

REN Revista Econômica do Nordeste

Volume 51 | Nº 03 | Julho - Setembro de 2020

3



REN Revista
Econômica
do Nordeste

REN Revista Econômica do Nordeste

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL

Presidente:

Romildo Carneiro Rolim

Diretores:

Hailton José Fortes | Bruno Ricardo Pena de Sousa | Thiago Alves Nogueira | Haroldo Maia Júnior | Anderson Aorivan da Cunha Possa | Cornélio Farias Pimentel

ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE – ETENE

Revista Econômica do Nordeste – REN

Editor-Chefe:

Luiz Alberto Esteves

Editores Científicos:

Dr. Alcido Elenor Wander, Embrapa Arroz e Feijão
Prof. Alexandre Florindo Alves, Universidade Estadual de Maringá
Dra Ana Flávia Machado, Universidade Federal de Minas Gerais
Dr Cícero Pérciles de Oliveira Carvalho, Universidade Federal de Alagoas
Profa. Francesca Bettio, Università di Siena
Dr Gil Célio de Castro Cardoso, Universidade de Brasília

Editor Executivo:

Luciano Feijão Ximenes

Jornalista Responsável:

Evangelina Leonilda Aragão Matos

Comitê Editorial:

Dr. Airton Saboya Valente Junior, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Fernando Luiz Emerenciano Viana, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Francisco Diniz Bezerra, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Leonardo Dias Lima, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Luciano Feijão Ximenes, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil
Dr. Luiz Fernando Gonçalves Viana, Banco do Nordeste do Brasil, Brasil
Dr. Tibério Rômulo Romão Bernardo, Banco do Nordeste do Brasil S/A, Brasil

Secretária Executiva:

Márcia Melo de Matos

Revisão Vernacular:

Hermano José Pinho

Projeto Gráfico:

Gustavo Bezerra Carvalho

Portal:

Bruno Gabai

Conselho Editorial

Prof. Alexandre Alves Porsse
Universidade Federal do Paraná - UFPR, Brasil

Profa. Ana Paula Macedo de Avellar
Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Brasil

Prof. Augusto Mussi Alvim
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, Brasil

Prof. Carlos Roberto Azzoni
Universidade de São Paulo - FEA/USP, Brasil

Profa. Carmem Aparecida do Valle Costa Feijó
Universidade Federal Fluminense - UFF, Brasil

Profa. Cassia Kely Favoretto Costa
Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil

Dr. Guilherme Mendes Resende
Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE, Brasil

Prof. Leonardo Bornacki de Mattos
Universidade Federal de Viçosa - UFV, Brasil

Prof. Livio Andrade Wanderley
Universidade Federal da Bahia - UFBA, Brasil

Prof. Jaylson Jair da Silveira
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Brasil

Prof. Joaquim Bento de Sousa Ferreira Filho
Universidade de São Paulo - Esalq/USP, Brasil

Prof. José Angelo Costa do Amor Divino
Universidade Católica de Brasília - UCB, Brasil

Prof. Luciano Dias Losekann
Universidade Federal Fluminense - UFF, Brasil

Prof. Ricardo Antonio de Castro Pereira
Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil

Prof. Ricardo Dathein
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Brasil

Profa. Tatiane Almeida de Menezes
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Brasil

Prof. Tomaz Ponce Dentinho
Universidade dos Açores/GDRS-APDR, Portugal

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.

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

Revista Econômica do Nordeste, v. 51, n. 3, jul./set., 2020 – Fortaleza: Banco do
Nordeste do Brasil, 2020.

v. 50: 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

SUMÁRIO

ANÁLISE DO AVANÇO E RETRAÇÃO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS NO EXTREMO SUL DA BAHIA, A PARTIR DO MODELO SHIFT-SHARE Analysis of the advance and retraction of agricultural crops in the extreme south of the state of Bahia, by shift-share model	9
ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO, A PARTIR DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS MULTIVARIADAS Analysis of the land use and occupation in the Baixo São Francisco, from multivariate statistical techniques	25
CONTRATOS JURÍDICOS NO AGRONEGÓCIO E SEUS FATORES DETERMINANTES: O CASO DA CASTANHA DE CAJU NO ESTADO DO CEARÁ Legal contracts in agribusiness and its determinant factors: the case of cashew nuts in the state of Ceará	51
DINÂMICAS ESPACIAIS DA CRIMINALIDADE NO ESTADO DA BAHIA Space dynamics of criminality in the state of Bahia	69
ANÁLISE DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR GÁS E SETORES ECONÔMICOS PARA O GRUPO DOS SETE E BRIC Analysis of atmospheric emissions by gas and economic sectors for the Group of Seven and BRIC	89
VANTAGENS COMPETITIVAS DAS MICRORREGIÕES NORDESTINAS NO PERÍODO DE 2006 A 2017 Competitive advantages of northeast micro-regions in the period from 2006 to 2017	113
COMPLEMENTARIEDADE E SUBSTITUTABILIDADE NA ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO POR PRODUTORES DE SOJA EM GOIÁS E DISTRITO FEDERAL Complementarity and substitutability in the adoption of precision agriculture by soybean producers in Goiás and Federal District.....	145
DESEMPREGO E EMPREENDEDORISMO NOS ESTADOS BRASILEIROS: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DE DADOS EM PAINEL ESPACIAL Unemployment and entrepreneurship in the Brazilian states: a spatial panel data analysis.....	161
DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA E OCUPAÇÃO NO MEIO RURAL: UMA ANÁLISE DE INDICADORES PARA OS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO MARANHÃO Productive diversification and occupation in rural areas: an analysis of indicators of Maranhão State's municipalities	177
CONHECIMENTO, PERCEPÇÃO CLIMÁTICA E COMPORTAMENTO PRÓ-AMBIENTAL NA AGRICULTURA Knowledge, climate perception and pro-environmental behavior in the agriculture	193

EDITORIAL

Em meio ao avanço nos casos de Covid-19 no Brasil e na Europa, da eleição nos EUA e eleições municipais no Brasil, das queimadas nos biomas brasileiros com repercussão mundial, parece não haver uma questão central de conjuntura, mas é fato que há esperança na chegada próxima da vacina contra o coronarívus, no qual o processo de produção pelos laboratórios tornou-se um reality show. É verdade também que o mundo aguardava com ansiedade a eleição americana, e a vitória de Biden sugere mudanças significativas nas relações diplomáticas com outros países, nas questões sociais e ambientais.

A proximidade da vacina também pondera sobre a atividade econômica global, gerando boas perspectivas de retomada de setores fortemente impactados e importantes na geração de empregos, como é o caso de setor de turismo. É urgente a retomada da economia e, conseqüentemente a arrecadação de impostos e a geração de empregos, para mitigação dos impactos sociais e nas contas públicas.

Entretanto, a pandemia no Brasil ainda não acabou, e apresenta sinal de alerta, mas população brasileira é formada por um povo pacato e consciente, e que, apesar com cansaço e da necessidade, com certeza fará sua parte em prosseguir com as medidas de segurança, contra a propagação do vírus, para o fim breve da pandemia.

Boa leitura!

The current situation is one of advancement in the cases of Covid-19 in Brazil and in several European countries, of the presidential election in the USA and municipal elections in Brazil, of the fires in the biomes, but there seems to be no central issue. It is a fact that increases the expectation of a vaccine against coronarivirus, in which the production process by the laboratories has become a reality show. It is also true that the world looked forward to the American election and Biden's victory suggests significant changes in diplomatic relations, social and environmental relations.

The proximity of the vaccine also influences global economic activity, generating good prospects for the resumption of sectors that are strongly impacting and important in generating jobs, such as the tourism sector. It is urgent to an economy recovery, consequently, to collect taxes and generate jobs, to mitigate social impacts and public accounts.

However, the pandemic in Brazil is not over yet, and the signal is a warning, especially in relation to the health care capacity, but the Brazilian population is formed by a peaceful and conscious people, despite tiredness and the need, for sure it will do its part to proceed with the security measures, against the spread of the virus, for the brief end of the pandemic.

Good reading!

ANÁLISE DO AVANÇO E RETRAÇÃO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS NO EXTREMO SUL DA BAHIA, A PARTIR DO MODELO SHIFT-SHARE

Analysis of the advance and retraction of agricultural crops in the extreme south of the state of Bahia, by shift-share model

Marcia Helena Galina Dompieri

Geógrafa e Estatística, Doutora em Organização do Espaço. Pesquisadora da Embrapa Territorial. Av. Beira Mar, 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE. E-mail: marcia.dompieri@embrapa.br

Manuel Alberto Gutierrez Cuenca

Economista, Mestre em Economia, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar, 3250, Jardins. CEP: 49025-040 - Aracaju, SE. E-mail: manuel.cuenca@embrapa.br

Marcos Aurélio Santos da Silva

Cientista da Computação, Doutor em Computação, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar, 3250, Jardins. CEP: 49025-040 - Aracaju, SE. E-mail: marcos.santos-silva@embrapa.br

Resumo: o objetivo do presente trabalho foi o levantamento das principais produções agrícolas para os municípios da região do extremo Sul da Bahia, assim como a análise da sua dinâmica e rearranjo espacial por meio do cálculo da taxa geométrica de produção dos diferentes cultivos e sua decomposição a partir do modelo econométrico Shift Share ou Diferencial-Estrutural em efeito área (EA), rendimento (ER) e localização geográfica (ELG), entre 1990 e 2015. Também foram identificados e analisados os valores da produção, entre 2005 e 2015, e os dados espacializados por quartis (Q1, Q2, Q3, Q4) quanto à média do valor de produção. A região de estudo passou por profundas modificações na dinâmica de uso das terras, com grande avanço do cultivo de eucalipto para produção de madeira. A produção do mamão, apesar de ter decrescido, ainda é a principal atividade geradora de renda para os produtores da região do extremo Sul da Bahia, sendo que em 2015, rendeu cerca de 450 milhões de reais, equivalente a quase 80% do total produzido no estado. O café e a cana-de-açúcar são as outras duas importantes cadeias da região (32% e 30% do valor do estado, em 2015) que têm apresentado um crescimento expressivo na produção. As culturas de cacau, feijão, mandioca e laranja foram as que apresentaram o menor desempenho quando se considerou os efeitos conjuntos analisados no presente estudo.

