agrícolas (MACHADO; VETTORAZZI; XAVIER, 2003). A utilização de tecnologias de integração lavoura-pecuária permite a manutenção e recuperação da qualidade do solo, destacando-se também o uso de terraços (VIANA et al., 2006) e plantio direto na redução da erosão hídrica pluvial (BERTOL et al., 2007). Também pode ser citada a rotação de culturas, que melhora a fertilidade do solo e suas características físicas, controla plantas daninhas e reduz a incidência de pragas e doenças (STRUİK; BONCIARELLI, 1997).

No Brasil, a análise da degradação ambiental proveniente da produção agropecuária tem recebido atenção crescente. Como metodologias têm sido utilizadas a análise multivariada (LEMONS, 2001; SILVA; RIBEIRO, 2004; FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005; CUNHA et al., 2008; PINTO; CORONEL, 2014) e o custo de reposição (DANTAS; MONTEIRO, 2010). Utilizando o Método do Custo de Reposição, Dantas e Monteiro (2010), determinaram e analisaram o custo econômico da degradação do solo piauiense originado da erosão do solo resultante da produção de soja, sendo que o sistema de plantio direto seria uma alternativa ao plantio convencional para o controle da erosão, apresentando um menor custo de reposição.

Por meio da análise multivariada, Lemos (2001) hierarquizou a degradação ambiental dos municípios no Nordeste; Silva e Ribeiro (2004) determinaram a degradação para os municípios acreanos; Fernandes, Cunha e Silva (2005) mediram a degradação ambiental para o estado de Minas Gerais; Cunha et al. (2008) realizaram um estudo sobre o nível de degradação do Cerrado; e Pinto e Coronel (2014) analisaram a degradação dos municípios e mesorregiões do estado do Rio Grande do Sul.

Entretanto, apesar dessas abordagens, são poucos os trabalhos que tratam do bioma caatinga e da degradação proveniente da agropecuária de forma ampla, buscando quantificar a relação entre a produção agropecuária e degradação da caatinga. Um dos poucos estudos que tratam do tema é Sampaio, Araújo e Sampaio (2005), que abordaram a desertificação no Nordeste do País por meio de uma revisão de literatura. Esses autores apresentam as causas da degradação da

caatinga, bem como resultados de diversos estudos experimentais que simulam a degradação advinda da atividade agropecuária sobre certos cenários. Assim, os estudos apresentados, de forma geral, não quantificam a deterioração advinda da produção agropecuária na Caatinga. Desta forma, esse estudo contribui para a literatura sobre o tema ao analisar os fatores associados à produção agropecuária e sua contribuição para a degradação nesse bioma. Ademais, esse estudo contribui para o maior entendimento da degradação da Caatinga associada à produção agropecuária ao analisar a evolução dessa degradação no bioma, permitindo avaliar sua tendência por microrregiões e por estados e destacar aqueles estados ou microrregiões que necessitam de maior atenção para o controle da deterioração da qualidade ambiental. Essa última característica deste trabalho também é uma inovação metodológica em relação aos trabalhos que medem a degradação advinda da agropecuária. Tais trabalhos focam na degradação em um único período de tempo, evidenciando uma distribuição espacial de tal fenômeno. A abordagem proposta neste trabalho vai além por considerar a evolução da degradação ao longo do tempo por meio da análise para dois períodos.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi analisar a contribuição da atividade agropecuária na degradação ambiental no bioma Caatinga e sua evolução no período de 1995/1996 a 2006. Além dessa seção introdutória, compõem este trabalho a seção de metodologia, na qual são apresentados os métodos de análise fatorial e de análise de cluster; os resultados e discussão e, a seguir, as conclusões do artigo.

2 Metodologia

A degradação ambiental advinda da produção agropecuária foi considerada como associada à intensidade da produção agropecuária no bioma Caatinga, conforme abordagem utilizada por Cunha et al. (2008), e também às práticas de manejo do solo. O termo degradação ambiental empregado, tal como Cunha et al. (2008), considerou como agressão ou dano ao meio ambiente a pressão agropecuária sobre os recursos naturais via excesso de desmatamento, uso intensivo de máquinas e equipamentos como responsáveis pela compactação e erosão do solo, uso intensivo e excessivo de

adubos químicos, assoreamento dos rios, contaminação da água superficial e subterrânea e a perda de biodiversidade. Assim, a intensidade da atividade agropecuária, e os efeitos prejudiciais associados sobre o meio ambiente, foram utilizadas como *proxy* para degradação

Foram consideradas na análise apenas aquelas microrregiões inseridas totalmente na Caatinga, não sendo consideradas, portanto, microrregiões nas quais ocorrem outros biomas além da Caatinga. A inclusão de microrregiões parcialmente inseridas na Caatinga adicionaria características associadas a outros biomas na análise. Esse procedimento é justificado pelo conceito de núcleo do bioma, adaptado de Cunha et al. (2008). Dadas essas considerações, o estudo contou com 93 microrregiões em 8 unidades da federação (Piauí, Ceará, Sergipe, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte).

Para cálculo do índice de degradação ambiental proveniente da agropecuária foi utilizada a análise fatorial empilhando os dados para os dois períodos de análise. Essa técnica permitiu resumir o número de variáveis associadas à degradação aos escores fatoriais, simplificando a análise. Posteriormente, o Índice Geral de Degradação (IGD) foi calculado utilizando o procedimento proposto por Lemos (2001). Por fim, as microrregiões foram agrupadas quanto à atividade agropecuária por meio da análise de cluster e a trajetória de cada grupo foi analisada considerando o IGD. Esses procedimentos estão descritos nas próximas subseções.

2.1 Análise fatorial

Por meio da Análise Fatorial, a variabilidade original do vetor aleatório X foi resumida em um número m variáveis aleatórias, resumando as informações das variáveis originais (MINGOTI, 2007).

O número “ j ” de fatores a serem extraídos foi determinado considerando apenas aquelas raízes características maiores que 1. Posteriormente, os escores fatoriais “ f_j ” foram calculados pela combinação linear das variáveis observáveis x_i para o número de fatores extraídos:

$$f_j = d_{j1}x_1 + d_{j2}x_2 + \dots + d_{ji}x_i \quad (1)$$

em que d_{mi} são os coeficientes dos escores fatoriais e x_i as variáveis originais observadas, com média zero e desvio padrão igual a um.

As observações foram empilhadas na forma de

um painel para a estimação do modelo e dos escores fatoriais. Desta forma, a matriz de dados foi formada por 186 linhas e 11 colunas, sendo as 93 primeiras linhas referentes aos dados do período de 1995/96 e as posteriores referentes ao período de 2006. Tal empilhamento é comumente utilizado na literatura (HOFFMANN, 1992; MEYER, 1997; KAGEYAMA; LEONE, 2002) e permite comparar diretamente os escores fatoriais entre os períodos analisados.

2.2 Índice de degradação ambiental

Para a estimação da degradação ambiental agropecuária nas microrregiões da Caatinga foi utilizado o Índice Geral de Degradação Ambiental, proposto inicialmente por Lemos (2001) e modificado por Cunha et al. (2008). O índice foi calculado utilizando os escores fatoriais obtidos da análise fatorial, como retratado pela equação (2):

$$IGD_i = \sum_{j=1}^p \frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} f_{ji}^* \quad (2)$$

em que IGD_i é o índice para i -ésima microrregião, λ_j é a j -ésima raiz característica, p é o número de fatores extraídos na análise, f_{ji}^* é o j -ésimo escore fatorial da i -ésima microrregião e $\sum \lambda_j$ é o somatório das raízes características referentes aos p fatores extraídos.

Para que valores dos escores fatoriais (f_{ji}) sejam iguais ou maiores do que 0, antes da construção do IGD, foi adotado o procedimento matemático, também utilizado por Lemos (2001), Fernandes, Cunha e Silva (2005) e Cunha et al. (2008):

$$f_{ji}^* = \frac{f_{ji} - f_j^{\min}}{f_j^{\max} - f_j^{\min}} \quad (3)$$

em que f_j^{\min} é o menor escore observado para o j -ésimo fator e f_j^{\max} é o maior escore observado para o j -ésimo fator. Assim, quanto mais próximo de zero, menor a pressão ou contribuição da agropecuária para a degradação da Caatinga.

2.3 Análise de cluster

Buscando classificar as microrregiões quanto ao padrão de evolução da degradação, foi empregada a análise de agrupamentos ou *cluster*. Assim, foram utilizadas como variáveis para a formação dos grupos a variação dos escores fatoriais para cada m -ésima microrregião:

$$\Delta f_{jm} = f_{jm}^{2006} - f_{jm}^{1995/96}$$

em que Δf_{jm} é a variação do j -ésimo escore fatorial da m -ésima microrregião e f_{jm}^{2006} e $f_{jm}^{1995/96}$ são os j -ésimos escores fatoriais da m -ésima microrregião para os períodos de 2006 e 1995/1996, respectivamente. Foram utilizados os escores fatoriais obtidos pela análise fatorial como variáveis para o agrupamento das regiões em grupos homogêneos pois, segundo Hair et al. (2005), a análise de *clusters* necessita que as variáveis utilizadas não apresentem multicolinearidade, o que é garantido, por construção, pelos escores fatoriais.

A análise de *clusters* permite que sejam construídos grupos de microrregiões com trajetórias de degradação semelhante. Utilizou-se o método de dois estágios proposto por Punj e Steward (1983) para a classificação dos *clusters*. Este método é considerado o mais adequado pelo fato de que a primeira etapa determina o número de *clusters*, informação necessária à segunda etapa, que utiliza métodos não hierárquicos (TOYOSHIMA; SANTOS; FORTUNATO, 2005). A primeira etapa consiste em aplicar o método de variância mínima de Wald, que, utilizando o critério de parada pseudo F de Calinski Harabasz (1974), fornecerá o número de grupos, informação que posteriormente será utilizado no método de média k .

O método de Wald fundamenta-se em dois princípios (MINGOTI, 2007): (i) inicialmente, cada elemento é considerado como um único conglomerado; (ii) em cada passo do algoritmo de agrupamento, combinam-se dois conglomerados por vez que minimizam a distância, sendo que dois conglomerados quando unidos não podem mais ser separados. A distância entre dois conglomerados C_i e C_j é definida:

$$d(C_i, C_j) = \left(\frac{n_i n_j}{n_i + n_j} \right) (\bar{X}_i - \bar{X}_j)^T (\bar{X}_i - \bar{X}_j) \quad (4)$$

O método de k -média consiste em alocar àquele *cluster* cuja centróide (vetor de médias amostrais) é o mais próximo do vetor de valores observados para o respectivo elemento. O método é formado por quatro passos: (i) escolhe-se k -centróides a serem utilizados no início de partição; (ii) cada elemento é comparado com cada centróide quanto à distância; (iii) cada elemento é alocado àquele grupo cuja distância é a menor, aplicando para cada n elementos; (iv) recalculam-se os valores dos centróides para cada novo grupo, repetindo o segundo e terceiros passos até que nenhuma rea-

locação seja possível (MINGOTI, 2007).

2.4 Variáveis e tratamento dos dados

Os dados utilizados no estudo foram obtidos dos Censos Agropecuários referentes aos períodos de 1995/1996 e 2006 para as microrregiões inseridas totalmente na Caatinga, compreendendo 93 microrregiões. Estas variáveis são descritas em relação à área total dos estabelecimentos em hectares (AE) ou número dos estabelecimentos (NE), uma vez que se objetivou analisar a intensidade do uso das tecnologias e exploração agropecuária.

A escolha das variáveis buscou captar a intensidade da produção agropecuária e de seus processos de produção que elevassem a degradação (proveniente da agropecuária). Nesse sentido, máquinas agrícolas, defensivos, energia elétrica, combustíveis, efetivo bovino e irrigação foram consideradas como relacionadas ao aumento da degradação via erosão do solo, compactação, salinização do solo, contaminação dos cursos de água e outros pontos tratados na introdução desse trabalho.

Para facilitar a interpretação dos fatores, as variáveis foram geradas de forma que seu aumento poderia ser associado à maior degradação. Por exemplo, uma maior diversidade de culturas agrícolas pode ser associada a uma menor degradação ambiental, assim, o índice de diversidade² foi multiplicado de forma que os maiores valores passassem a representar menores e, portanto, microrregiões com menor diversidade apresentasse o maior

² Índice de Diversidade de Shannon-Weiner (SHDI) foi calculado por meio de $SHDI = -\sum [P_i \cdot (\ln P_i)]$ com $i = 1, 2, \dots, J$, em que J é o número de atividades agropecuárias, P_i é a proporção da área do estabelecimento agropecuário que uma determinada cultura j ocupa e \ln é o logaritmo natural. SHDI assume valor 0 quando a área é ocupada por apenas uma atividade agropecuária e valor máximo quando todas as atividades ocupam mesma proporção da área. Para maiores detalhes, consultar Sipiläinen e Huhtala (2013) e Armsworth, Kendall e Davis (2004). As atividades agropecuárias consideradas foram as culturas permanentes (abacate, algodão arbóreo (em caroço), banana (cacho), cacau (em amêndoa), café (em grão) total, castanha de caju, coco-da-baía, goiaba, laranja, limão, mamão, manga, maracujá, marmelo, palmito, pimentado-reino, sisal ou agave (fibra), tangerina, urucum (semente) e uva), temporárias (abacaxi, algodão herbáceo (em caroço), alho, amendoim (em casca), arroz (em casca), batata-doce, batata-inglesa, cana-de-açúcar, cebola, fava (em grão), feijão (em grão), fumo (em folha), mamona (baga), mandioca, melancia, melão, milho (em grão), soja (em grão), sorgo (em grão) e tomate), pastagens naturais e pastagens plantadas. Essas culturas ocuparam alguma área em pelo menos uma microrregião. Como foram consideradas 68 culturas no cálculo do SHDI, esse pode assumir o valor máximo de 6,05.

valor e assim, o índice pudesse ser interpretado como o grau de monocultura da produção agrícola.