Palavras-chave: shift-share; dinâmica espacial; taxa geométrica de crescimento

Abstract: the objective of the paper was the analysis of the main agricultural chains for the municipalities of the extreme south region of Bahia state, as well as the analysis of their dynamics and spatial rearrangement by calculating the geometric rate of crops production and their decomposition by shift-share technique in effects: area, yield and geographical location, between 1990 and 2015. The production values between 2005 and 2015 were also identified, analyzed and spatialized by quartiles (Q1, Q2, Q3, Q4). The study region has undergone profound changes in land use dynamics, with great progress in the eucalyptus cultivation for wood production. The production of papaya, despite having decreased, is still the main income generating activity for producers in the extreme south region of Bahia, and in 2015, it yielded about 450 million reais, equivalent to almost 80% of the total produced in the state. Coffee and sugarcane are the other two important chains in the region (32% and 30% of the state's value in 2015) that have shown an expressive growth in production. The cocoa, bean, cassava and orange crops presented the lowest performance when considering the joint effects analyzed in the present study.

Keywords: shift-share; spatial dynamics; geometric growth rate

1 INTRODUÇÃO

A inserção do estado da Bahia no processo econômico nacional e global se deu a partir da matriz industrial, principalmente relacionadas aos setores químico e petroquímico, e pela integração da produção agrícola, sobretudo de grãos, frutas e papel e celulose ao agronegócio brasileiro e mundial, a partir dos anos 1970. Esses dois pilares fizeram da economia baiana a sexta do País. Atualmente, o estado concentra quase metade da área ocupada com fruticultura na região Nordeste do Brasil, majoritariamente de fruteiras permanentes, além de outras importantes cadeias agrícolas, como grãos, fibras e de base florestal.

Na região do extremo Sul do estado a cana-de-açúcar foi o primeiro grande ciclo econômico, sob modelo de plantation (monocultura de exportação mediante a utilização de latifúndios e mão de obra escrava), em meados do século XVI, gerando um movimento de ocupação e povoamento. Após o declínio dessa produção e de um longo período de estagnação econômica, iniciou-se o ciclo do cacau, originário da Bacia Amazônica, que encontrou condições edafoclimáticas favoráveis na região.

Esses ciclos econômicos possibilitaram a criação de boa parte da infraestrutura para o armazenamento e o escoamento da produção na Região, fato que, aliado à proximidade com os grandes centros consumidores da região Sudeste, tornou a porção do extremo Sul da Bahia uma área estratégica para a produção agrícola e de base florestal. No entanto, ao longo dos anos, várias adversidades climáticas, fitossanitárias e de ordem econômica levaram os produtores a buscarem alternativas por meio da substituição e diversificação dos cultivos. Muitas lavouras de subsistência deram lugar à monocultura do eucalipto, geridas por grandes empresas de papel e celulose, que também foram beneficiadas por incentivos econômicos (SEI, 2015; 1995).

Compreender esse rearranjo espacial e explicar as mudanças estruturais da agricultura na região do extremo Sul da Bahia a partir de técnicas quantitativas, embasadas em teorias de desenvolvimento regional, são necessários para a elaboração de políticas públicas de desenvolvimento sustentável do espaço rural.

O objetivo do presente trabalho é a análise da dinâmica e do rearranjo espacial da produção agrícola, no extremo sul da Bahia, a partir da análise

de dados de produção, área colhida e valor da produção, relacionados aos principais cultivos agrícolas dessa região: (1) abacaxi, (2) amendoim, (3) banana, (4) batata-doce, (5) cacau, (6) café, (7) cana-de-açúcar, (8) coco, (9) feijão, (10) laranja, (11) mamão, (12) mandioca, (13) maracujá, (14) melancia e (15) milho. Para tanto, foi calculada a taxa geométrica de produção dos diferentes cultivos e seu desdobramento em efeitos rendimento, área e localização geográfica, para a série temporal entre 1990 e 2015. O efeito área foi decomposto nos efeitos escala (EE) e substituição (ES), para avaliação do processo de expansão/retração da área cultivada. Adicionalmente, analisou-se estatísticas básicas e a distribuição espacial da variável valor da produção, para os cultivos que apresentaram destaque - cana-de-açúcar, café, mamão e melancia, para o período correspondente aos dois últimos quinquênios do período total analisado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As principais teorias econômicas relacionadas à disposição e localização espacial partem do princípio de que uma atividade econômica principal tende a impulsionar os demais setores, sobretudo a partir dos modelos teóricos da Base de Exportação, de Causação Circular Cumulativo – círculo virtuoso, do Desenvolvimento Desigual/Transmissão Inter-regional do Crescimento - desenvolvimento transmitido de uma região para outra, e dos Polos de Crescimento – força motriz (FUJITA et al., 2002; POLÈSE, 1998).

No entanto, com as mudanças econômicas, sociais e políticas a partir da década de 1980, as diretrizes do desenvolvimento regional e local passaram a valorizar mais as especificidades de cada território, contrapondo-se à reprodução dos modelos das sociedades industriais. Dessa forma, o território local se transformou-se em agente protagonista de transformação e desenvolvimento, por meio da interação em rede entre os diferentes atores (VÁZQUEZ, 2001). De fato, a partir desta abordagem territorial, o diferencial e as vantagens competitivas advêm das características locais como disponibilidade de mão-de-obra, características edafoclimáticas, proximidade de agroindústrias e rede de distribuição ou escoamento da produção (BELLIINGIERI, 2017).

Este trabalho se ampara na teoria do crescimento endógeno (ROMER, 1994) para explicar a dinâmica da produção agrícola no extremo Sul da Bahia. Certamente, características eminentemente geográficas como clima, solo e disponibilidade de recursos hídricos influenciam na produção e produtividade agrícola. No entanto, há outros fatores que afetam a dinâmica espacial da agricultura na região como a modernização e tecnificação dos sistemas de produção agrícola, a capacitação dos recursos humanos responsáveis pela assistência técnica, organização social (capital social) e incorporação de inovações no sistema produtivo, além das características das culturas e seus valores de mercado.

O desenvolvimento endógeno territorial abriu caminho para uma série de políticas, estratégias e experiências práticas voltadas à promoção do desenvolvimento de territórios rurais, como exemplo dos Arranjos Produtivos Locais e a Indicação Geográfica, que permitem maior competitividade e a agregação de valor a produtos e processos agropecuários, pela relação local em rede entre os produtores. Na Bahia o melhor exemplo de política pública baseada no desenvolvimento endógeno são os Territórios de Identidade (TI), que regionalizou o estado em vinte e sete TIs homogêneos e que compartilham similaridades econômicas, mas também socioculturais (SILVA; SOUZA, 2018).

Apesar da importância dos fatores endógenos, a ampliação do Brasil nos mercados globais de alimentos, sobretudo após o crescimento das importações chinesas, constituiu fator relevante para a dinâmica agropecuária no Brasil e na Bahia. Para Miranda (2012), além da influência da industrialização, a dinâmica da integração regional brasileira deve ser encarada também sob a perspectiva de expansão das fronteiras agrícolas. Segundo o autor, essa combinação foi o grande fio condutor responsável pela inserção da economia brasileira no mundo globalizado. A partir dos anos de 1990, a desconcentração produtiva regional e as mudanças advindas da internacionalização das estruturas de produção foram fatores determinantes para a inserção do país na pauta das exportações, que passaram a contar com um crescente aumento setorial da agricultura. Um dos mais importantes efeitos averiguados foi o prevaletimento das escalas seletivas do território.

Na região do extremo Sul da Bahia, além da exportação de grãos, outros produtos também passaram a receber estímulos governamentais, como as florestas plantadas de eucalipto. Fatores locais, preço da terra e condições edafoclimáticas foram os pontos que contribuíram para o surgimento das primeiras empresas de base florestal, exercendo influência direta na reconfiguração socioeconômica e política dessas localidades, além da indução de mudanças na estrutura da produção agrícola de produtos tradicionais da região (PEDREIRA, 2008; LEONEL, 2016).

Sob o ponto de vista dos processos de desenvolvimento, os empreendimentos florestais e a indústria de celulose atuaram como um polo de desenvolvimento, seja por meio de encadeamentos entre atividades, seja pela criação de empregos e renda, os quais atraíram novos serviços e comércio, incrementando a arrecadação de impostos estaduais e municipais, o que permitiria investimentos públicos em infraestrutura, que voltariam a alimentar o processo i) pela intensificação da concentração fundiária e incremento da exploração empresarial; ii) pela desestruturação das relações econômicas e sociais, tradicionalmente, vigentes; iii) pela expansão de atividades, ocupações e modos de vida, predominantemente, urbanos (PEDREIRA, 2008, p. 7).

Com base na teoria de desenvolvimento endógeno e no contexto levantado sobre a dinâmica de ocupação das terras na Bahia, o presente trabalho apresenta uma análise integrada, a partir do modelo *shift-share* (HERNÁNDEZ; PANIAGUA, 2008; KNUDSEN, 2000), sobre a produção agrícola, decompondo os fatores e traçando um diagnóstico regional, com base nos principais cultivos agroalimentares da região. A hipótese do trabalho se baseia no fato de que a dinâmica dos referidos cultivos é explicada pelos componentes estrutural - composição das atividades na área de estudo - e diferencial - vantagens locais comparativas.

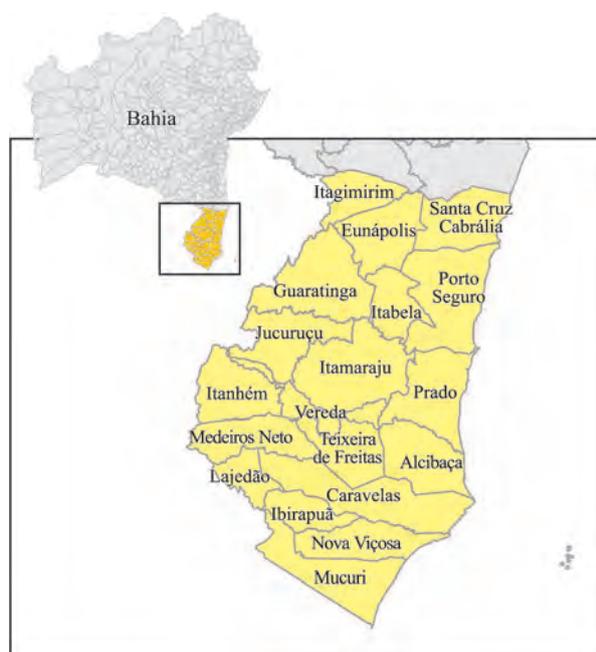
Inúmeros trabalhos em economia agrícola têm empregado a referida técnica para a avaliação da dinâmica de ocupação e uso dos territórios e regiões, considerando tanto agrupamentos de produtos agropecuários (YOKOYAMA et al., 1990; FILGUEIRAS et al., 2003; MENDES, 2011) quanto cadeias específicas, tais como do leite (SENA et al., 2010), de grãos (PADRÃO et al., 2012), da cana-de-açúcar (AGUIAR; SOUZA, 2014; PEDROSO, et al., 2015; CUENCA et al., 2016a), do cacau (ARAUJO et al., 2005), da

mandioca (RODRIGUES et al., 2011), do feijão (SOUZA; WANDER, 2014), da pimenta-do-reino (FILGUEIRAS, 2004), do milho (CUENCA et al., 2016b), entre outras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo incluiu os municípios da região do extremo Sul do Estado da Bahia: Alcobaça, Caravelas, Eunápolis, Guaratinga, Ibirapua, Itabela, Itagimirim, Itamaraju, Itanhém, Jucuruçu, Lajedão, Medeiros Neto, Mucuri, Nova Viçosa, Porto Seguro, Prado, Santa Cruz Cabralia, Teixeira de Freitas e Vereda (Figura 1), área estratégica pela proximidade com os principais mercados consumidores dos estados da região Sudeste, incluindo a facilidade do escoamento da produção.

Figura 1 – Área de estudo - municípios do extremo Sul da Bahia



Os dados referentes às variáveis: produção, área colhida e valor da produção, foram obtidos a partir do IBGE (PAM-SIDRA), para uma série temporal de 25 anos, entre 1990 e 2015, considerando os 15 principais produtos agroalimentares cultivados na região: (1) abacaxi, (2) amendoim, (3) banana, (4) batata-doce, (5) cacau, (6) café, (7) cana-de-açúcar, (8) coco, (9) feijão, (10) laranja, (11) mamão, (12) mandioca, (13) maracujá, (14) melancia e (15) milho. Para a referida série temporal, houve o emprego do modelo econométrico Shift Share ou Diferencial-Estrutural (Equações 1

a 19) para decomposição da Taxa Geométrica de Crescimento da produção em efeitos: área (EA), rendimento (ER) e localização geográfica (ELG). O efeito área foi decomposto nos efeitos: escala (EE) e substituição (ES), para avaliação do processo de expansão/retração da área cultivada.

Adicionalmente, para os sistemas produtivos/agroalimentares de maior valor da produção (mamão, café, cana-de-açúcar e melancia) foram geradas análises específicas para os dois últimos quinquênios (período de 2005 e 2015), assim como houve a espacialização na escala municipal dos quartis (Q1, Q2, Q3, Q4) quanto à média do atributo ‘valor de produção’.

Todos os valores monetários utilizados para análise foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2017).

i) Cálculo da Taxa Geométrica de Crescimento (TGC)

$$TGC = (\sqrt[n]{V_t/V_0} - 1) * 100 \quad (1)$$

Em que:

V_t = Valor final;

V_0 = Valor inicial;

n = número de anos total

A metodologia para o cálculo dos diferentes efeitos das variáveis utilizadas foi adaptada a partir de Almeida (2003). Na determinação da quantidade produzida na região da j -ésima cultura, no período t (Q_{jt}), e os diferentes efeitos, as seguintes equações foram empregadas:

$$Q_{jt} = \sum_{m=1}^k (A_{jmt} * R_{jmt}) = \sum_{m=1}^k (\delta_{jmt} * A_{jt} * R_{jmt}) \quad (2)$$

Em que:

A_{jmt} é a área total cultivada com a j -ésima cultura, no m -ésimo município da região, no período t ;

R_{jmt} é o rendimento da j -ésima cultura, no m -ésimo município da região de estudo, no período t ;

δ_{jmt} é a proporção da área total cultivada com a j -ésima no m -ésimo município em relação à área total cultivada com a j -ésima cultura na região de estudo, no período t ;

A_{jt} é a área total cultivada com a j -ésima cultura na região de estudo, no período t .

Por sua vez, a quantidade produzida no período inicial i (Q_{ji}) é obtida por:

$$Q_{ji} = \sum_{m=1}^k (A_{jmi} * R_{jmi}) = \sum_{m=1}^k (\delta_{jmi} * A_{ji} * R_{jmi}) \quad (3)$$

Em que:

A_{jmi} : é a área total cultivada com a j -ésima cultura, no m -ésimo município da região, no período i ;

R_{jmi} é o rendimento da j -ésima cultura, no m -ésimo município da região de estudo, no período i ;

δ_{jmi} é a proporção da área total cultivada com a j -ésima no m -ésimo município em relação à área total cultivada com a j -ésima cultura na região de estudo, no período i ;

A_{ji} é a área total cultivada com a j -ésima cultura na região de estudo, no período i .

E a quantidade produzida no período final f (Q_{jf}) é dada por:

$$Q_{jf} = \sum_{m=1}^k (A_{jmf} * R_{jmf}) = \sum_{m=1}^k (\delta_{jmf} * A_{jf} * R_{jmf}) \quad (4)$$

Em que:

A_{jmf} : é a área total cultivada com a j -ésima cultura, no m -ésimo município da região, no período f ;

R_{jmf} é o rendimento da j -ésima cultura, no m -ésimo município da região de estudo, no período f ;

$$Q_{jf} - Q_{ji} = \sum_{m=1}^k (\delta_{jmf} * A_{jf} * R_{jmf}) - \sum_{m=1}^k (\delta_{jmi} * A_{ji} * R_{jmi}) \quad (8)$$

ou

$$Q_{jf} - Q_{ji} = (Q_{jf}^A - Q_{ji}^A) + (Q_{jf}^{AR} - Q_{ji}^A) + (Q_{jf} - Q_{jf}^{AR}) \quad (9)$$

Em que:

$Q_{jf} - Q_{ji}$ é a variação total da produção da j -ésima cultura;

$Q_{jf}^A - Q_{ji}^A$ é a variação total da quantidade produzida da j -ésima cultura entre o período inicial e final, quando apenas a área cultivada se altera, sendo denominada de efeito área (EA);

$Q_{jf}^{AR} - Q_{ji}^A$ é a variação total da produção da j -ésima cultura entre “ i ” e “ f ”, quando o rendimento

$$EL = \sum_{m=1}^k (\delta_{jmf} * A_{jf} * R_{jmf}) - \sum_{m=1}^k (\delta_{jmi} * A_{jf} * R_{jmf}) = A_{jf} (\sum_{m=1}^k \delta_{jmf} * R_{jmf} - \sum_{m=1}^k \delta_{jmi} * R_{jmf}) \quad (10)$$

Para o cálculo das taxas anuais de crescimento da produção, o presente estudo seguiu a metodologia proposta por Igreja (1987),

δ_{jmf} é a proporção da área total cultivada com a j -ésima no m -ésimo município em relação à área total cultivada com a j -ésima cultura na região de estudo, no período f ;

A_{jf} é a área total cultivada com a j -ésima cultura na região de estudo, no período f .

Quando apenas a área total cultivada com a cultura na região se altera, a quantidade da produção final f (Q_{jf}^A) será:

$$Q_{jf}^A = \sum_{m=1}^k (\delta_{jmf} * A_{jf} * R_{jmi}) \quad (5)$$

Caso a área e o rendimento sejam alterados, a quantidade produzida no período “ f ” (Q_{jf}^{AR}) é dada por:

$$Q_{jf}^{AR} = \sum_{m=1}^k (\delta_{jmi} * A_{jf} * R_{jmf}) \quad (6)$$

No caso de alteração da área, rendimento e localização geográfica, a produção final (Q_{jf}^{ARL}) será:

$$Q_{jf}^{ARL} = \sum_{m=1}^k (\delta_{jmf} * A_{jf} * R_{jmf}) = Q_{jf} \quad (7)$$

A mudança total da quantidade produzida da j -ésima cultura do período inicial “ i ” para o período final “ f ” ($Q_{jf} - Q_{ji}$) é dada por:

varia e as outras variáveis permanecem constantes, sendo chamada de efeito rendimento (ER);

$Q_{jf} - Q_{jf}^{AR}$ é a variação total da quantidade produzida da j -ésima cultura entre os períodos “ i ” e “ f ”, devido à mudança da localização geográfica, mantendo constantes as outras variáveis, sendo conhecido por efeito localização geográfica (EL).