Foram utilizadas as seguintes variáveis nesse estudo³: **Temporárias**: Área total utilizada com culturas temporárias, em hectares/AE; **Pastagens**: Área total utilizada com pastagens naturais e plantadas, em hectares /AE; **Lotação**: Efetivo bovino/área com pastagens naturais e plantadas dos estabelecimentos agropecuários, em ha; **Tratores.ha**: Número de tratores/AE; **Tratores.ne**: Número de tratores/NE; **Plantio.ha**: Número de máquinas para plantio/AE; **Plantio.ne**: Número de máquinas para plantio/NE; **Colheita.ha**: Número de máquinas para colheita/AE; **Colheita.ne**: Número de máquinas para colheita/NE; **Adubos**: Valor de despesas com adubos e corretivos, em R\$/AE; **Agrotóxicos**: Valor de despesas com agrotóxicos, em R\$/AE; **Combustíveis**: Valor de despesas com combustíveis e lubrificantes, em R\$/AE; **Energia elétrica**: Valor de despesas com energia elétrica consumida, em R\$/AE; **Irrigação**: Área irrigada, em hectares/AE; **Monocultura**: Índice representando o grau de monocultura, obtido por meio do negativo do índice de diversidade de Shannon; **Agropecuária**: Proporção da área utilizada pela produção agropecuária, obtida por meio de 1 - (área ocupada com matas naturais e artificiais/AE); **Solo**: Proporção dos estabelecimentos que não utilizam nenhuma prática de controle da erosão do solo; **Pr.Vegetal**: Proporção dos estabelecimentos que controlam pragas e doenças vegetais; **Pr.Animal**: Proporção dos estabelecimentos que controlam pragas e doenças animais.

Os valores monetários dispendidos pelos agricultores em adubos e corretivos, combustíveis e lubrificantes, agrotóxicos e energia elétrica foram transformados para valores reais de dezembro de 2006 utilizando o índice de preços pagos pelos agricultores para os respectivos estados analisados⁴ (FVG, 1996; 2007).

3 As variáveis utilizadas nesse estudo foram limitadas por aquelas disponíveis no Censo Agropecuário de 1995/96.

4 Para os estados de Sergipe e Alagoas foram utilizados os índices de preços pagos pelos produtores dos estados da Bahia e Pernambuco, respectivamente, dado a indisponibilidade desse índice para esses estados. Os índices utilizados são aqueles dos estados vizinhos em que o índice de preços está disponível.

3 Resultados e discussão

3.1 Interpretação dos fatores

Por meio da análise fatorial, operacionalizada pelo método dos componentes principais, foram extraídos os seis primeiros fatores (Tabela 1), que explicam conjuntamente, aproximadamente 83% da variância total.

A análise fatorial pressupõe que as variáveis sejam correlacionadas entre si e tal correlação pode ser avaliada por meio do teste de esfericidade de Bartlett com distribuição qui-quadrado. O valor para a estatística foi de $\chi^2 = 3.564,35$ com 171 graus de liberdade, indicando que a correlação entre as variáveis é significativa ao nível de significância de 1%. A adequabilidade dos dados foi analisada por meio do critério de Kaiser-Meyer-Olkin. O valor estimado foi de 0,617, que indica a adequação da amostra ao método, segundo Hair et al. (1995).

Tabela 1 – Fatores extraídos pelo método dos componentes principais, microrregiões da Caatinga, 1995/96 e 2006

Fator	Raízes características	Variância explicada (%)	Variância acumulada (%)
F1	5,14	27,06%	27,06%
F2	3,60	18,97%	46,03%
F3	2,27	11,95%	57,98%
F4	1,89	9,97%	67,95%
F5	1,52	8,00%	75,95%
F6	1,16	6,09%	82,04%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Os fatores foram então rotacionados pelo método Varimax como estratégia para facilitar e simplificar a interpretação dos fatores. As informações contidas nas variáveis foram reduzidas nos seis fatores extraídos anteriormente. Foram consideradas como variáveis de maior associação (correlação) aos fatores aquelas que apresentaram cargas fatoriais maiores que 0,50, sendo essas destacadas em negrito (Tabela 2). A comunalidade representa a capacidade dos fatores explicar a variância das variáveis originais. Por exemplo, os seis primeiros fatores explicaram 91% da variância total da variável Plantio.ha.

A degradação agropecuária proveniente do manejo do solo por máquinas e equipamentos está retratado nos fatores 1 e 5, uma vez que as variáveis para máquinas de plantio e colheita estão positivamente correlacionadas ao fator 1, enquanto os tratores estão correlacionados ao fator 5. Os fatores 1 e 5 explicaram conjuntamente 36,06% da variância comum.

A degradação do solo, potencial poluição dos cursos de água e contaminação de humanos, estão relacionados nos fatores 2 e 3 por meio das variáveis relacionadas ao uso de bioquímicos, como adubos, corretivos, agrotóxicos e medicamentos para o controle de pragas e doenças em animais, bem como o consumo de combustíveis e lubrificantes, necessários para a aplicação de agrotóxicos, adubos e corretivos utilizando tratores. Também estão relacionados ao fator 2 a potencial

degradação do solo por meio da irrigação, representada pela proporção da área irrigada e consumo de energia elétrica, enquanto o fator 3 também incorporou a proporção dos produtores agropecuários que declararam não utilizar nenhuma técnica de controle da erosão do solo pelos ventos ou pela água das chuvas.

Por fim, a degradação relacionada à intensidade da exploração ou uso da terra está retratada pelos fatores 4 e 6. O quarto fator está positivamente correlacionado com as culturas temporárias, ao número de cabeças de bovinos por área de pastagem (natural e plantada), monocultura e negativamente ao percentual da área dos estabelecimentos ocupada com pastagens. O sexto fator está positivamente correlacionado à proporção da área utilizada para a agropecuária e à proporção da área ocupada com pastagens (naturais e plantadas).

Tabela 2 – Cargas fatoriais, comunalidade e variância explicada pela análise fatorial após a rotação varimax para as microrregiões da caatinga, 1995/96 e 2006

Variável	Cargas fatoriais						Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	
Plantio.ha	0,94	-0,01	-0,02	0,15	-0,08	0,06	0,91
Colheita.ha	0,93	-0,01	-0,03	0,15	-0,08	0,06	0,91
Plantio.ne	0,88	-0,08	-0,21	-0,08	0,19	-0,01	0,86
Colheita.ne	0,88	-0,07	-0,18	-0,08	0,13	-0,01	0,83
Adubos	-0,05	0,95	0,04	0,06	0,09	-0,06	0,92
Agrotóxicos	-0,05	0,93	0,07	-0,01	0,06	-0,07	0,88
Energia elétrica	-0,04	0,82	0,33	0,08	0,16	-0,13	0,84
Combustíveis	-0,10	0,64	0,57	0,12	0,11	-0,15	0,79
Irrigação	0,26	0,49	0,38	-0,10	-0,10	-0,16	0,50
Solo	-0,21	0,16	0,87	0,09	0,08	-0,06	0,85
Pr.Vegetal	-0,10	0,15	0,85	-0,25	-0,11	0,00	0,83
Pr.Animal	0,12	-0,14	-0,83	-0,29	0,01	0,10	0,81
Monocultura	0,01	0,08	-0,09	0,86	0,02	-0,09	0,77
Temporárias	0,13	-0,08	0,15	0,76	0,07	0,30	0,71
Lotação	0,10	0,15	0,17	0,68	0,01	-0,15	0,55
Tratores.ne	0,03	0,21	0,03	-0,18	0,91	-0,10	0,92
Tratores.ha	0,05	0,05	-0,03	0,35	0,86	0,17	0,90
Agropecuária	0,14	-0,15	-0,06	0,14	0,09	0,91	0,91
Pastagens	-0,12	-0,14	-0,16	-0,56	-0,10	0,72	0,90

Fonte: Dados da Pesquisa.

Desta forma, os escores fatoriais referentes a esses seis fatores rotacionados foram calculados e utilizados no cálculo do Índice Geral de Degrada-

ção – IGD. Os valores para o IGD e sua análise são apresentados na próxima subseção.

3.2 Índice geral de degradação agropecuária da caatinga

O Índice Geral de Degradação foi calculado (Tabela 3) como forma de avaliar a pressão potencial que a atividade agropecuária exerce sobre a caatinga utilizando os escores fatoriais (rotacionados), como apresentado anteriormente pelas Equações (2) e (3).

Há uma redução na importância agropecuária para a degradação nas microrregiões analisadas ao

longo dos dois períodos, retratada pela redução do valor médio IGD em todos os estados (Tabela 3). Entretanto, destaca-se que o IGD alcançou o maior valor (0,556) em 2006 no estado da Paraíba, embora esse tenha sido o estado com também menor IGD (0,104) para aquele ano. De forma geral, a atividade agropecuária representou a maior contribuição como agente de degradação ambiental em Alagoas e Sergipe, em ambos os anos estudados, enquanto apresentou o menor impacto nos estados do Piauí e do Ceará.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas para o IGD para as microrregiões da caatinga, 1995/96 e 2006

Estado	Média		Coeficiente de variação		Mínimo		Máximo	
	1996	2006	1996	2007	1996	2007	1996	2007
Alagoas	0,346	0,235	0,139	0,126	0,311	0,203	0,414	0,274
Bahia	0,293	0,200	0,161	0,217	0,255	0,157	0,422	0,299
Ceará	0,255	0,209	0,222	0,294	0,129	0,145	0,424	0,418
Paraíba	0,307	0,208	0,107	0,504	0,261	0,104	0,362	0,556
Pernambuco	0,285	0,182	0,135	0,227	0,230	0,135	0,346	0,262
Piauí	0,223	0,133	0,093	0,151	0,203	0,114	0,256	0,160
Rio Grande do Norte	0,281	0,188	0,126	0,199	0,239	0,133	0,358	0,273
Sergipe	0,345	0,246	-	-	0,345	0,246	0,345	0,246
Média	0,278	0,200	0,187	0,321	0,129	0,104	0,424	0,556

Fonte: Resultados da Pesquisa.

A queda do IGD pode ser atribuída à redução da área percentual ocupada com lavouras temporárias (de 19% para 16%), redução da pressão exercida pelos bovinos por área de pastagem (de 1,01 para 0,71), bem como a redução no gasto adubos, corretivos e agrotóxicos, combustíveis e lubrificantes, energia elétrica, à redução no número de produtores que declararam não utilizar nenhuma prática de conservação do solo (de 90% para 38%), redução da área irrigada e aumento da diversificação, embora que pequeno, com o índice para monocultura reduzindo de 1,25 para 1,20⁵, em média.

A redução da área ocupada com culturas temporárias ou anuais pode ser considerada como um indicador de redução da degradação, uma vez que as culturas anuais deixariam o solo mais exposto à ação erosiva das chuvas (SAMPAIO; ARAÚJO; SAMPAIO, 2005), que combinado com o baixo uso de práticas de conservação do solo (90% dos

5 A estatística descritiva para todas as variáveis está apresentada em anexo.

estabelecimentos agropecuários declararam não utilizar nenhuma prática de conservação do solo em 1995/96), implica empobrecimento do solo, erosão, queda de produtividade e necessidade de utilizar fertilizantes para repor os nutrientes perdidos. Destaca-se também que, se forem aplicados fertilizantes no momento do plantio, esses podem ser carregados para os corpos de água e – contaminá-los.

Ademais, a necessidade de que o solo seja trabalhado a cada ciclo de plantio por meio da aração e gradagem, no plantio convencional, reduz a biodiversidade animal nos solos, aumenta a compactação dos solos pelo trânsito de máquinas e equipamentos, o que potencializa a erosão superficial pela diminuição da infiltração das águas e pela criação de um perfil compactado no solo. A redução da lotação dos bovinos por área de pastagem também reduz a compactação do solo, degradação das pastagens e erosão.

A redução no uso de agrotóxicos é um fator po-

sitivo ambientalmente, uma vez que, segundo Fernandes, Cunha e Silva (2005), os agricultores não seguem as recomendações de aplicação. Ademais, a aplicação de agrotóxicos demanda diversos cuidados, como não aplicar quando houver umidade excessivamente alta ou baixa, não estar ventando, a dosagem e o momento da aplicação deve ser tal que o momento da colheita respeite o tempo mínimo necessário para que os produtos não apresentem resíduos e contaminantes. É necessário que o aplicador também tome certos cuidados para evitar ser contaminado durante a aplicação e também é necessário que o descarte das embalagens vazias (e contaminadas) dos agrotóxicos seja feito adequadamente.

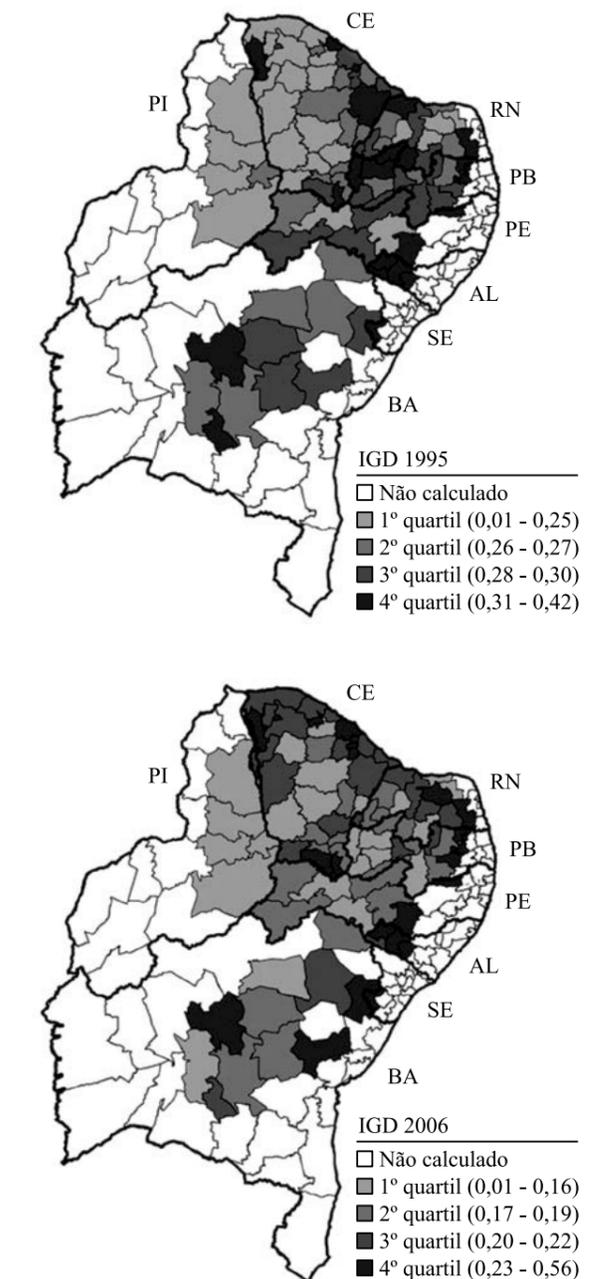
A redução da área irrigada também diminui o potencial de degradação da agricultura, uma vez que segundo Rebouças (1997) e Sampaio, Araújo e Sampaio (2005), a utilização de água com teores elevados de sais, juntamente com o manejo inadequado da irrigação e solos mal drenados pode salinizar o solo, o que comprometerá a produção agropecuária nessa área. Segundo Rebouças (1997), esse seria um problema nos perímetros irrigados do baixo Jaguaribe (CE), baixo Açu (RN) e Souza (PB). Esse mesmo autor destaca a falta de apoio e treinamentos técnicos aos produtores para a utilização de tecnologias modernas de uso do solo e irrigação. Também é importante destacar que o uso em dosagens elevadas de fertilizantes em solos mal manejados também pode salinizar o solo.

Apesar da redução absoluta média do índice de degradação, algumas microrregiões tiveram um aumento relativo do índice de degradação em relação às demais microrregiões. Alguns estados que apresentavam maior número de microrregiões no primeiro quartil (menores valores relativos para a degradação) em 1995/96 tiveram um aumento no número de microrregiões nos quartis superiores em 2006, e portanto um aumento relativo da degradação, como o Ceará (Figura 1). É importante destacar que os estratos foram definidos considerando 4 quartis para cada ano, e portanto refletem as microrregiões com menor e maior IGD em cada ano com cada classe incorporando aproximadamente 23 microrregiões.

Por outro lado, alguns estados apresentaram redução relativa (e absoluta) na degradação advinda da agropecuária. Dentre as cinco microrregiões analisadas para o estado do Piauí em 1995/96, uma estava no segundo quartil de degradação e as de-

mais no primeiro. Contudo, em 2006, além do valor médio do IGD para o Estado ter reduzido de forma absoluta (Tabela 3), a degradação relativa às outras microrregiões também se reduziu, uma vez que todas as microrregiões desse Estado ficaram no quartil mais baixo de degradação (primeiro quartil do IGD).

Figura 1 – Índice geral de degradação para 1995/96 e 2006 por microrregiões da caatinga



Fonte: Resultado da pesquisa.

Por outro lado, outros estados continuam liderando o ranque das microrregiões de maior degradação potencial advinda da atividade agropecuária, como Alagoas e Sergipe. O comportamento do IGD em ambos os estados chama a atenção uma vez que as áreas mais escuras nesses estados (quartis elevados) também são aquelas que apresentam áreas em processo de desertificação de “moderada” a “muito grave” (BRASIL. MMA, 2007). A degradação proveniente da agropecuária também merece atenção no estado do Ceará, uma vez que esse Estado apresentou, de forma geral, um aumento da degradação proveniente da agropecuária ao longo dos períodos analisados.

3.3 Trajetórias da intensidade para as microrregiões da caatinga brasileira

A trajetória das microrregiões quanto à degradação potencial advinda da atividade agropecuária foi analisada distribuindo as microrregiões em grupos homogêneos quanto à trajetória de degradação. Para tal, foi calculada a variação dos fatores rotacionados extraídos entre 2006 e 1995/96 para cada microrregião, sendo essa variação utilizada como indicador do sentido e intensidade da degradação, em seguida, as microrregiões foram agrupadas segundo essas variações por meio da análise de *cluster*.

A análise de *cluster* foi implementada como descrito anteriormente: primeiramente foi utilizado o método de variância mínima de Wald, utilizado o critério de parada pseudo F de Calinski Harabasz (1974), que indicou o agrupamento das microrregiões em quatro grupos⁶. Uma vez determinado o número de grupos a serem formados (quatro), o método de média k foi empregado para determinar quais microrregiões deveriam ser enquadradas em cada grupo homogêneo, sendo que cada grupo foi tratado como incorporando microrregiões homogêneas em relação às trajetórias de degradação da agropecuária e cada agrupamento representando divergência entre si quanto à evolução da degradação.

6 Os valores calculados para a estatística pseudo F foram 21,61 (2 grupos), 18,02 (3 grupos) 22,90 (4 grupos), 21,87 (5 grupos) e 22,37 (6 grupos). O maior valor calculado para a estatística indica o número de agrupamentos, nesse caso o maior valor foi 22,90.

A variação dos escores fatoriais e do IGD no período foram pequenas quando se considera o valor médio para toda a Caatinga (Tabela 4). Entretanto, a análise dos agrupamentos apresenta maiores diferenças, indicando que aproximadamente em 90% das microrregiões a degradação se reduziu, enquanto em aproximadamente 10% a degradação advinda da agropecuária aumentou. Ademais, a análise das regiões por agrupamentos permite determinar quais as principais características de cada agrupamento que estariam associadas à redução ou elevação da degradação.

Nesse sentido, a segunda trajetória agrupa as microrregiões que tiveram uma elevação da degradação. Esse resultado indica a importância da análise considerando as regiões similares quanto à evolução da degradação, uma vez que a análise da média não permite observar que a degradação em algumas regiões aumentou; pelo contrário, indica que essa teria reduzido em 0,08. A análise por agrupamentos destaca também que apenas duas microrregiões tiveram a maior redução da degradação, em média 0,14.

A análise das principais características de cada trajetória (ou agrupamento), considerando a variação dos escores fatoriais e a relação de cada fator às variáveis relacionadas à degradação⁷, indica que as microrregiões inseridas no primeiro agrupamento apresentaram ganhos ambientais mais equilibrados quando se comparam as demais microrregiões, uma vez que a primeira trajetória apresentou redução em todos os indicadores, exceção do primeiro fator que aumentou apenas 0,01, enquanto nas demais trajetórias de degradação há a elevação em pelo menos outro fator. A primeira trajetória pode ser caracterizada, principalmente, pela redução da contaminação e melhoria da qualidade do solo, uma vez que a redução do terceiro fator implica redução no uso de produtos químicos para controle de pragas e doenças vegetais, bem como a redução da irrigação e aumento dos produtores que utilizam técnicas de conservação do solo.

7 Como analisado anteriormente, a degradação proveniente da mecanização está retratada pelos fatores 1 e 5, a contaminação ambiental por adubos, defensivos está retratada pelos fatores 2 e 3 e a degradação pelo uso intensivo do solo está retratado pelos fatores 4 e 6.

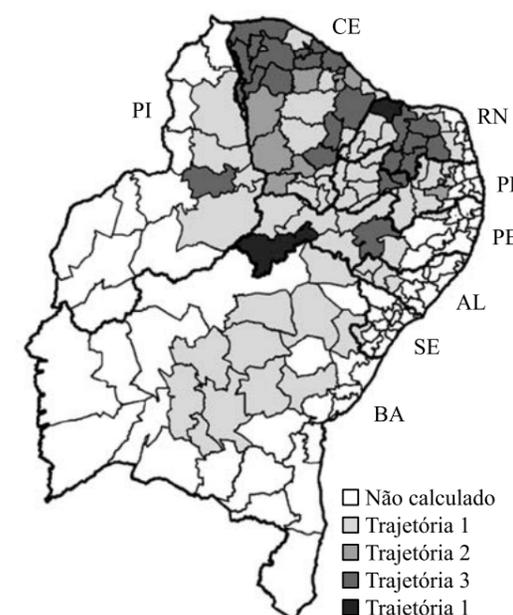
Tabela 4 – Variação média dos fatores extraídos por grupos de trajetória de degradação das microrregiões da caatinga analisadas entre 1995/96 e 2006

Trajetoórias	Nº de regiões	Δ Fator 1	Δ Fator 2	Δ Fator 3	Δ Fator 4	Δ Fator 5	Δ Fator 6	Δ IGD
1	57	0,01	0,00	-0,51	-0,04	0,00	-0,02	-0,10
2	10	0,27	-0,02	-0,07	-0,11	0,01	0,13	0,04
3	24	0,02	-0,06	-0,48	-0,04	0,05	0,28	-0,07
4	2	0,05	-0,73	0,03	-0,04	0,31	-0,28	-0,14
Média	93	0,04	-0,04	-0,44	-0,05	0,02	0,07	-0,08

Fonte: Resultados da análise

O segundo agrupamento é caracterizado pelo aumento da degradação, sendo que esse aumento pode ser atribuído ao crescimento do número de equipamentos mecânicos (fator 1 e 5) e da área utilizada pela agropecuária (fator 6). Destaca-se que oito das dez microrregiões que apresentaram essa trajetória se concentram no estado do Ceará (Figura 2). As demais microrregiões estão no estado da Paraíba. O aumento da degradação proveniente da agropecuária no estado do Ceará já havia sido indicado anteriormente, uma vez que o número de microrregiões no quarto quartil havia aumentado entre os anos de estudo (Figura 1).

Figura 2 – Trajetórias de degradação advinda da produção agropecuária, entre 1995/96 e 2006, microrregiões da caatinga



Fonte: Resultados da pesquisa.

A terceira trajetória possui comportamento semelhante à primeira, entretanto, há um aumento do uso do solo destinado à produção agropecuária. Por fim, a quarta trajetória foi aquela que compreendeu as microrregiões (Petrolina e Mossoró) como maior redução na degradação potencial advinda da atividade agropecuária. Essa queda seria resultado da redução do uso do controle de pragas e doenças e irrigação, bem como o crescimento nas práticas de controle do solo e a redução na intensidade de uso do solo.

Na análise da trajetória das microrregiões, chama a atenção que o estado da Bahia tenha apresentado todas as microrregiões analisadas apenas na primeira trajetória, ou seja, houve redução na degradação proveniente da agropecuária nesse Estado. Por outro lado, é importante observar que a maior parte das microrregiões inseridas na segunda trajetória (com aumento da degradação) e as microrregiões de terceira trajetória (aquelas que apresentaram a menor redução média do IGD) estarem localizadas em áreas com maior probabilidade de incidência de secas, entre 80 a 100% (BRASIL. MMA, 2007). Essas seriam as regiões em que a produção agropecuária seria mais ariscada e nas quais a conservação seria mais necessária como forma de reduzir as perdas da capacidade produtiva, já que a incidência de secas compromete a produção e produtividade agropecuárias.

A tendência da degradação representada pelos escores fatoriais pode ser ilustrada analisando a variação média de algumas variáveis relacionadas aos escores fatoriais (Tabela 5), como apresentado anteriormente. Assim, é possível perceber a redução expressiva no número de estabelecimentos que declararam não utilizar nenhuma técnica de conservação do solo em todas as trajetórias, bem

como os ganhos da redução da pressão ambiental mais equilibrados na trajetória 1, que apresentou, de forma geral, as maiores reduções e menores aumentos de intensidade da produção agropecuária.

O aumento na quantidade de máquinas para o plantio e colheita pelo número de estabelecimentos e a redução no número de bovinos por pastagens destacam-se na trajetória 2. Há também um aumento da diversificação das culturas plantadas nos estabelecimentos, excetuando os estabelecimentos do quarto agrupamento. Por fim, o quarto agrupamento foi aquele que apresentou a maior re-

dução no uso de produtos químicos, como adubos, maior redução da área irrigada e maior redução no número de produtores que declaram não utilizar nenhuma prática de conservação do solo.

Esses resultados indicam uma tendência de redução da degradação proveniente da agropecuária, entretanto, deve ser dada atenção para as microrregiões nas quais o IGD aumentou. O foco para a redução do IGD nessas regiões poderia ser via aumento da diversificação das atividades agropecuárias e correto manejo do solo, usando máquinas e implementos agrícolas adequadamente.