Considerando as equações (5) e (6), verifica-se que o efeito localização geográfica é dado por:

amplamente difundida (YOKOYAMA, 1988; MOREIRA, 1996; ALVES, 2000; ALMEIDA, 2003; BITTENCOURT et al., 2014) em fun-

ção da facilidade de interpretação. Os valores obtidos para cada um dos efeitos isolados são convertidos em taxas anuais de crescimento, expressas individualmente como uma percentagem da mudança total na produção. Divide-se ambos os lados da equação (8) por $(Q_{jf}-Q_{ji})$:

$$1 = \frac{(Q_{jf}^A - Q_{ji})}{(Q_{jf} - Q_{ji})} + \frac{(Q_{jf}^{AR} - Q_{ji}^A)}{(Q_{jf} - Q_{ji})} + \frac{(Q_{jf} - Q_{ji}^{AR})}{(Q_{jf} - Q_{ji})} \quad (11)$$

Em seguida, multiplica-se ambos os lados da identidade (9) por:

$$r = (\sqrt[n]{Q_{if}/Q_{ji}} - 1) * 100$$

Em que:

n : corresponde à quantidade de anos do período em análise

r : é a taxa anual média de variação da produção da j -ésima cultura

Em percentagem, obtém-se a seguinte expressão:

$$r = \frac{(Q_{jf}^A - Q_{ji})}{(Q_{jf} - Q_{ji})} r + \frac{(Q_{jf}^{AR} - Q_{ji}^A)}{(Q_{jf} - Q_{ji})} r + \frac{(Q_{jf} - Q_{ji}^{AR})}{(Q_{jf} - Q_{ji})} r \quad (12)$$

Em que:

$\frac{(Q_{jf}^A - Q_{ji})}{(Q_{jf} - Q_{ji})} r$: é o efeito área (EA), expresso em taxa percentual de crescimento ao ano;

$\frac{(Q_{jf}^{AR} - Q_{ji}^A)}{(Q_{jf} - Q_{ji})} r$: é o efeito rendimento (ER), expresso em taxa percentual de crescimento ao ano;

$\frac{(Q_{jf} - Q_{ji}^{AR})}{(Q_{jf} - Q_{ji})} r$: é o efeito localização geográfica (EL), expresso em taxa percentual de crescimento ao ano.

A análise das alterações na composição da área cultivada da região será efetuada conforme modelo desenvolvido por Zockun (1978). A variação da área (ΔA) de um cultivo pode ser entendida como:

$$\Delta A = A_{jf} - A_{ji} \quad (13)$$

A_{jf} é a área total cultivada com a j -ésima cultura da região, no período f (final);

A_{ji} é a área total cultivada com a j -ésima cultura da região, no período i (inicial).

Considerando Ω como um coeficiente de mensuração da modificação, a variação da área pode ser decomposta no efeito escala e no efeito substituição:

$$EE = \Omega A_{ji} - A_{ji} \quad (14)$$

$$ES = A_{jf} - \Omega A_{ji} \quad (15)$$

Quando ES é positivo significa que no período analisado a cultura se expandiu tomando lugar outros cultivos; quando negativo, ocorre o contrário. Logo, a variação da área ocupada por determinada cultura pode ser expressa pela soma dos dois efeitos (Equação 15). O somatório do efeito substituição é nulo, logo o EE deve ser igual ao EA (Equação 16).

$$\Delta A = (\Omega A_{ji} - A_{ji}) + (A_{jf} - \Omega A_{ji}) \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^n (A_{jf} - \Omega A_{ji}) = 0 \quad (17)$$

Na forma de taxas geométrica de crescimento, e multiplicando ambos os lados da identidade pelo efeito área (EA), tem-se:

$$1 = \frac{(\Omega A_{ji} - A_{ji})}{(A_{jf} - A_{ji})} + \frac{(A_{jf} - \Omega A_{ji})}{(A_{jf} - A_{ji})} \quad (18)$$

$$EA = \frac{(\Omega A_{ji} - A_{ji})}{(A_{jf} - A_{ji})} EA + \frac{(A_{jf} - \Omega A_{ji})}{(A_{jf} - A_{ji})} EA \quad (19)$$

Em que,

$\frac{(\Omega A_{ji} - A_{ji})}{(A_{jf} - A_{ji})} EA$ é o efeito escala, expresso em percentagem anual;

$\frac{(A_{jf} - \Omega A_{ji})}{(A_{jf} - A_{ji})} EA$ é o efeito substituição, em percentagem anual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a avaliação dos dados de avanço e retração de cultivos, obtidos a partir da aplicação do modelo, sobretudo quanto às variáveis produção e área colhida, cuja série temporal se iniciou em 1990, é importante a consideração dos fatores relacionados a implementação do Plano Real, a partir de julho de 1994 e seus reflexos, sobretudo, nos quinquênios subsequentes (1995-2000 e 2000-2005). Como essa política econômica não foi acompanhada por um plano nacional desenvolvimentista e esteve sujeita a um rígido controle da inflação (valorização cambial e elevadas taxas de juros), os estados foram obrigados a adotar um maior intervencionismo, no intuito de dinamizar a economia.

Exemplo revelador da ação do Estado na redefinição do padrão de desenvolvimento e inserção regional (além do movimento de expansão da produção global e vantagens competitivas locais) é a grande concentração de extensos matos com plantações de eucalipto e a presença de grandes fábricas de papel e celulose nessa região do extremo Sul da Bahia (PEDREIRA, 2008), que acabaram substituindo atividades agropecuárias em unidades produtivas de variados portes.

4.1 Produção: análise da Taxa Geométrica de Crescimento (TGC) e decomposição em efeitos

A análise da Taxa Geométrica de Crescimento (TCG) e seus desdobramentos em efeitos

(Área – escala e substituição/Rendimento/Localização Geográfica) foram analisados para o período de 1990-2015. A partir da Figura 2 tem-se os valores da TCG da produção por quinquênio e para o período total. Nota-se que os cultivos de cana-de-açúcar, café e melancia estão entre os cinco primeiros com maior taxa de crescimento da produção anual. A produção do mamão, a mais importante da região, apresentou maior taxa de crescimento no quinquênio 1990-1995, com estagnação e queda nos períodos subsequentes, reflexos sobretudo da mudança da política macroeconômica. No entanto, ainda manteve taxa positiva no período total considerado (1990-2015). As maiores retrações ocorreram com os cultivos de feijão e laranja.

Figura 2 – Taxa Geométrica de Crescimento (%) expressas por quinquênio e no período total (1990-2015)

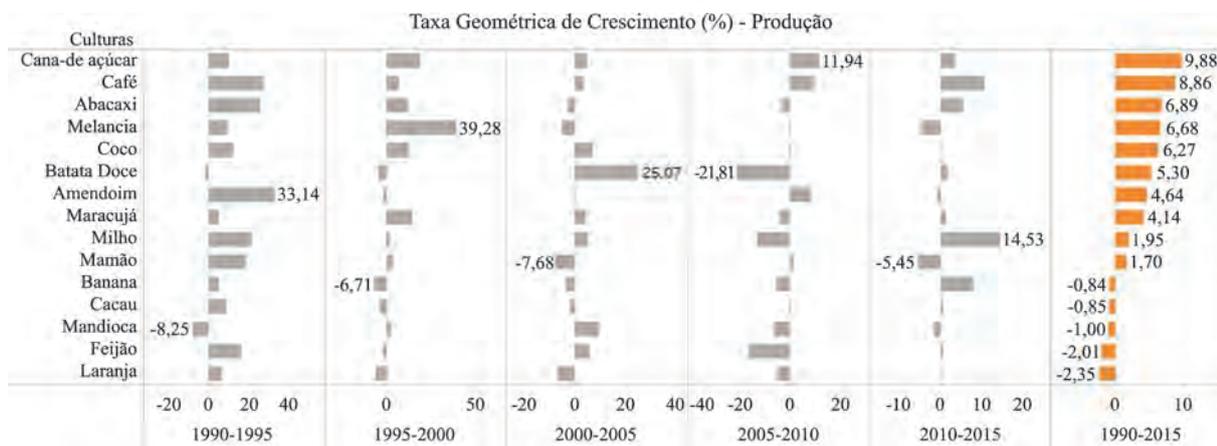
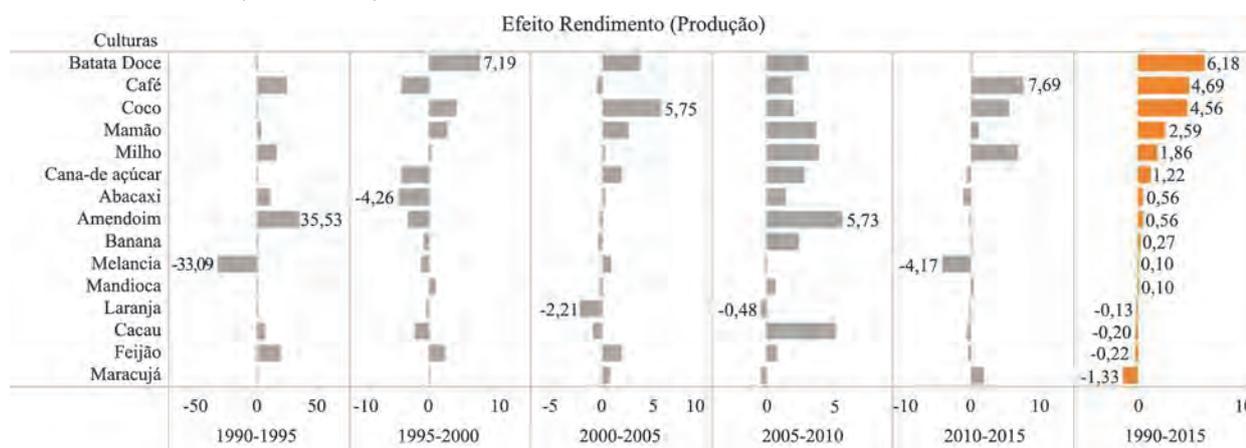


Figura 3 – Decomposição da TGC da variável produção no efeito rendimento, nos quinquênios e no período total (1990-2015)



Por meio da decomposição da TGC, a partir do modelo Shift Share, em efeito área (escala e substituição), rendimento e localização geográfica foi possível detalhar os componentes

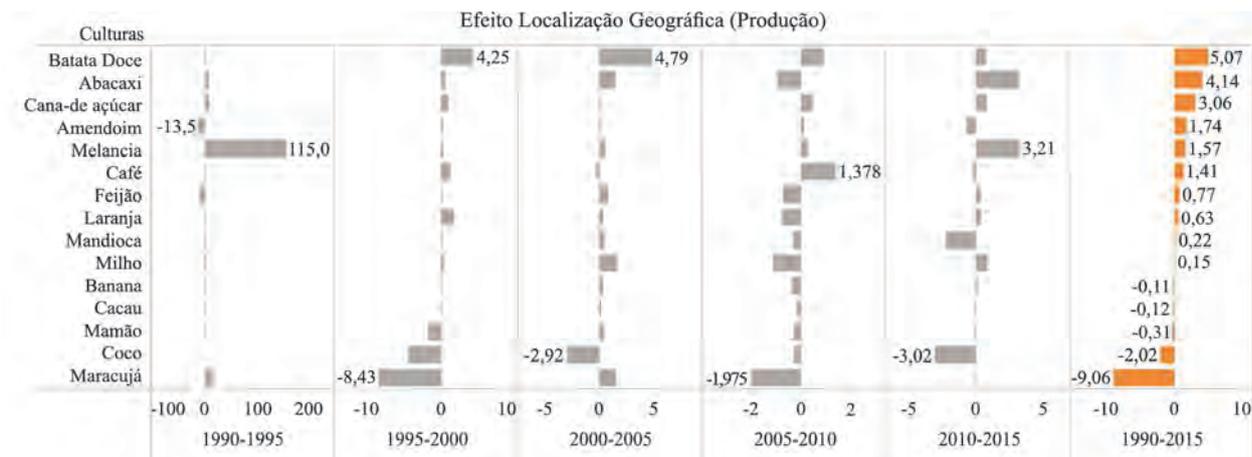
envolvidos no processo de expansão e retração da área cultivada.