Tabela 5 – Variação média de algumas variáveis selecionadas por trajetória, microrregiões da caatinga, 1995/96 e 2006

Variáveis	Variação média por trajetória			
	Trajétória 1	Trajétória 2	Trajétória 3	Trajétória 4
Platio.ne	0,35	2,19	0,57	0,75
Colheita.ne	0,07	0,34	0,14	0,14
Adubos	-84,10	-84,20	-191,92	-2.538,68
Irrigação	-0,19	0,34	-0,57	-0,58
Solo	-54%	-24%	-58%	-61%
Monocultura	-0,03	-0,04	-0,10	0,03
Bovinos	-0,17	-0,60	-0,46	-0,25

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Ademais, a diversificação de plantios em uma mesma área, o uso de rotação de culturas, cultivo consorciado e integração lavoura-pecuária melhorariam a qualidade do solo. Esses são pontos que devem ser trabalhados por meio da melhor transmissão do conhecimento aos produtores. Esse ponto é crítico pelo fato de apenas 10% dos produtores receberam assistência técnica na região, segundo dados do Censo Agropecuario de 2006 (IBGE, 2014a). A rotação de culturas e a produção em sistemas agroflorestais também são pouco utilizados na região, sendo praticados, em média, em 8% e 6% dos estabelecimentos agropecuários na região, respectivamente.

Embora o índice de degradação tenha se reduzido na maioria das microrregiões, esse estudo indica a necessidade do aumento da utilização, manejo e conservação do solo nos estabelecimentos agropecuários em todas as microrregiões. Ademais, destaca a necessidade de ações para a redução da degradação proveniente da agropecuária, principalmente no estado do Ceará que teve um aumento na degradação no período analisado.

4 Conclusões e considerações finais

Investigar a evolução da degradação proveniente da agropecuária em um bioma frágil como a Caatinga é de vital importância para o melhor entendimento e para o desenvolvimento de políticas para redução dessa degradação. Nesse sentido, o presente trabalho se propôs a analisar as trajetórias das microrregiões inseridas no bioma Caatinga entre os anos de 1996 e 2006. Os resultados identificaram quatro trajetórias de degradação considerando o uso de máquinas e implementos agrícolas, uso de produtos químicos agropecuários (fertilizantes, agrotóxicos, corretivos, etc), práticas de manejo e, ou conservação do solo e intensidade da produção agropecuária.

Ao longo do período de análise, há uma redução geral da degradação ambiental proveniente da agropecuária. Entretanto, essa redução não foi homogênea, uma vez que algumas regiões reduziram mais do que outras e assim, essas passaram a figurar nos estratos mais baixos da distribuição do índice de degradação. Aproxima-

mente 10% das microrregiões apresentaram aumento da degradação no período analisado, das quais 80% estão localizadas no estado do Ceará.

Ademais, a primeira trajetória associada a aproximadamente 60% das microrregiões apresentou um processo de redução da degradação mais homogêneo, reduzindo todos os fatores analisados associados à degradação agropecuária (exceção ao primeiro fator). As regiões que obtiveram maior sucesso em reduzir a degradação da agropecuária foram aquelas que tiveram uma redução da área destinada à agropecuária com redução no uso de defensivos agropecuários e irrigação.

Apesar da queda do índice de degradação, essa queda é pequena e muito ainda necessita ser feita na região, principalmente quando se considera o pequeno número de estabelecimentos que adotam práticas de manejo adequadas do solo.

Referências

- ARMSWORTH, P. R.; KENDALL, B. E.; DAVIS, F. W. An introduction to biodiversity concepts for environmental economists. **Resource and Energy Economics**, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 115 - 136, June, 2004.
- ARAÚJO, F. S. et al. Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga. In: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. de V. (Orgs). **Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 15-34.
- BERTOL, O. J. et al. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 31 n. 4, p. 781-792, jul.-ago. 2007.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação no Brasil**. Brasília: MMA/Secretaria de Recursos Hídricos. 2007. 134p.

CALINSKI, T.; HARABASZ, J. A dendrite method for cluster analysis. **Communications in Statistics**, v. 3, n. 1, p. 1-27, mar. 1974.

CASTELLETTI, C. H. M. et al. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; J. M. C. da (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 719-734.

COSTA, T. C. C. et al. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 13, Suplemento, p. 961-974, 2009.

CUNHA, N. R. S. et al. A Intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 2, p. 291-323, abr.-jun. 2008.

DANTAS, K. P.; MONTEIRO, M. S. L. Valoração econômica dos efeitos internos da erosão: impactos da produção de soja no cerrado piauiense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 48 n. 4, p. 619-633, out.-dez. 2010.

DI, H. J.; CAMERON, K. C. Calculating nitrogen leaching losses and critical nitrogen application rates in dairy pasture systems using a semi-empirical model. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 43, n. 1, p. 139-147, jan.-mar. 2000.

DI, H. J.; CAMERON, K. C. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 64, n. 3, p. 237-256, nov. 2002.

FERNANDES, E. A.; CUNHA, N. R. S.; SILVA, R. G. Degradação ambiental no estado de Minas Gerais: indicadores e índices. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 1, p. 179-198, jan.-mar. 2005.

FOLEY, J. A et al. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, July, 2005.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FVG. Índices econômicos. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 50, n. 12, p. 58-59, dez. 1996.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FVG. Índices econômicos. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 61, n. 6, p. 87, jun. 2007.

HAIR, J. F. et al. **Multivariate data analysis: with readings**. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

HOFFMAN, R. **A dinâmica da modernização da agricultura e a distribuição de renda em 157 microrregiões homogêneas do Brasil**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1992.

HOGAN, D. J. Demographic dynamics and environmental change in Brazil. **Ambiente & sociedade**, v. 4, n. 9, p. 43-73, jul.-dez. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: segunda apuração. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?z=p&o=2#3>>. Acesso em: 27 jul. 2014a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável** - Edição 2013. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ids/default.asp?o=10&i=P>>. Acesso em: 21 ago. 2014b.

KAGEYAMA, A.; LEONE, E. T. Trajetórias da modernização e emprego agrícola no Brasil, 1985-1996. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 40, n. 1, p. 9-28, jan.-mar. 2002.

KIILL, L. H. P. et al. **ABC da Agricultura Familiar: preservação e uso da caatinga**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 39 p.

LEMOS, J. J. S. Indicadores de degradação no Nordeste sub-úmido e semiárido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 34., 2001, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 2001. p. 1-10.

LIMA, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; LIGO, M. A. V. **Emissões de metano da pecuária**. Brasília: Embrapa Meio Ambiente, 2006, 76p.

MACHADO, R. E.; VETTORAZZI, C. A.; XAVIER, A. C. Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 727-733, jul.-ago. 2003.

MARQUES, J. F. Custos da erosão do solo em razão dos seus efeitos internos e externos à área de produção agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 36, n. 1, p. 61-80, jan.-mar. 1998.

MEYER, L. F. F. **Modernização da agricultura e desenvolvimento sustentado: o caso de Minas Gerais - 1970 a 1985**. 1997. 120f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem multivariada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. 295p.

PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. Degradação ambiental do Rio Grande do Sul: uma análise dos municípios e mesorregiões. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, 3-17, abr. 2014.

PUNJ, G.; STEWART, D. W. Cluster analysis in marketing research: review and suggestions for application. **Journal of Marketing Research**, v. 20, n. 2, p. 134-148, may, 1983.

REBOUCAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 29, p. 127-154, abr. 1997.

RODRIGUES, W. Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em região de Cerrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 01, p. 135-153, jan.-mar. 2005.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v. 22, n. 1, p. 90-112, jan. - abr. 2005.

SILVA, R. G.; RIBEIRO, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 1, p. 91-110, jan.-mar. 2004.

SILVA, F. D. et al. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop-livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, p. 60-69, Jun. 2014.

SIPIILÄINEN, T.; HUHTAL, A. Opportunity costs of providing crop diversity in organic and conventional farming: would targeted environmental policies make economic sense? **European Review of Agricultural Economics**, v. 40, n. 3, p. 441-462, Aug. 2013.

SOUZA, F. P. et al. Carbon and nitrogen in degraded Brazilian semi-arid soils undergoing desertification. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 148, p. 11-21, Feb. 2012.

STRUIK, P. C.; BONCIARELLI, F. Resource use at the cropping system level. **European Journal of Agronomy**, v. 7, n. 1-3, p. 133-143, sep. 1997.

TOYOSHIMA, S.; SANTOS, A.; FORTUNATO, W. Aglomerações Produtivas e Desempenho sócio-econômico dos municípios de Minas Gerais. In: FONTES, R.; FONTES, M. **Crescimento e desigualdade regional em Minas Gerais**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 2005. p. 61-84.

VIANA, J. H. M. et al. **Manejo do solo para a cultura do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa, 2006. 14 p. (Circular Técnica, 77).

VITOUSEK, P. M. et al. Nutrient imbalances in agricultural development. **Science**, v. 324, n. 5934, p. 1519-1520, Jun. 2009.

Anexo I – Estatísticas descritivas

Tabela AI – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para as microrregiões selecionadas da caatinga, 1995/96 e 2006

Variável	1995/1996		2006	
	Médias	Desvio padrão	Médias	Desvio padrão
Temporárias	0.19	0.09	0.16	0.08
Pastagens	0.35	0.14	0.45	0.15
Lotação	1.01	0.74	0.71	0.31
Tratores.ha	7.7E-04	7.5E-04	9.2E-04	8.1E-04
Tratores.ne	0.02	0.02	0.02	0.03
Plantio.ha	3.5E-04	0.00	0.04	0.14
Platio.ne	0.01	0.02	0.62	1.20
Colheita.ha	7.0E-05	1.2E-04	0.01	0.03
Colheita.ne	1.9E-03	2.7E-03	0.12	0.20
Adubos	171.82	414.22	7.10	14.82
Agrotóxicos	118.83	266.79	4.21	9.54
Combustíveis	268.40	198.82	13.30	9.46
Energia elétrica	204.26	270.36	19.94	42.33
Irrigação	0.31	0.42	0.07	0.29
Monocultura	1.25	0.37	1.20	0.42
Agropecuária	0.69	0.10	0.75	0.10
Solo	0.91	0.16	0.38	0.13
Pr.Vegetal	0.38	0.17	0.07	0.06
Pr.Animal	0.09	0.16	0.45	0.14

Fonte: Resultados da Pesquisa.

O BRASIL NO BÔNUS DEMOGRÁFICO: UMA JANELA DE OPORTUNIDADES E DESAFIOS**Brazil in the demographic bonus: a window of opportunities and challenges****Henrique Reichert**

Doutorando em Economia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: henrique_rt@ymail.com.

Pascoal José Marion FilhoDoutor em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).
Professor Titular do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

E-mail: pascoaljmarion@yahoo.com.br.

Resumo: Este artigo avalia as mudanças demográficas ocorridas no Brasil e identifica oportunidades e desafios para governos e sociedade. O método descritivo é utilizado na análise e a revisão bibliográfica complementa a discussão em torno das prováveis consequências e demandas geradas pelas mudanças na estrutura etária da população. A pesquisa revela que o País está passando pelo Primeiro Dividendo Demográfico e que a transição etária inter-regional é heterogênea, sendo mais avançada no Sul e no Sudeste e mais atrasada no Norte e no Nordeste. O mesmo ocorre em relação à renda, as famílias mais pobres têm maior taxa de dependência de jovens e menor de idosos, e vice-versa. Também está claro que existe uma janela de oportunidades, especialmente na educação, e muitos desafios, incluindo o aumento da produtividade para sustentar a parcela crescente de idosos e o equilíbrio do sistema previdenciário.

Palavras-chave: Bônus Demográfico; Transição Demográfica; Dividendos Demográficos; Brasil.

Abstract: This article evaluates the demographic changes in Brazil and identifies opportunities and challenges for governments and society. The descriptive method is used in the analysis and the literature review complements the discussion on the likely consequences and demands generated by changes in the age structure of the population. The research reveals that the country is going through the First Demographic Dividend and that interregional age transition is heterogeneous, being more advanced in the South and Southeast and less in the North and Northeast. The same occurs in relation to income, the poorest families have higher dependency ratio of young and less of elderly and vice versa. It is also clear that there is a window of opportunities, especially in education, and many challenges, including increased productivity to sustain the growing share of the elderly and the balance of the pension system.

Key words: Demographic Bonus; Demographic Transition; Demographic Dividends; Brazil.

1 Introdução

A Transição Demográfica é um processo natural que recai sobre todas as regiões do mundo, ainda que sua extensão e velocidade sejam variadas. Em geral, o envelhecimento populacional é um processo conhecido nos países desenvolvidos, mas relativamente novo nos países em desenvolvimento (UNITED NATIONS, 2013).

Até a década de 1960, a população brasileira apresentava uma distribuição etária praticamente constante, de perfil extremamente jovem (CARVALHO; GARCIA, 2003). Já no final da década, houve um rápido declínio da fecundidade, de 6,28 filhos por mulher em 1960 para 1,87 em 2010, com projeção de 1,59 para o ano de 2015 (IBGE, 2013). Com isso, espera-se uma nova distribuição na estrutura etária do País, onde os jovens diminuirão sua parcela na população de 42% em 1950 para 18% em 2050, enquanto que os idosos, no mesmo período, aumentarão sua participação de 2,4% para 19% (BRITO, 2007).

Este novo perfil da demografia brasileira implica um novo ambiente econômico e institucional para a sociedade, em que ocorrerão novas demandas e preocupações socioeconômicas. Em um primeiro momento, a queda da fecundidade faz com que ocorra um aumento da população em idade ativa (PIA) em decorrência da queda contínua da população dependente. Com isso, abre-se uma possibilidade de crescimento da renda, que é denominado de Bônus Demográfico (ou Primeiro Dividendo Demográfico).

Em um segundo momento, associam-se vários desafios econômicos ante ao crescimento acelerado da proporção de idosos na população. Entre eles, Camarano e Pesinato (2007) destacam as dificuldades quanto ao financiamento da seguridade social e dos gastos com saúde pública, e Pessoa (2009) ressalta que as dificuldades na formação de capital físico e humano em uma sociedade envelhecida são maiores, uma vez que as pessoas tendem a poupar enquanto trabalham e a despoupar quando idosas, mantendo o padrão de consumo estável.

Apesar das dificuldades apresentadas, Mason (2007) acredita que é possível mudar o quadro e ter um Segundo Dividendo Demográfico. Para isso, faz-se necessário ampliar o capital físico e humano, de maneira a elevar a produtividade e a capacidade de amparo financeiro. O autor destaca

ainda que esse momento exige empenho dos governos, especialmente em formar instituições que possam transformar estas possibilidades em reais vantagens econômicas e sociais.

A pesquisa tem como objetivo avaliar as mudanças demográficas ocorridas no Brasil e identificar algumas oportunidades e desafios para o governo e a sociedade. Tendo como objeto de análise um país em desenvolvimento, o estudo ganha mais relevância, uma vez que existem diversos entraves na gestão e na qualidade dos serviços públicos disponibilizados, além da dificuldade macroeconômica na formação de capital. Portanto, ter a compreensão da influência demográfica sobre a economia é um passo importante para visualizar as possibilidades e necessidades deste novo percurso.

Além desta seção introdutória, este trabalho conta com mais quatro seções. Na sequência, apresenta-se o referencial teórico e metodológico. A terceira seção traz uma avaliação da dinâmica demográfica brasileira, com destaque para as alterações de perfil etário e o comportamento da fecundidade. Na quarta seção, identificam-se oportunidades e desafios socioeconômicos impostos pela transição demográfica. Por fim, na quinta seção, apresentam-se as considerações finais do estudo.

2 Aspectos teóricos e metodológicos

2.1 O referencial teórico

Na história mundial, pode-se afirmar que houve pelo menos três grandes regimes populacionais: o Regime Malthusiano, o Pós-Malthusiano e o Regime de Crescimento Moderno. O primeiro deles sustenta que a dinâmica de crescimento da população está relacionada a mudanças restritivas e qualitativas no comportamento das famílias, as quais são determinadas pelo ambiente econômico (produção de alimentos). O elemento principal que separa o Regime Malthusiano do Pós-Malthusiano é a aceleração do progresso tecnológico, e a passagem do regime de crescimento Pós-Malthusiano para o Moderno é a Transição Demográfica. O Regime de Crescimento Moderno se caracteriza por um rápido crescimento da renda per capita, devido às inúmeras inovações tecnológicas e aumento do capital humano (GALOR; WEIL, 2000).

A Transição Demográfica no Regime de Crescimento Moderno resultou da redução nas taxas de

mortalidade e fecundidade, o que gera um envelhecimento da população. Segundo a United Nations (2013), pode-se definir o envelhecimento populacional como um processo dinâmico, “[...] determined by the relative size of the younger and older cohorts in the population at different moments” (UNITED NATIONS, 2013, p.3). A parcela de jovens na população depende do número de indivíduos em idade fértil e dos níveis de fecundidade existentes. Já as taxas de mortalidade determinam a proporção das pessoas que sobrevivem até o grupo de idosos. Como as taxas de fecundidade e mortalidade estão em declínio, diminui a proporção de jovens concomitantemente com o aumento do grupo de idosos.

Do ponto de vista econômico, entende-se que jovens e idosos não contribuem produtivamente, embora mantenham certo padrão de consumo. Esse fato faz com que se mantenha um excedente de renda nas faixas etárias produtivas, de modo que se consiga abastecer os demais grupos. Ainda que cada população possa apresentar distintos comportamentos financeiros, tem-se normalmente um padrão de consumo constante durante toda a vida, que é sustentado por um rendimento do trabalho que se sobressai apenas no período produtivo (UNITED NATIONS, 2013).

Para determinar a proporção da população que não contribui produtivamente em relação à população em idade ativa, utiliza-se a Taxa de Dependência. Para Taylor (1995), este indicador é o resultado do quociente entre a população dependente, que é igual à soma do número de crianças (com menos de 15 anos de idade) com o número de pessoas idosas (com idade igual ou maior que 65 anos), e a população em idade ativa (faixa etária de 15 a 64 anos). Nota-se que esta relação assume que todas as pessoas com menos de 15 anos e com 65 anos ou mais são improdutivas, enquanto todas as outras são produtivas, o que pode não ser inteiramente verdade.

Para Coale e Hoover (1958), o elemento essencial para compreender os níveis de dependência e a distribuição etária na sociedade é a taxa de fecundidade. Estes autores entendem que, do mesmo modo que uma família com número elevado de crianças tende a consumir mais e poupar menos, um país caracterizado por altas taxas de nascimento também desvia parte de seu capital acumulado para gastos assistenciais. Por outro lado, com a redução da fecundidade haverá queda na proporção de crianças e crescimento do grupo de adultos,

reduzindo o ônus da dependência. Isto ocorre até o momento em que estes adultos adentram na fase idosa, aumentando novamente a taxa de dependência. Turra e Queiroz (2005) argumentam que o impacto econômico das mudanças demográficas era geralmente reconhecido como um Bônus Demográfico, mas passou recentemente a ser apresentado como uma combinação de dois dividendos demográficos.

Nessa perspectiva, Mason (2007) argumenta que o Primeiro Dividendo Demográfico corresponde a um simples aumento numérico da proporção de trabalhadores, o qual se refletirá em uma produção per capita mais elevada, caso se mantenham fixas a produtividade e a taxa de desemprego. Na medida em que o ciclo de vida de produção e consumo interage com as alterações na estrutura etária, este dividendo surge e se dissipa.

As mesmas forças que levam ao fim o primeiro estágio, podem também levar a um Segundo Dividendo Demográfico, diferente do primeiro. Este processo é reflexo do envelhecimento da população, e caracteriza-se por elevar, novamente, as taxas de dependência. Segundo Taylor (1995), ainda que tanto as crianças como os idosos sejam tratados como dependentes, suas participações econômicas são diferenciadas, o que implica novos padrões de renda e poupança.

Mason (2007) afirma que o Segundo Dividendo Demográfico pode se apresentar como uma nova oportunidade de geração de excedente. O desafio-chave para que isso ocorra encontra-se na capacidade de investir em novos nichos de mercado e acumular capital físico e humano, de forma a elevar a produtividade. Destaca ainda que o envelhecimento da população não tem natureza transitória, desde que se consiga manter uma dinâmica econômica favorável com alta participação de idosos. Com isso, tem-se uma posição econômica permanente e sustentável sobre a formação da renda.

Ainda que estas interações entre ciclo de vida e economia gerem benefícios em termos teóricos, ressalta-se que tal relação não pode ser considerada determinista. Na ausência de aparatos institucionais que complementem os dividendos demográficos, os efeitos sobre a economia podem ser variados. Nesse sentido, no Primeiro Dividendo, o ganho econômico do crescimento da população em idade ativa só poderá ser realizado se houver disponibilidade de empregos no mesmo montante da expansão da população disposta a trabalhar.

Já no Segundo Dividendo, o incentivo à poupança dependerá do comportamento dos mercados financeiros, dos programas de pensões e da seguridade, que dependem da atuação governamental. Por isso, Mason (2007, p.95) afirma que “[...] changes in age structure define possibilities but, by themselves, do not determine the outcome”.

Em suma, tem-se a definição de que o Primeiro Dividendo é resultado do crescimento percentual de pessoas dispostas a trabalhar (ou da redução na Taxa de Dependência) enquanto que o Segundo opera pelo crescimento da produtividade, o qual é induzido pelo acúmulo de riqueza (MASON, 2007). Além disso, destaca-se que alguns efeitos da transição demográfica sobre a economia têm recebido atenção especial de economistas, tais como o comportamento da previdência e da poupança.

2.2 Aspectos metodológicos

Para avaliar as mudanças demográficas no Brasil e seus diferenciais regionais e sociais, bem como as perspectivas demográficas futuras, utilizam-se os censos demográficos e o conjunto de dados e projeções populacionais divulgadas e revisadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no ano de 2013. Nessa última versão, a série de projeções é calculada até o ano de 2060 para o Brasil e 2030 para as Unidades da Federação, tendo como base o Censo Demográfico de 2010, o último realizado no País.

A partir das informações populacionais, calculam-se taxas de dependência total, de jovens e de idosos para a população brasileira e grandes regiões. Definida como a razão entre população dependente e a população ativa, as taxas consideram como dependentes jovens o número de pessoas com menos de 15 anos de idade e dependentes idosos as pessoas com 65 anos ou mais. A parcela da população em idade ativa concentra-se na faixa etária entre 15 a 64 anos (UNITED NATIONS, 2013; TAYLOR, 1995).

Após situar a posição do Brasil diante das mudanças demográficas, faz-se uma revisão de literatura a fim de deduzir as consequências econômicas e sociais da transição demográfica para o País.

3 Aspectos demográficos do Brasil

O processo de redução da fecundidade e da mortalidade em alguns países (França e Suécia)

ocorre desde o século XIX e tem se ampliado nas últimas décadas, principalmente nas regiões menos desenvolvidas (UNITED NATIONS, 2013). De acordo com a instituição, as regiões mais avançadas apresentaram declínio da fecundidade de 2,8 em 1950-1955 para 1,6 em 2000-2005, enquanto que nas regiões mais atrasadas a queda neste período foi de 6,1 filhos para 2,7.

Kinsella e Phillips (2005) também afirmam que a dinâmica da transição demográfica tem se tornado mais rápida nos países em desenvolvimento. Estes autores mostram que o tempo necessário para que a proporção de idosos aumentasse de 7% para 14% foi de 115 anos na França, 85 na Suécia e 69 nos Estados Unidos da América (E.U.A.). No entanto, na China estima-se que o aumento ocorra em 26 anos, no Brasil 21 e na Colômbia 20 anos.

Segundo dados das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2012), as mudanças demográficas no Brasil decorrem principalmente da queda no nível de fecundidade, pois a mesma caiu de seis em 1960-1965 para dois em 2005-2010. A queda da taxa reprodutiva, por sua vez, encontrou patamar abaixo do nível de reposição em 2005 (com 2,09 filhos por mulher) e deve continuar declinando até o nível de 1,5 filhos por mulher em 2030. Dessa maneira, o número total de residentes no País, que ultrapassou a faixa dos 200 milhões de habitantes em 2013, tende a alcançar seu máximo em 2042, com 228,350 milhões de habitantes (IBGE, 2013).

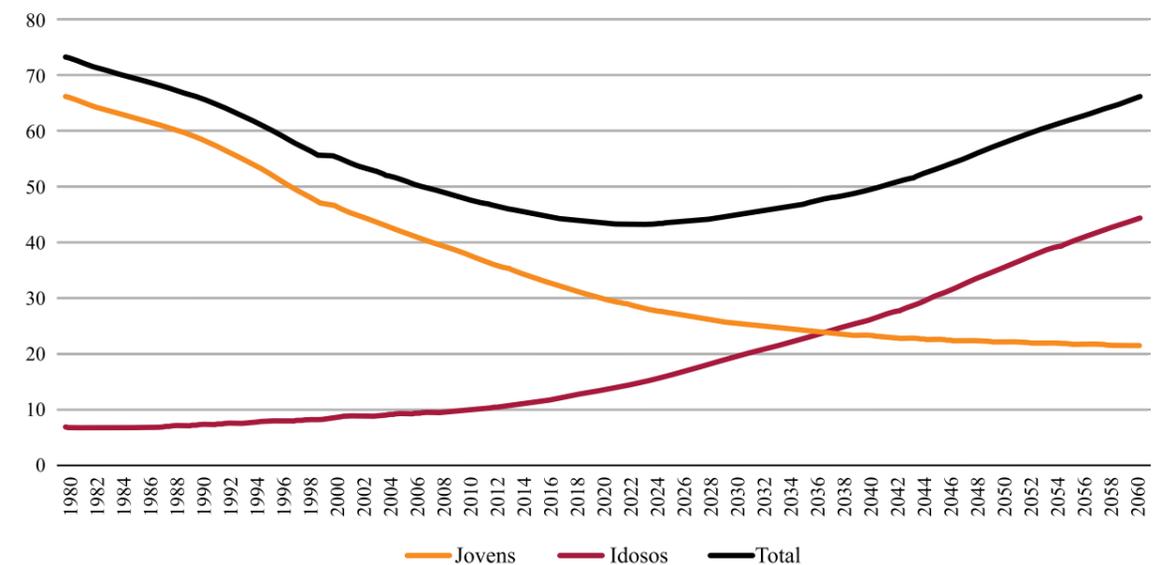
Wong e Carvalho (2006) argumentam que as mudanças produzidas pelo declínio da fecundidade alteram as participações relativas das faixas etárias, ocasionando uma Transição de Estrutura Etária (TEE). Assim, a divisão etária deixa de apresentar um formato acentuadamente piramidal, marcado pela significativa presença de jovens, e passa a entrar em processo de envelhecimento, aumentando a idade média da população.

A ferramenta mais conhecida para avaliação destas distribuições etárias é a Razão de Dependência Total e suas variações (Razão de Dependência de Jovens e de Idosos). Segundo Brito (2007), a taxa de dependência total brasileira apresenta valores elevados desde a década de 1950, quando possuía 79 dependentes para cada 100 pessoas ativas, sendo 75 jovens e 4 idosos. Passados dez anos, a manutenção de elevado nível de fecundidade e a ascensão da proporção de idosos aumentaram esta relação, que alcançou um auge de 83 dependentes (78 jovens e 5 idosos).