O efeito rendimento (Figura 3) está relacionado sobretudo com as mudanças tecnológicas,

tais como adoção de novos insumos, mudanças nas técnicas de produção e especialização da mão-de-obra. Neste quesito, os cultivos de batata-doce (6,18), café (4,69), coco (4,56), mamão (2,59) e milho (1,86) foram os que se destacaram, sobretudo no quinquênio 2005-2010. O cultivo do maracujá apresentou índice de produção negativo (1,33) para esse efeito e ao longo de todo o período analisado.

As alterações espaciais ou a dinâmica de ocupação dos cultivos, resultantes de vantagens locais entre os municípios explicam o efeito localização geográfica (Figura 4). A batata-doce, por exemplo, foi o cultivo que apresentou maior efeito localização geográfica (5,07) seguido pelo abacaxi (4,14) e cana-de-açúcar (3,06), enquanto o maracujá e o coco, pela característica perene apresentaram valores negativos (-9,06 e -2,02).

Figura 4 – Decomposição da TGC da variável produção no efeito localização geográfica, nos quinquênios e no período total (1990-2015)



O efeito área (Figura 5) é resultante da dinâmica de avanço e retração em relação a outros cultivos (efeitos escala e substituição - Figuras 6 e 7). Pela Figura 5, nota-se que, embora todos os produtos avaliados tenham expandido sua produção, aqueles que tiveram maior acréscimo e avançaram sobre outros cultivos, foram sobretudo

o maracujá, a cana-de-açúcar e a melancia. O cultivo de batata-doce, ainda que tenha aumentado a produção entre 2000-2005 (efeito escala, Figura 6), apresentou expressivo efeito substituição entre 1995-2000 e 2010-2015 (Figura 7), o que explica o efeito localização geográfica supracitado e o efeito área negativo para todo o período (-5,95).

Figura 5 – Decomposição da TGC da variável produção no efeito área, nos quinquênios e no período total (1990-2015)

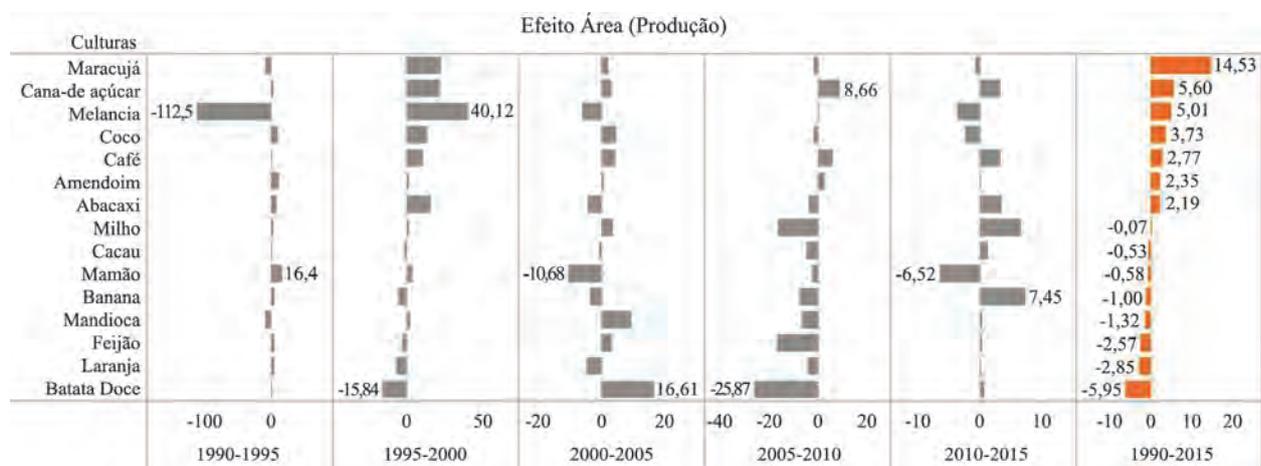


Figura 6 – Decomposição da TGC da variável produção no efeito escala, nos quinquênios e no período total (1990-2015)

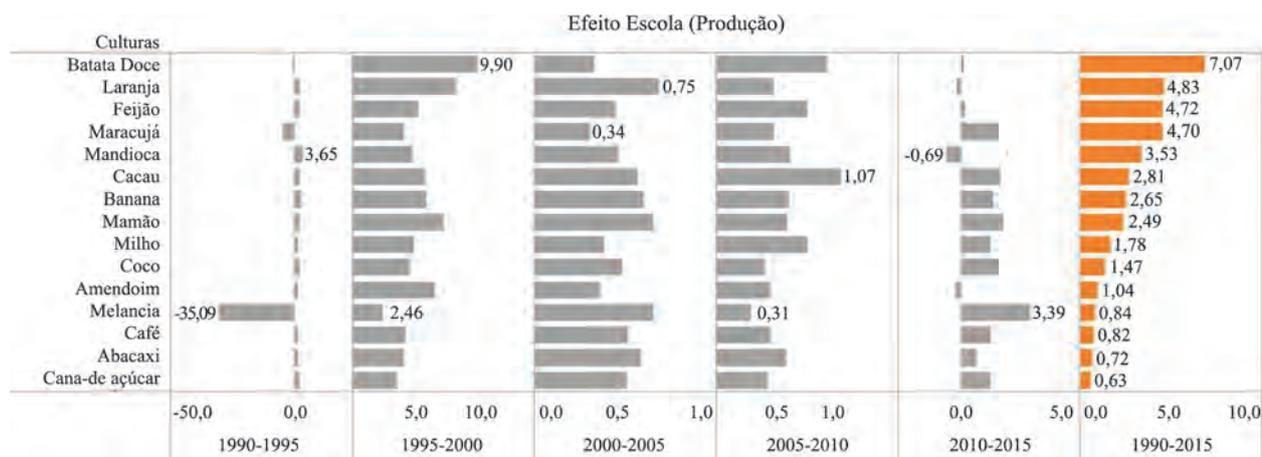
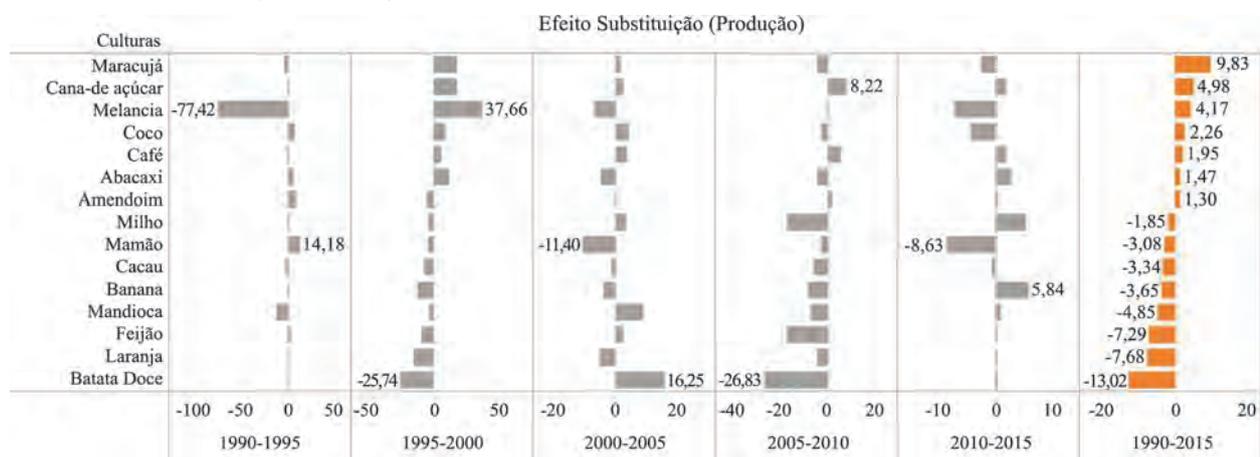


Figura 7 – Decomposição da TGC da variável produção no efeito substituição, nos quinquênios e no período total (1990-2015)



4.2 Área Colhida: decomposição em efeitos escala e substituição

A Figura 8 mostra o efeito área, calculado a partir da variável área colhida e decomposto em efeitos escala e substituição (Figuras 9 e 10). As culturas da cana-de-açúcar, café e coco foram as que mais incorporaram área dentro do recorte espacial considerado. Entre 1990 e 2015, a canavicultura incorporou 38,2 mil hectares de outras lavouras, sobretudo nos subperíodos de 1995-2000 e 2005-2010. As culturas do cacau e da mandioca, embora tenham tido um efeito escala representativo (27,5 e 10 mil hectares) foram as que mais cederam área para outros cultivos, da ordem de 38,6 e 13,7 mil hectares, respectivamente.

Embora a área ocupada com as produções agrícolas analisadas tenha apresentado variação positiva em todos os subperíodos analisados

chegando a somar mais de 64,5 mil hectares, entre 1990 e 2015 (efeito escala – Figura 9), é necessário considerar os reveses inerentes à cada cultivo (Figura 10).