Informações do IBGE (2008, 2013) destacam a longa fase de declínio no número de dependentes, iniciada pouco antes da década de 1980. Contudo, segundo as projeções do IBGE (2013), este movimento findará no ano de 2022,

quando a relação de dependência total alcançará um mínimo de 43,35. A partir deste ano, a crescente participação de idosos na população torna a dependência total ascendente (Figura 1).

Figura 1 – Razão de dependência total, de jovens e de idosos no Brasil (2000-2060*)



Fonte: Elaborada pelos autores a partir das Projeções da População do IBGE (2008, 2013).

Ainda que a relação de dependentes aumente a partir de 2022, deve-se atentar que a inserção de pessoas em idade ativa se perpetua, em ritmo de desaceleração, até o ano de 2033. Projeta-se também que em 2060 o número de dependentes por 100 pessoas ativas aumente para 66, dos quais 2/3 serão idosos.

Dadas estas relações entre os três principais grupos etários, não restam dúvidas de que o Brasil se encontra diante de uma janela de oportunidades, também chamada de Bônus Demográfico. Contudo, deve-se ressaltar que há diferentes formas de se categorizar a extensão deste período. Comumente, classifica-se o bônus como o período onde a taxa de dependência total mantém trajetória decrescente (BLOOM; WILLIAMSON, 1998; PEREIRA; PORSSE, 2013; FUKUDA; MOROZUMI, 2004). No Brasil, este movimento se prolonga até o ano de 2022. Contudo, ainda que esta data represente o começo de uma nova fase expansiva no número de dependentes e, conseqüentemente, sinaliza para os novos desafios socioeconômicos, deve-se atentar que de 2007 até 2040, a relação entre pessoas dependentes e ativas é de um para dois (50 dependentes para 100 ativos), caracterizando um período

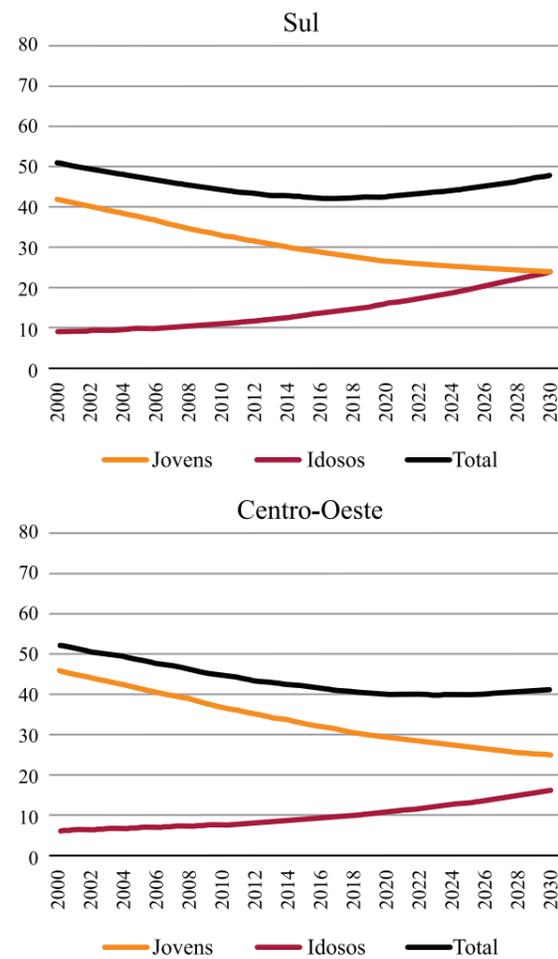
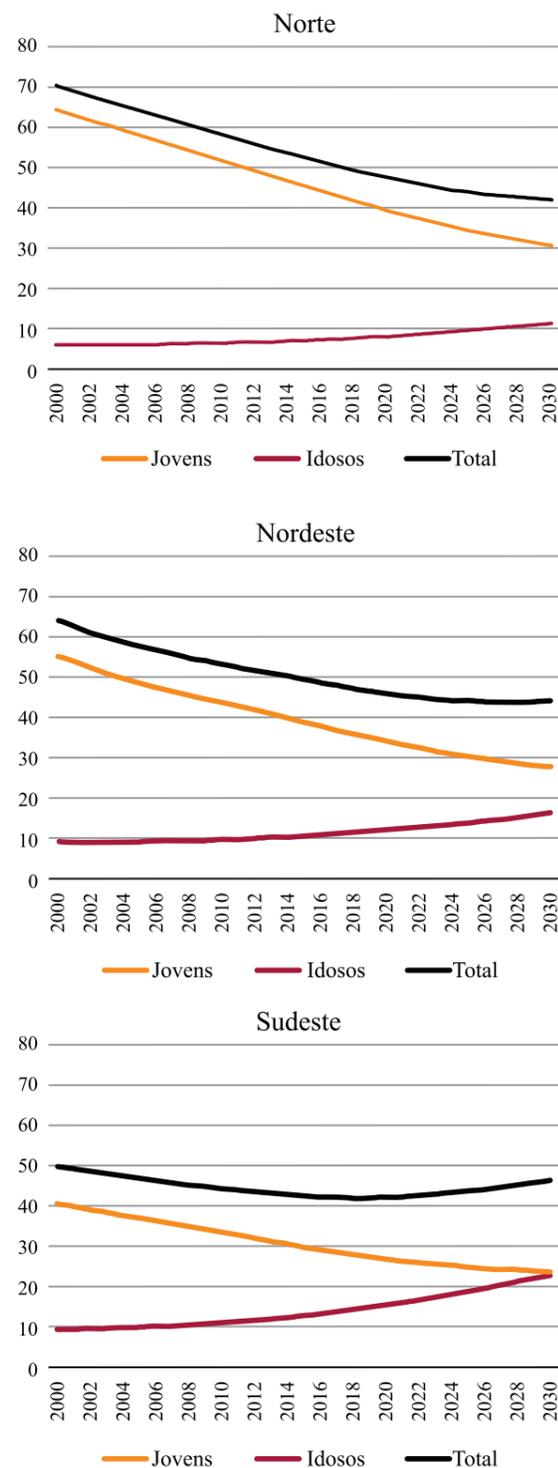
ainda favorável para a produção e organização dos serviços públicos.

Mesmo que aumente a taxa de dependência total a partir da segunda década, deve-se atentar para o fato de que ela ocorre com maior proporção de idosos, o que pode ser benéfico para a renda familiar, especialmente nas regiões mais pobres do País. Ao contrário dos jovens, que raramente têm renda, os idosos são amparados, em sua grande maioria, pelo sistema previdenciário ou programas assistenciais do governo, o que garante para muitas famílias a única renda regular. Nas regiões ricas, a população idosa acumula ativos na fase produtiva e pode manter a sua independência financeira durante a velhice. Além disso, é crescente o número de pessoas que continuam produzindo após os 65 anos.

Segundo Brito (2007), a Transição Demográfica é única e múltipla, uma vez que, ao mesmo tempo em que é um processo global que atinge a sociedade como um todo, ela também se manifesta de várias maneiras diferentes, de acordo com as diversidades regionais e sociais. A partir de dados acerca da fecundidade, pode-se verificar que as regiões Norte e Nordeste possuem perfis etários mais

joviais que as regiões Sudeste e Sul. Assim, não surpreende que a Taxa de Dependência da região Norte, em 2010, seja relativamente alta (57,97) e significativamente composta por dependentes jovens (89,2%), como apresenta a figura 2.

Figura 2 – Taxas de Dependência nas Grandes Regiões do Brasil (2000-2030*)



Fonte: Elaborada pelos autores a partir das Projeções da População do IBGE (2013).

Pode-se destacar que o Bônus Demográfico desta Região findará mais tardiamente do que no restante do País, uma vez que até as projeções de 2030 o número de dependentes tem se mostrado continuamente em declínio. Ainda que de modo menos expressivo, a proporção de jovens no Nordeste brasileiro também compõe a maior parte dos dependentes em 2010 (81,9%). Nesta Região, a queda da taxa de dependência total se mantém até o ano de 2027, quando é esperada uma taxa de 43,66.

Já as regiões Sudeste e Sul se encontram em posições mais avançadas na transição etária. Em 2010, a taxa de dependentes do Sudeste foi de 44,29, sendo 75% composta por dependentes jovens. Ao mesmo tempo, o Sul tem taxa de 44,34, com 74% de jovens. Outra semelhança entre as regiões está na projeção do número de dependentes para o ano de 2030, quando a relação de jovens representará 50% do total de dependentes para a região Sudeste e 49,9% para a Sul. Diferentemente do Norte e Nor-

deste, projeta-se uma razão de dependentes ascendente a partir de 2017 no Sul e de 2018 no Sudeste.

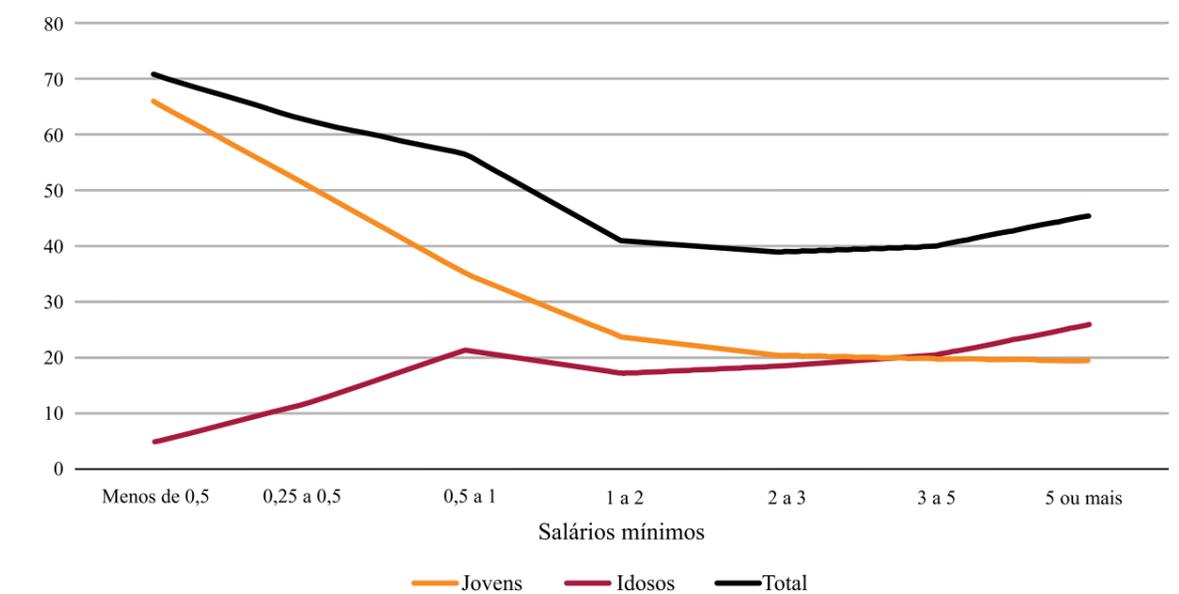
Já a região Centro-Oeste tem características peculiares, pois apresenta a menor reposição de crianças e a mais baixa participação de idosos na população. As projeções indicam que ela pode ser a região que mais tem a ganhar com o primeiro dividendo demográfico. Estima-se que o movimento de ascensão da taxa de dependentes tenha início a partir de 2023, ano em que se espera uma taxa de 40,19% de dependentes, a relação mais baixa entre todas as grandes regiões brasileiras.

Além das diferenças inter-regionais, a relação entre fatores demográficos e indicadores sociais também apresenta caráter múltiplo sobre a transição demográfica brasileira. Para Brito (2007), a razão de dependência está altamente correlaciona-

da aos níveis de renda per capita domiciliar, o que torna as diferenças sociais tão ou mais importantes que as regionais. Isso significa que as famílias pobres têm dupla dificuldade, pois possuem menor capacidade financeira e os poucos ganhos precisam ser repartidos entre maior quantidade de pessoas.

Nessa perspectiva, ao se analisar as taxas de dependência por classes de rendimento domiciliar per capita para o ano de 2010 (Figura 3), não surpreende que a alta dependência de jovens se concentre nas camadas mais pobres da população brasileira. Entre os extremos, a relação de dependentes jovens cai de 65,85 para 19,45, menos de um terço do número inicial. O contrário ocorre com a classe de idosos, que apresenta uma ascensão na medida em que se têm domicílios com maior rendimento per capita.

Figura 3 – Taxas de dependência por rendimento domiciliar per capita (2010)



Fonte: Elaborada pelos autores com base no Censo Demográfico do IBGE (2010).

*Devido a restrições nos dados, considera-se como idoso dependente a classe etária com 60 anos ou mais.

Dessa forma, para Brito (2007), as oportunidades e desafios impostos pela transição demográfica vão depender significativamente das peculiaridades regionais e sociais. Neste contexto, para as políticas públicas obterem êxito elas devem estar atentas não só ao processo global da transição demográfica no Brasil, como também nas suas diversas facetas regionais e sociais.

4 Oportunidades e desafios na transição demográfica

O conjunto de informações demográficas referentes ao Brasil indica que o Bônus Demográfico, ou o Primeiro Dividendo, começou na década de 1980 e se desenrola ao longo de mais de quatro décadas, quando no final a taxa de dependência to-

tal deve alcançar nível mínimo. A literatura citada também afirma que esse bônus somente trará vantagens sobre a renda se a maior oferta de trabalho se transformar em produção efetiva.