Desde a década de 1980, em função da política comercial e estabilização econômica, como a sobrevalorização cambial, deflagrou-se paulatinamente um processo de crise na produção do cacau na Bahia, resultante da baixa de preços, adversidades climáticas e, principalmente, fitossanitárias, como a entrada da doença “vassoura-de-bruxa” nas plantações do Sul da Bahia, provocando sérios impactos na geração de trabalho e renda (ALVES FILHO, 2002; TREVIZAN, 2002). A crise obrigou a reestruturação da cadeia de produção do cacau e como reflexo direto da adoção de novas tecnologias, os dados indicam que a produção parece ter re-credenciado e voltado a crescer.

Figura 8 – Decomposição da TGC da variável área colhida (ha) no efeito área, nos quinquênios e no período total (1990-2015)

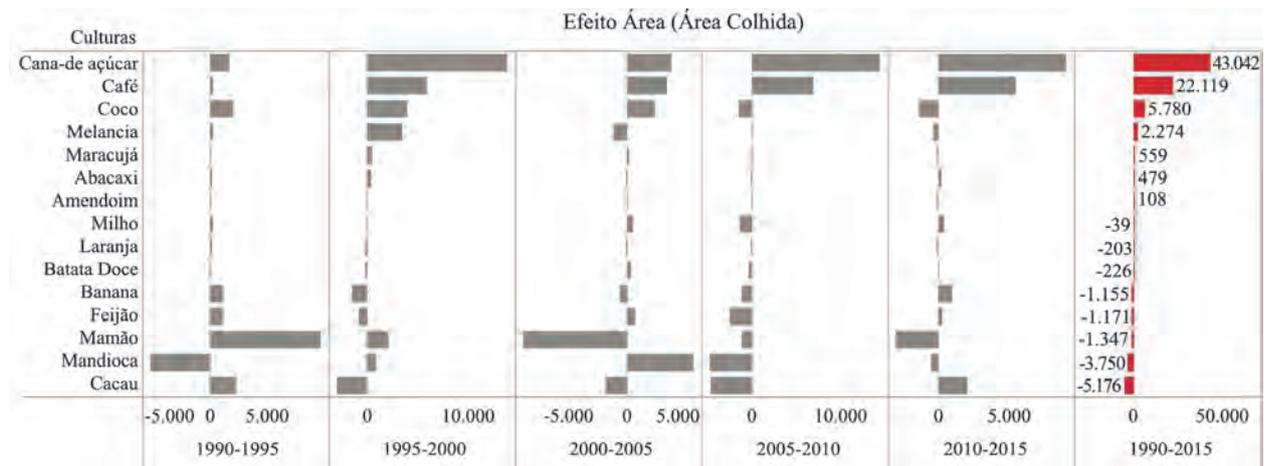


Figura 9 – Decomposição do efeito área colhida (ha) no efeito escala, nos quinquênios e no período total (1990-2015)

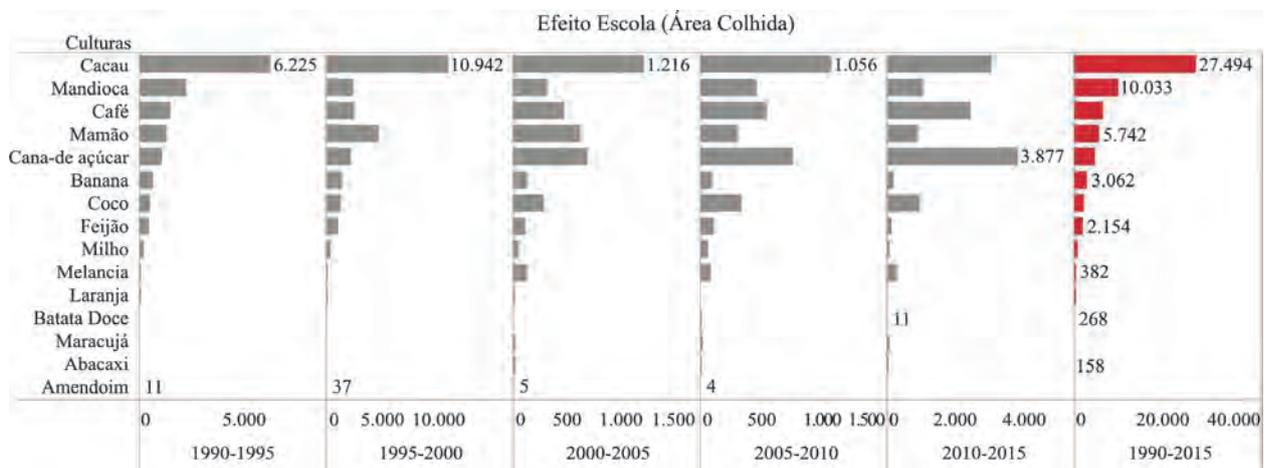
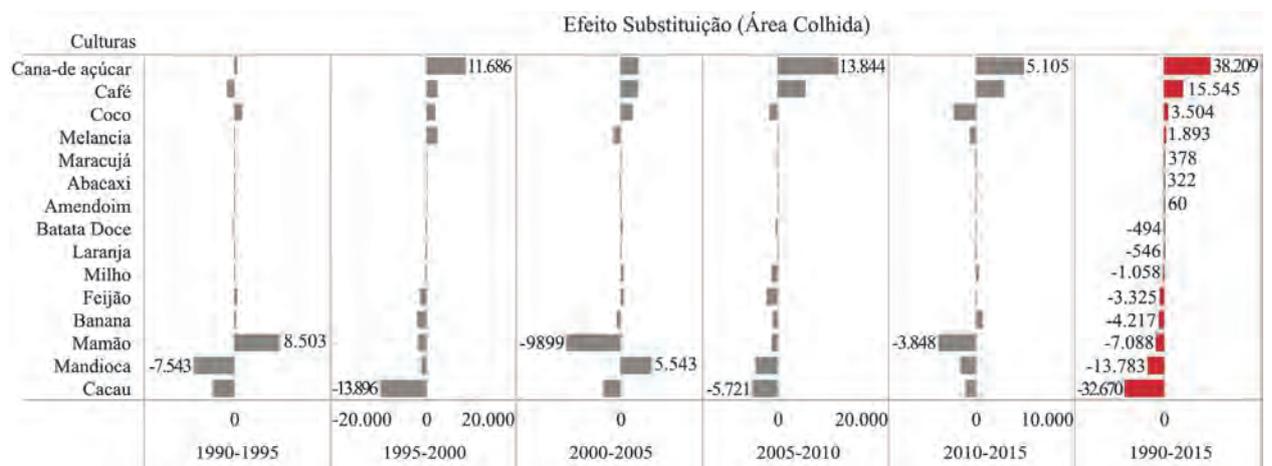


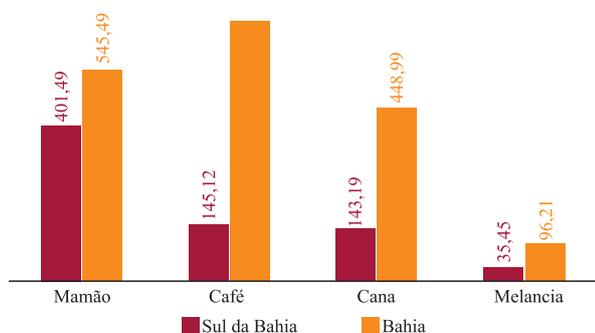
Figura 10 – Decomposição do efeito área colhida (ha) no efeito substituição, nos quinquênios e no período total (1990-2015)



4.3 Análise suplementar dos principais produtos agrícolas, em termos de valor da produção, do Sul da Bahia

A Figura 11 traz os resultados em termos de valor médio (reais) da produção para o período 2005-2015, com grande destaque ao mamão, indicando a liderança desse cultivo para o extremo Sul da Bahia, e para todo o estado. Araújo et al. (2010), por meio de levantamento de dados junto aos produtores de mamão do Sul da Bahia, identificaram nesta área a adoção de um alto índice tecnológico para o cultivo do produto, sobretudo quanto ao espaçamento das fileiras, ao sistema de irrigação e adubação, além do uso de agrotóxicos no controle de pragas e doenças, e metodologia de colheita e pós-colheita. Segundo os atores, os principais fatores condicionantes identificados na adoção tecnológica foram: o crédito agrícola, o nível de escolaridade, a propriedade da terra e o número de anos na atividade, ou seja, a experiência do agricultor.

Figura 11 – Média do valor de produção (milhões de reais) das principais cadeias produtivas para os municípios do Sul da Bahia e para todo o estado.



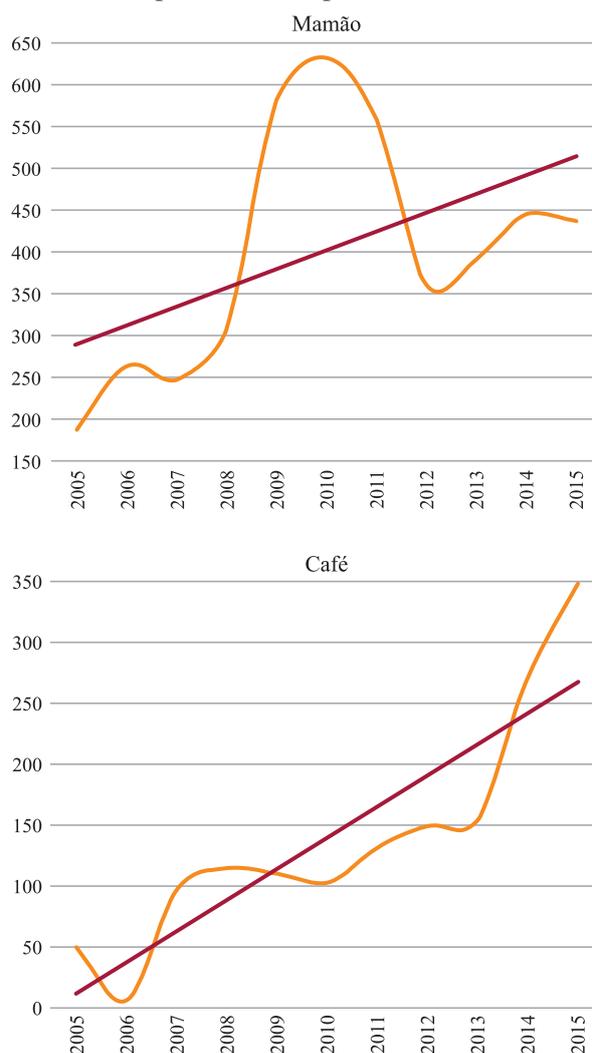
Fonte dos dados: IBGE (2005-2015).

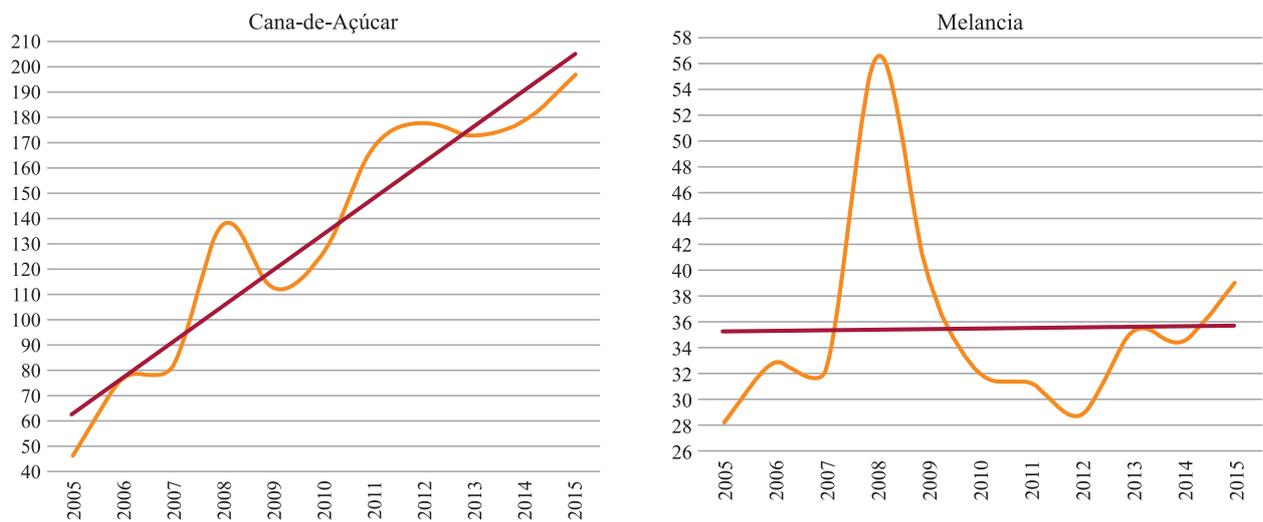
Quanto à variação do valor da produção (Figura 12), o mamão tem seu auge em 2010 (cerca de 630 milhões) e queda em 2012 (360 milhões), voltando a crescer nos anos subsequentes. Em 2015, esse sistema gerou cerca de 450 milhões de reais, equivalente a quase 80% do total produzido no estado. Além de pesquisa junto aos produtores, Araújo et al. (2010) levantaram dados junto aos atacadistas e varejistas, constatando que estes últimos ficavam com a maior parcela da margem de comercialização. Tal fato, somado ao baixo

preço pago aos produtores, questões fitossanitárias, além das intempéries climáticas, explicam o decréscimo dessa produção, sendo paulatinamente substituída e/ou integrada a outras culturas, com destaque ao café conilon (CRUZ NETO et al., 2017).

O café gerou em 2015 uma receita de quase 350 milhões (32% do estado) e o cultivo da cana-de-açúcar, 200 milhões (30% do estado). Tanto o café quanto a cana-de-açúcar tiveram um representativo aumento no valor da produção para a região, que pode ser observado pelo coeficiente angular da reta de tendência. No caso da melancia, após auge em 2008 e queda em 2012, o crescimento do valor de produção foi retomado nos anos subsequentes, com a reta de tendência se mantendo constante.

Figura 12 – Variação do valor de produção, em milhões de reais, ao longo da série temporal (2005-2015) dos produtos principais para os municípios do Sul da Bahia



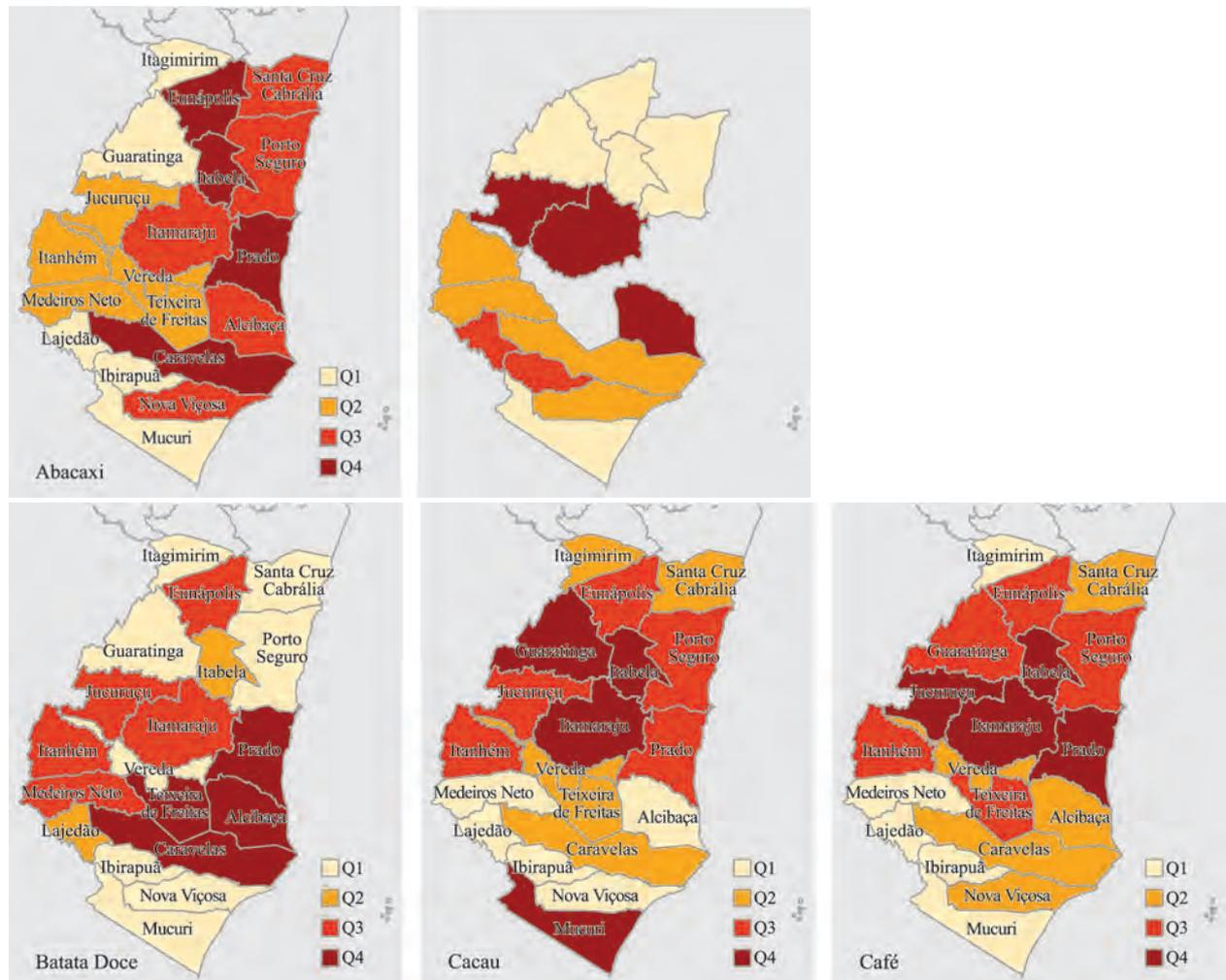


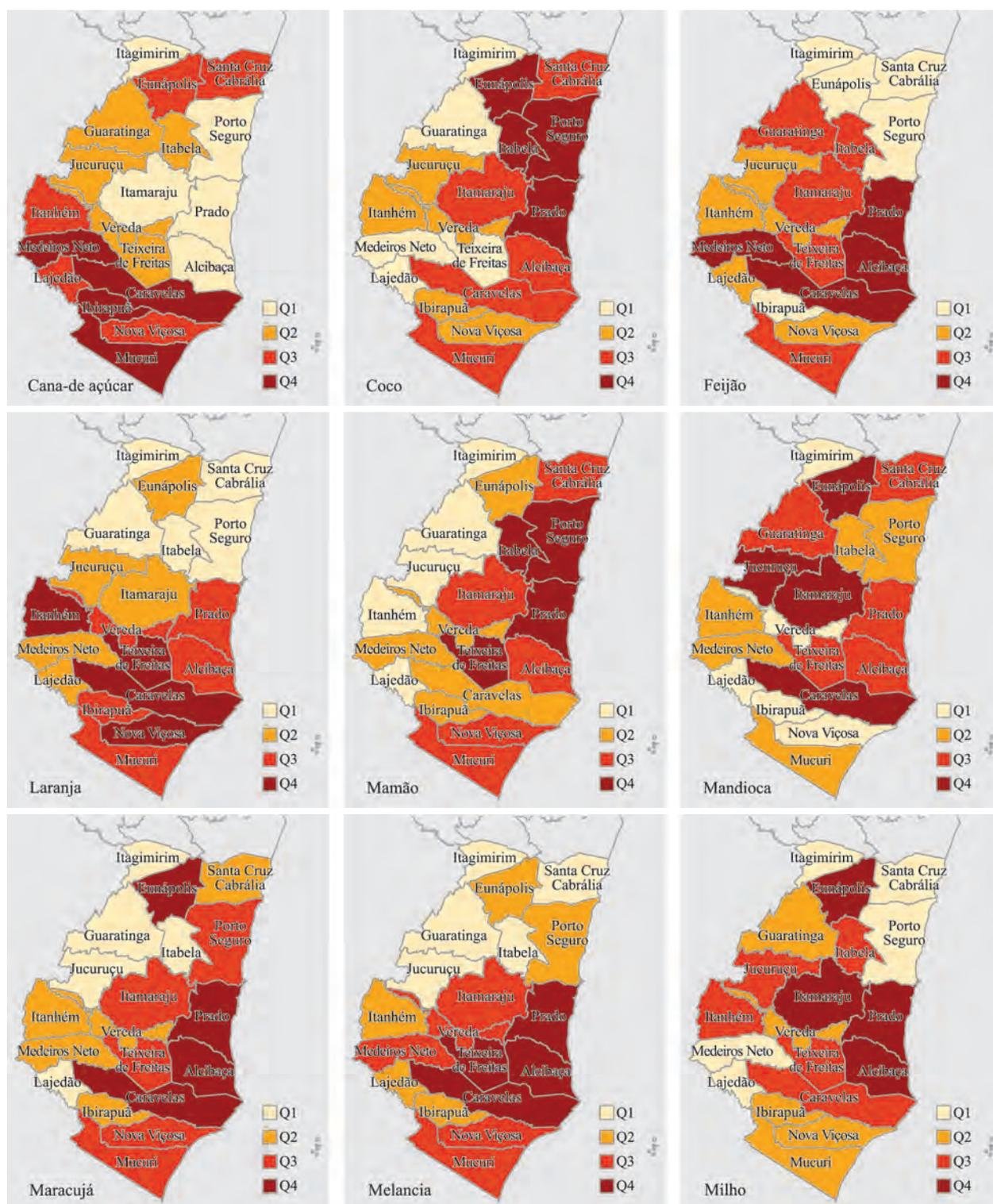
Fonte dos dados: IBGE (2005-2015).