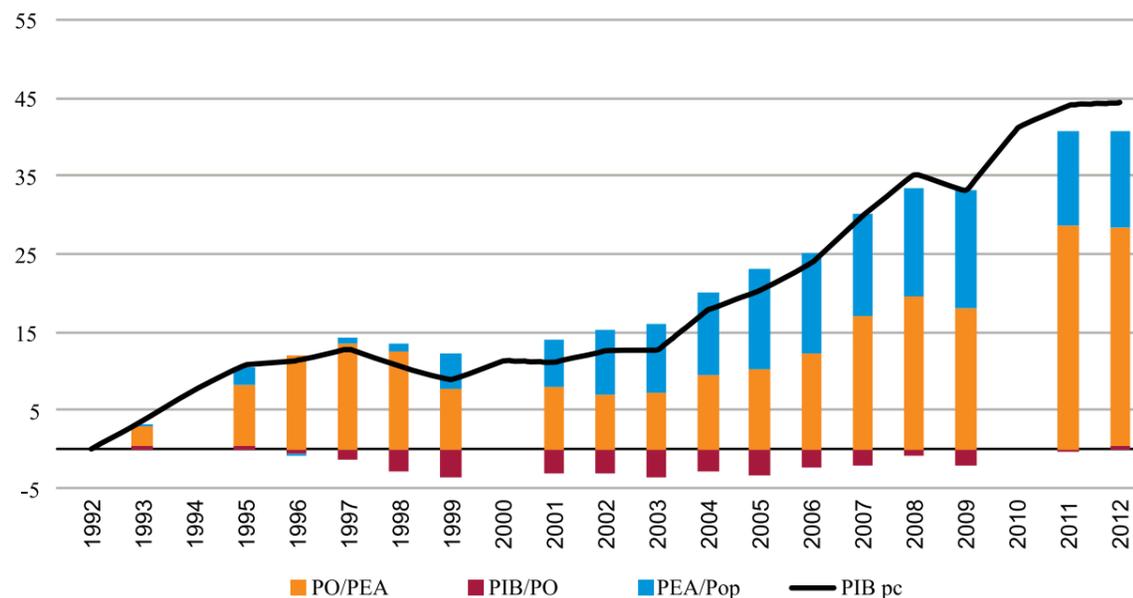
Com a finalidade de averiguar o crescimento induzido na renda pelas mudanças da estrutura etária, Mason e Lee (2006) propõem decompor a renda per capita entre ganhos de produtividade e de ocupação. De forma análoga, Cavalcante e Negri (2014) elaboram um conjunto de indicadores para interpretar a dinâmica do PIB per capita (PIB/População) via decomposição em:

- i) produtividade do trabalho (PIB/PO), sendo PO = pessoas ocupadas;
- ii) taxa de ocupação econômica (PO/PEA), sendo PEA = população economicamente ativa; e,

iii) taxa de participação econômica (PEA/Pop), sendo Pop = população total.

Utilizando-se da decomposição em três elementos de Cavalcante e Negri (2014) e determinando o ano de 1992 como período base (em função da disponibilidade de dados), é possível ilustrar a aceleração da participação econômica. Tal como apresentado pelos autores, a elevação da renda per capita na década de 1990 se deve majoritariamente ao crescimento da produtividade do trabalho (Figura 4). Já nos anos 2000, a produtividade apresentou desempenho moderado e a taxa de participação econômica foi a responsável por dar fôlego ao crescimento do produto. Enquanto isso, a taxa de ocupação econômica se apresentou em níveis abaixo ou próximos do período base.

Figura 4 – Decomposição e crescimento do PIB per capita brasileiro (1992-2012)*



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados do IPEA (2014).

* Base: 1992 = 0.

Sendo assim, é possível verificar que a inserção de pessoas aptas ao trabalho, dada pela transição demográfica, tem sido vantajosa para o crescimento da renda per capita. A taxa de crescimento média anual da participação econômica nestes 20 anos corresponde a um terço do aumento do produto. Destaca-se, contudo, que somente a partir de 1999 se conseguiu utilizar de forma clara e efetiva esta mão de obra disponível em ocupação formal. De um lado, este fato pode reforçar o argumento que o bônus demográfico não é um processo de-

terminista, sendo preciso um ambiente econômico favorável para a absorção da mão de obra. Por outro lado, também se poderia indicar que este atraso na inserção de pessoas no mercado laboral se deve a um crescente número de anos dedicados aos estudos e à preparação para o trabalho pelos jovens. Esta tendência atual, especialmente nos países em desenvolvimento, permite questionar o critério de se utilizar como ativas as pessoas com idade de 15 anos, o que torna o Bônus Demográfico mais precoce do que realmente ocorre.

Também é importante frisar que a participação econômica mostrou-se declinante após 2009. Segundo projeções do IBGE (2013), a população em idade ativa é crescente até o ano de 2033 e sua proporção na população total apresenta taxas positivas até 2022. Tem-se, portanto, diferenças nas taxas de crescimento da PIA e da PEA sobre a população total. A explicação deste descolamento pode ser encontrada na definição de cada variável, uma vez que a população em idade ativa (PIA) mensura todas as pessoas aptas a exercer trabalho e a população economicamente ativa (PEA) é formada pelos indivíduos que buscam ocupação. Assim, a diferença nas taxas é causada devido a parte da PIA que não procura ocupação produtiva¹.

Em suma, visto que o aumento da produção brasileira do início dos anos 2000 se deu via inserção de pessoas no mercado de trabalho, queda nos níveis de desemprego e manutenção da produtividade, é possível indicar que a economia nacional foi efetivamente favorecida pelo Bônus Demográfico. Todavia, verificou-se que a importância da participação econômica sobre a renda declinou a partir de 2009. Deste modo, tem-se, por um lado, que o crescimento brasileiro recente foi beneficiado pela transição demográfica e que o País ainda se encontra nesta janela de oportunidades. Por outro lado, ainda que a estimativa demográfica assegure crescimento da PIA até a próxima década, parte deste grupo em idade ativa retarda a oferta de trabalho, limitando o ganho de renda com a simples elevação do número de trabalhadores. Por essa razão, não se sabe até que momento será possível usufruir do processo demográfico como combustível econômico.

Ressalta-se também sobre a importância de aumentar a produtividade, elemento-chave para aliar maior número de dependentes com crescimento econômico. Além disso, é necessário voltar a atenção para as demandas de uma sociedade com maior dependência de idosos, tais como a oferta de serviços públicos na saúde, previdência e assistência social. Segundo Camarano e Pasinato (2004), as maneiras tradicionais de financiamento da seguridade social não serão suficientes para lidar com o

ritmo crescente da população idosa. Assim, Wong e Carvalho (2006) afirmam que as crescentes dificuldades no equacionamento das contas provavelmente forçarão novas estratégias, tais como incentivos para aposentados permanecerem na força de trabalho e novos limites de idade.

Para verificar o impacto do envelhecimento populacional sobre as contas do Estado, Turra (2001) analisa as transferências governamentais médias sobre oito coortes da população, supondo constante o montante de gastos para essas faixas etárias. Após, estima o efeito das alterações de uma nova estrutura etária sobre os custos governamentais². De acordo com os cálculos, cada pessoa idosa recebeu em 1996, em média, US\$ 4.046 (quatro mil e quarenta e seis dólares) em transferências governamentais, quase dez vezes mais que as despesas infantis.

Com estas características, fica claro que o equilíbrio nos gastos teria que ocorrer via maior arrecadação no segmento da população economicamente ativa, uma vez que os gastos per capita na faixa etária idosa superam os das demais. Na simulação de Turra (2001), também apresentada por Wong (2005), a relação entre receitas e despesas do ano de 2000 se aproxima de um equilíbrio, o que se deve, em parte, ao baixo nível da taxa de dependência (Tabela 1). Na medida em que a transição demográfica avança, as estimativas passam a mensurar uma estrutura etária brasileira mais envelhecida. Assim, ao supor constante o perfil de transferências do governo por faixa etária, a relação entre as contas apresenta declínio considerável para os anos de 2025 e 2050. Neste último ano, a receita representa somente 57,1% da despesa total (TURRA, 2001).

A conclusão lógica deste exercício, para Wong e Carvalho (2006), encontra-se na necessidade de investir na atual geração de crianças, de modo a qualificar a força de trabalho futura. Nesse sentido, Pereima e Porsse (2013) destacam que a continuidade do crescimento da renda per capita dependerá da capacidade de alcançar aumentos de produtividade e inovação. Para isso, faz-se necessário a acumulação de capital físico e humano, de modo que cada trabalhador consiga agregar maior valor aos seus serviços.

¹ Os motivos deste desinteresse por empregos podem ser variados, uma das explicações reside na expansão do ensino brasileiro dos últimos anos. Segundo dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD, 2013), a porcentagem de pessoas com 25 anos ou mais que possuem ensino superior completo subiu de 5,75, em 1991, para 11,27, em 2010. Também merece atenção a significativa parcela de jovens entre 15 a 29 anos que não estudam e nem procuram trabalho.

² Turra (2001) assume uma economia fechada com crescimento da Regra de Ouro e com progresso técnico nulo. Por isso, mudanças nas condições tecnológicas, no mercado de trabalho e no comportamento da poupança são potenciais causas de divergências entre as estimativas e os resultados. Os cálculos dos autores estão baseados em dados de 1995/96 que contemplam as regiões Nordeste e Sudeste.

Tabela 1 – Simulação dos gastos governamentais brasileiros (em milhões US\$, 1996)

Faixa etária	2000		2025		2050	
	Receita	Despesa	Receita	Despesa	Receita	Despesa
0 – 9	8.904,2	13.521,2	8.328,0	12.646,3	7.178,9	10.901,2
10 – 19	14.313,1	22.421,5	13.293,4	20.824,2	11.333,5	17.754,0
20 – 29	29.172,8	12.258,8	30.311,4	12.737,3	26.773,6	11.250,6
30 – 39	35.095,0	7.469,3	44.653,3	9.503,6	39.453,2	8.396,8
40 – 49	34.683,6	14.033,8	49.777,2	20.141,1	53.302,5	21.567,5
50 – 59	16.021,5	23.184,1	29.975,2	43.375,9	37.073,1	53.646,9
60 – 69	6.770,6	30.131,0	13.913,2	61.917,7	23.941,6	106.547,2
70 +	3.112,6	25.534,7	6.612,7	54.247,7	18.335,9	150.583,7
Total	148.074,0	148.554,5	196.864,5	235.393,6	217.412,3	380.648,0
R/D	99,6%		83,6%		57,1%	

Fonte: Adaptada de Wong (2005).

Segundo Pereima e Porsse (2013), além das já existentes resistências macroeconômicas para formação de capital, a dinâmica do envelhecimento tende a agravar tais dificuldades. Não bastasse isso, o Brasil tem mostrado uma baixa capacidade histórica de formar poupança. De acordo com Pessoa (2009), a poupança doméstica encontra-se em patamares abaixo da média mundial³. Além disso, quando comparadas as taxas de poupança da América Latina e da Ásia Oriental fica claro que a baixa acumulação brasileira é parte de um fenômeno latino-americano⁴.

Para Além e Giambiagi (1997), desde o final da década de 1970, o Brasil enfrenta uma queda expressiva dos níveis de investimento e poupança agregada, reflexo da evolução do consumo privado. Pessoa (2009) destaca que o *boom* populacional dos anos de 1970 certamente influenciou no comportamento da acumulação de capital, pois o forte ritmo no crescimento da população jovem diminuiu a proporção da população em idade ativa e, por consequência, diminuiu a capacidade de produção da economia. Além disso, o autor constatou que a mudança de perfil etário brasileiro, de jovem para maduro, deveria ter conduzido a um aumento na taxa de poupança, o que efetivamente não ocorreu.

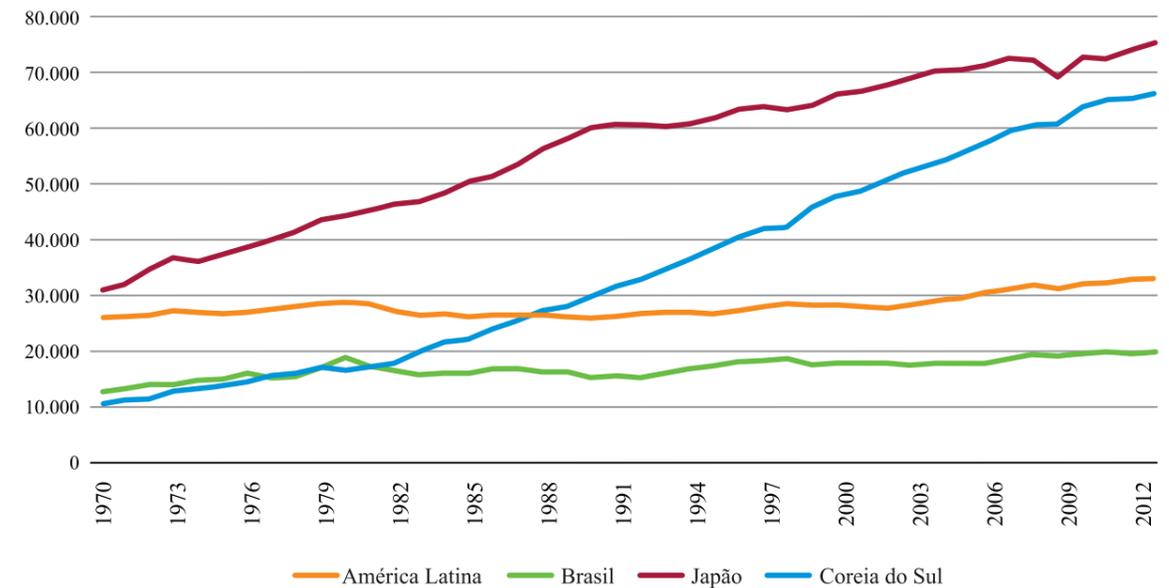
Para Pessoa (2009), a enorme rede de proteção social instalada no Brasil no período pós-redemo-

cratização foi a principal responsável por contrabalançar a tendência de crescimento da acumulação de capital. Segundo o autor, isto se deve a uma série de regras institucionais e políticas que produzem um comportamento sobre a poupança independente do crescimento econômico. Em outras palavras, o gratuito acesso à saúde, à educação básica e às aposentadorias, além da disponibilidade de cursos superiores com apoio no financiamento, são elementos que retiram a importância da poupança para as famílias. Dessa forma, o autor acredita que o assistencialismo brasileiro e o subsequente envelhecimento populacional formam uma perspectiva sobre a formação de poupança com notáveis dificuldades.

A baixa perspectiva para a formação de capital brasileira reflete maiores dificuldades para o aumento da produtividade do trabalho. A partir de dados do The Conference Board (2013), verifica-se que a relação entre Produto Interno Bruto e o número de pessoas ocupadas na economia brasileira se mantém em ritmo lento de crescimento, com taxa de 1,03% ao ano em mais de quatro décadas (Figura 5). Para os países latino-americanos ela é ainda menor, de 0,56% ao ano, ainda que o nível de produção por trabalhador se apresente acima do brasileiro. Destaca-se ainda o salto de produtividade coreano e japonês. A Coreia chama atenção pela proximidade à produtividade do Brasil até o início da década de 1980. O Japão, por sua vez, detém alto nível de produtividade desde 1970 (em função do crescimento significativo nas décadas anteriores) e continua com forte ritmo expansionista⁵.

5 De acordo com Fukuda e Morozumi (2004), nos últimos 40 anos o Japão tem se aproveitado do bônus demográfico para elevar as taxas de poupança e de crescimento econômico.

Figura 5 – Produtividade do trabalho no Brasil, América Latina e países selecionados (1970-2013)*



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados de The Conference Board (2013).

*In 2013 US\$, converted to 2013 price level with updated 2005 EKS PPPs.

Além do capital físico, a produtividade do trabalho vai depender do acúmulo de capital humano. Este elemento torna o serviço mais eficiente e conduz a um aumento do valor agregado por trabalhador. Em uma análise conjunta da produtividade e do capital humano brasileiro, Barbosa Filho, Pessoa e Veloso (2010) concluíram que no intervalo de tempo entre 1992 e 2007, o capital humano mostrou contribuição praticamente nula sobre a economia. Para os autores, uma possível explicação para este resultado reside na baixa oferta de trabalho qualificado, o que indica que se deve implementar políticas de educação.

Sobre essa questão, Franco, Alves e Bonamino (2007) ressaltam que apesar da expansão do ensino no Brasil, as políticas nacionais não tiveram êxito ao tratar da qualidade do ensino. No entanto, Brito (2007) entende que a educação pode ser melhorada no País com a ampliação de horas-aula e baixo custo, porque já dispõe de uma capacidade de oferta de ensino, e a redução da demanda por esse serviço contribui para a universalização e para a qualidade.

Nas avaliações internacionais, o desempenho do ensino brasileiro não é satisfatório⁶, principal-

6 Na avaliação do Programme for International Student Assessment (PISA) publicada pela OCDE (2012), foram considerados 65 países e o Brasil ficou em 58º lugar. Ainda que, de 2003 para 2012, o País tenha alcançado o maior progresso em habilidades matemáticas dentre todos os participantes, as notas brasileiras ficaram abaixo da média dos 65 países nas três áreas avaliadas (matemática, leitura e ciência).

mente em função do alto grau de repetência dos alunos. Há ainda de se considerar a categoria preocupante de jovens que não estudam e nem procuram trabalho, ou seja, não exercem qualquer tipo de ocupação⁷(SOARES, 2006).

Os dados do Censo Demográfico de 2010 mostram que do total de pessoas com mais de 25 anos de idade no Brasil, somente 11,29% possuem diploma de ensino superior e praticamente a metade dessa população (49,18%) não possui ensino fundamental completo. Dados da OCDE (2012) apontam que este percentual de brasileiros com nível superior subiu para 12,96%, patamar ainda abaixo da média dos países da OCDE (32,62%) e de países vizinhos, como o Chile (17,81%) e a Colômbia (19,75%).

Dessa forma, ao mesmo tempo em que houve incentivos para a população prolongar o tempo de estudo, há ainda várias lacunas na agenda da política educacional que devem ser preenchidas, tais como maior número de pré-escolas, maior grau de titulação dos professores, mais avaliações e autonomia das unidades escolares e dos diretores. Além disso, “[...] os resultados sinalizam que o desafio de qualidade hoje não pode ser enfrentado sem alterações profundas na agenda de políticas educacionais” (FRANCO; ALVES; BONAMINO, 2007, p.1007).

7 De acordo com panorama educacional elaborado pelo INSPER (2014), dos jovens entre 15 e 17 anos, em 2011, cerca de 10% não se encaixa em nenhum tipo de ocupação.

5 Considerações finais

A pesquisa constatou que a transição demográfica brasileira apresenta heterogeneidade regional e por faixa de renda, coexistindo perfis mais avançados nas regiões Sul e Sudeste e atrasados nas regiões Norte e Nordeste. Já a região Centro-Oeste apresenta desempenho peculiar, pois ao mesmo tempo em que mantém nível de fecundidade reduzido, a dependência de idosos evolui timidamente.

Em relação às diferenças que permeiam o envelhecimento populacional por faixas de renda, verificou-se que as famílias de menor rendimento possuem as maiores taxas de dependência de jovens, exatamente o grupo que necessita de auxílio para estudar e se qualificar, e as menores taxas de idosos, a parcela da população que precisa de atenção especial, mas que normalmente tem alguns ativos e amparo pela previdência social. O contrário ocorre com as famílias que têm renda mais elevada.

Os resultados do trabalho mostram também que o aumento da renda per capita foi favorecido pelo Primeiro Dividendo Demográfico, a partir de 1999, uma vez que houve maior inserção de pessoas em idade ativa, e os níveis de desemprego e de produtividade permaneceram favoráveis. O intervalo temporal entre a identificação do Bônus Demográfico, em 1980, e a efetiva utilização de mão de obra disponível, nos anos 2000, pode ressaltar o caráter não determinista dos dividendos demográficos e indicar que existe um tempo maior de qualificação técnica, o que atrasa a entrada de jovens no mercado de trabalho, e um prolongamento do período ativo dos idosos, ou seja, que continuam trabalhando a partir dos 65 anos.

Contudo, deve-se atentar para a necessidade do aumento da produtividade, que depende dos esforços para a acumulação de capital físico e humano, de modo a sustentar crescente parcela de dependentes idosos e suas novas demandas. Contrariando as expectativas de crescimento da renda e da poupança pela maior participação de adultos na economia, a acumulação de capital físico permaneceu em níveis aquém do desejado. Desse modo, os entraves institucionais brasileiros somam-se ao iminente estado de população envelhecida, formando expectativas não promissoras dos atuais níveis de poupança interna e de acumu-

lação de capital físico.

Já o acúmulo de capital humano, por sua vez, não encontra entrave institucional e tampouco é prejudicado pela dinâmica demográfica. De forma contrária, identificou-se que a trajetória de alteração etária contribui para o aumento da cobertura e da qualidade da educação pública, já que diminui o número de jovens. Assim, pode-se considerar que as políticas voltadas à educação compõem a via mais factível de agregar valor à produção.

Em suma, averiguou-se, de um lado, que o Brasil se utilizou dos benefícios gerados pela transição demográfica para aumentar a renda per capita, ainda que em período de tempo relativamente curto. Por outro lado, esta janela de oportunidades não foi capaz de aumentar o nível de investimento nem a poupança interna brasileira. Assim, pode-se considerar que há sérios desafios a serem enfrentados pela sociedade brasileira, incluindo a melhoria na qualificação da mão de obra, maiores incentivos à acumulação de capital e o equacionamento das contas financeiras da seguridade social.

Referências

- ALÉM, A. C.; GIAMBIAGI, F. Aumento do investimento: o desafio de elevar a poupança privada no Brasil. **Revista do BNDES**, v. 4, n. 8, p. 3-30, dez. 1997.
- BARBOSA FILHO, F. de H.; PESSÔA, S. de A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano - 1992-2007. **Rev. Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 2, p. 91-113, abr.-jun. 2010.
- BLOOM, D. E.; WILLIAMSON, J. G. Demographic transitions and economic miracles in emerging Asia. **The World Bank Economic Review**, 12, n. 3, p. 419-455, 1998.
- BRITO, F. R. **A transição demográfica no Brasil: as possibilidades e os desafios para a economia e a sociedade**. Brasília: IPEA, 2007. (Texto para Discussão, 318).
- CAMARANO, A. A.; PASINATO, M. T. **Envelhecimento, pobreza e proteção social na América Latina**. Brasília: IPEA, 2007. (Texto para Discussão IPEA, 1292).

- CAMARANO, A. A.; PASINATO, M. T. O envelhecimento populacional na agenda das políticas públicas. In: CAMARANO, A. A. (Org.). **Os novos idosos brasileiros: muito além dos 60?** Rio de Janeiro: IPEA, 2004.
- CARVALHO, J. A. M. de; GARCIA, R. A. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 3, p. 725-733, jun. 2003.
- CAVALCANTE, L. R.; NEGRI, F. de. **Produtividade no Brasil: uma análise do período recente**. Brasília: IPEA, 2014. (Texto para Discussão IPEA, 1955).
- COALE, A.; HOOVER, E. **População e desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Ed. Fundo de Cultura, 1958.
- FRANCO, C.; ALVES, F.; BONAMINO, A. Qualidade do ensino fundamental: políticas, suas possibilidades, seus limites. **Educação e Sociedade**, v. 28, n. 100 Especial, p. 989-1014, out. 2007.
- FUKUDA, S.; MOROZUMI, R. Economic growth under the demographic transition: a theory and some international evidence. In: ONOFRI, P. (Ed.). **The economics of an ageing population**. Massachusetts, EUA: Macroeconomic Issues, 2004. (ESRI Studies Series on Ageing).
- GALOR, O.; WEIL, D. N. Population, technology, and growth: from malthusian stagnation to the demographic transition and beyond. **The American Economic Review**, v. 90, n. 4, p. 806-828, sep. 2000.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Projeção da população por sexo e idade: 2000-2060**. Revisão 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- _____. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- _____. **Projeção da população por sexo e idade: 1980-2050**. Revisão 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

- Instituto de Ensino e Pesquisa - INSPER. **Panorama educacional brasileiro**. São Paulo: INSPER, 2014. Disponível em: <http://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2012/05/Panorama_Educacio_nal_Brasileiro_CPP-2014.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2015.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. **Boletim mercado de trabalho**, Brasília, n. 20, n. 56, p. 112, fev. 2014.
- KINSELLA K.; PHILLIPS, D. R. Global aging: the challenge of success. **Population Bulletin**, v. 60, n. 1, p. 5-42, 2005.
- MASON, A. Demographic transition and demographic dividends in developed and developing countries. In: UNITED NATIONS. **United Nations expert group meeting on social and economic implications of changing population age structures**. New York: United Nations, 2007. p. 81-102.
- MASON, A.; LEE, R. Reform and support systems for the elderly in developing countries: capturing the second demographic dividend. **Genus**, v. 62, n. 2, p. 11-35, abr.-june, 2006.
- OCDE. **Program for international student assessment**. Paris: OCDE, 2012.
- PEREIRA, J. B.; PORSSE, A. Transição demográfica, acumulação de capital e progresso tecnológico: desafios para o crescimento brasileiro. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 9, n. 1, p.49-60, jan.-mar. 2013.
- PESSÔA, S. de A. Modelo de desenvolvimento brasileiro: Austrália em vez da China. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 63, n. 12, p. 10-13, dez. 2009.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Brasília: PNUD; IPEA, 2013.
- SOARES, S. **Aprendizado e seleção: uma análise da evolução educacional brasileira de acordo com uma perspectiva de ciclo de vida**. Brasília: IPEA, 2006. (Texto para Discussão, 185).

TAYLOR, A. M. Debt, dependence and the demographic transition: Latin America in to the next century. **World Development**, v. 23, n. 5, p. 869-879, may, 1995.

THE CONFERENCE BOARD. **Total economy database**. 2013.

TURRA, C. M.; QUEIROZ, B. L. Before it's too late: demographic transition, labour supply, and social security problems in Brazil. In: UNITED NATIONS. **United Nations expert group meeting on social and economic implications of changing population age structures**. United Nations, 2005.

TURRA, C. M. Intergenerational accounting and economic consequences of aging in Brazil. In: IUSSP GENERAL POPULATION CONFERENCE, 24., Salvador, Brazil. **Anais ...** Salvador, Brazil: IUSSP, 2001.

UNITED NATIONS. **World population ageing 2013**. Population division of the department of economic and social affairs. New York: United Nations, 2013.

_____. **World Population Prospects: the 2012 Revision**. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs. New York: United Nations, 2012.

WONG, L. Demographic bonuses and challenges of the age structural transition in Brazil. In: IUSSP INTERNATIONAL POPULATION CONFERENCE, 25., 2005, Tours, France. **Anais...** Tours, France: IUSSP, 2005. p. 18-23.

WONG, L. L. R.; CARVALHO, J. A. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Rev. bras. Est. Pop.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 5-26, jan.jun. 2006.

WORLD BANK. **National accounts data**. Washington: World Bank, 2013.