Considerando a espacialização dos quartis da média do valor de produção entre 2005-2015 (Figura 13), verifica-se que, próximo ao litoral se destacam as culturas do abacaxi, amendoim, batata-doce, coco, feijão, laranja, mamão, ma-

racujá, melancia e milho. A porção central (de Leste a Oeste) apresentou maior representatividade relacionada às culturas de amendoim, cacau e café. No Centro-Sul e litoral, merece destaque a produção da cana-de-açúcar.

Figura 13 – Espacialização dos quartis da média do valor de produção (reais), entre 2005-2015, para os municípios do Sul do Estado da Bahia





5 CONCLUSÕES

O grau de modernização das unidades produtivas, as adversidades climáticas e fitossanitárias, as políticas públicas desenvolvimentistas e as oscilações da economia mundial são os principais fatores que influenciam a expansão e retração de cultivos nos territórios, e, portanto, a dinâmica de uso das terras. Considerando esse contexto, aliado

aos aspectos locais, a produção de base florestal avançou na região do extremo Sul da Bahia, sobretudo a partir da década de 1980.

A partir dos resultados do trabalho, constatou-se que o cultivo do mamão ainda persiste como a principal cultura geradora de riqueza para os produtores da área. Em 2015, essa produção rendeu cerca de 450 milhões de reais, equivalente a quase 80% do total produzido no estado da Bahia. O café

e a cana-de-açúcar se destacaram como importantes cadeias agrícolas da região (32% e 30% do valor do estado, em 2015), com expressivo crescimento. Já as culturas do cacau e da mandioca, embora tenham tido um efeito escala representativo (27,5 e 10 mil hectares) foram as que mais cederam área para outros cultivos, da ordem de 38,6 e 13,7 mil hectares, respectivamente.

Os cultivos que geram os maiores valores de produção para a área de estudo - mamão, cana-de-açúcar, café e melancia – também foram os que mais se destacaram quando se considera os efeitos rendimento e área para a variável produção na decomposição da taxa geométrica de crescimento, assim como efeito área para a variável área colhida. As culturas de cacau, feijão, mandioca e laranja foram as que apresentaram o menor desempenho quando se considera os efeitos conjuntamente.

Entende-se que os resultados alcançados pelo trabalho podem se transformar em subsídios para definição de diretrizes junto a setores de planejamento, execução e monitoramento de políticas públicas regionais e locais, e também junto a agentes de instituições dos ramos atuarial e de crédito rural. Um avanço para futuras investigações é a inclusão de dados sobre produção e geração de renda da agroindústria de base florestal (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura) na análise shift-share, além da correlação dessas atividades com séries temporais de dados sociais (IDH, emprego, renda e demais atributos) e do Cadastro Ambiental Rural, a fim de se obter indicadores mais completos (econômicos, sociais e ambientais) para o extremo Sul da Bahia.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. J.; SOUZA, P. M. A expansão da cana-de-açúcar e a produção dos demais gêneros na última década: uma análise dos principais estados produtores. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 88-100, abril-jun., 2014

ALMEIDA, P. N. A. **Fontes de Crescimento e Sistema Produtivo da Orizicultura no Mato Grosso**. Piracicaba, 2003. 213 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ALVES FILHO, M. O mapa da praga do cacau. **Jornal da Unicamp**, 192, ano XVII, 30/set a 06/10 de 2002. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/setembro2002/unihoje_ju192pag03.html> Acesso em: 24 set. 2018.

ALVES, L. R. A. **Fontes de crescimento das principais culturas do Estado do Paraná (1981-1999)**, 2000. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2000.

ARAÚJO, A. C.; SILVA, L. M. R.; MIDDLEJ, R. R. Valor da produção de cacau e análise dos fatores responsáveis pela sua variação no estado da Bahia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais [...]** Brasília, DF: SOBER, 2005, v. 1. p. 1-12.

ARAÚJO, A. C.; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S.; ARAÚJO, L.V. A Cultura do Mamão em Municípios Seleccionados do Extremo Sul da Bahia: Análise do Índice Tecnológico da Comercialização e do Custo Social das Perdas. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, n. 04, p. 699-714, out-dez 2010.

BELLINGIERI, J. C. Teorias do Desenvolvimento Regional e Local: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista de Desenvolvimento Econômico**. Ano 19, v. 2, n. 37, Salvador, BA, p. 6 -34, ago. 2017

BITTENCOURT, G. M.; GOMES, M.F.M. Fontes de Crescimento da Produção de cana-de-açúcar no Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. **Revista de Desenvolvimento Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 19, nº 2, p. 182-201, maio-ago. 2014

CERQUEIRA NETO, S. Três Décadas de Eucalipto no Extremo Sul da Bahia. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, 31, 55-68, 2012

CRUZ NETO, A. J., GERUM, A. F. A., OLIVEIRA, A. M. G. O., BARBOSA C. J., SCHNADELBACH, A. S. Principais problemas e expectativas na cultura do mamoeiro no Extremo Sul da Bahia: um estudo de caso. In: Jornada Científica, 11., 2017, Cruz das Almas. **Anais [...]**, Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2017

- CUENCA, M. A. G.; DOMPIERI, M. H. G. Dinâmica espacial da canavicultura e análise dos efeitos sobre o valor bruto da produção, na região dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba, Pernambuco e Alagoas. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 4, p. 91-106, out-dez. 2016a.
- CUENCA, M. A. G.; DOMPIERI, M. H. G.; SANTOS, F. R. **Expansão da produção do milho e substituição de cultivos na região do Sertão Ocidental, Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 31p., 2016b
- FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O.; SANTANA, A. C. de; IGREJA, A. C. M.; HERREROS, M. M. A. G. Fontes de crescimento do setor agrícola no Estado do Pará: avaliação pelo método shift-share. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora. **Anais [...]** Juiz de Fora: SOBER, 2003
- FILGUEIRAS, G. C.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. C.; HOMMA, A. K. O. Fontes de crescimento da produção de pimenta-do-reino no Estado do Pará no período de 1979 a 2001. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., 2004, Cuiabá. **Anais [...]** Cuiabá: SOBER: UFMT, 2004
- FUJITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. **Economia espacial**. São Paulo: Futura, 2002.
- FGV - FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Índice Geral de Preços – Disponibilidade interna (Índice 2)**. Disponível em: <<http://www.indicadores.hpg.ig.com.br>>. Acesso em: 18 jul. 2017
- HERNÁNDEZ, J.R.; PANIAGUA, M. A. M. Componentes espaciales en El modelo Shift-Share: una aplicación al caso de las regiones peninsulares españolas. **Estadística Española**, v. 50, n. 168, pp. 247-272, 2008.,
- IGREJA, A. C. M. **Evolução da pecuária bovina de corte no Estado de São Paulo no período de 1969-84**. Piracicaba, 1988. 197 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais Rurais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.
- KNUDSEN, D. C. Shift-Share Analysis: further examination of models for the description of economic change. **Socio-Economic Planning Sciences**, Quebec, CAN, v. 34, p. 177-198, 2000.
- LEONEL, M.S. **Extremo Sul da Bahia: Caracterização Socioeconômica e os Impactos da expansão do setor de base florestal**, 2016. 196 f. Tese (Doutorado em Economia), Centro de Planejamento Regional, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- MENDES, H. C. **Análise da composição das culturas no espaço goiano, de 1990 a 2009, baseada em índices de Shift-Share**. 2011. 217 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio). Universidade Federal de Goiânia, Goiânia, 2011.
- MIRANDA, H. Expansão da agricultura e sua vinculação com o processo de urbanização na Região Nordeste/Brasil (1990-2010). **EURE** (Santiago), Santiago, v. 38, n. 114, p. 173-201, May 2012.
- MOREIRA, C. G. **Fontes de crescimento das principais culturas do Rio Grande do Norte, 1981-92**. Piracicaba, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais Rurais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.
- PADRÃO, G. de A.; GOMES, M. F. M.; GARCIA, J. C. Determinantes estruturais do crescimento da produção brasileira de grãos por estados da federação: 1989/90/91 e 2006/07/08. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 51-66, jan-mar 2012.
- PEDREIRA, M. S. **O Complexo Florestal e o Extremo Sul Da Bahia: Inserção Competitiva e Transformações Socioeconômicas na Região**, 2008. 181 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais), Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

-
- PEDROSO, L. G.; LAGES, A. M. G.; SILVA, R. P. As estruturas canaveira e citrícola em Alagoas, Pernambuco e São Paulo. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 24, n. 3, p. 88-101, jul./ago./set. 2015
- SENA, A. L. S.; SANTOS, M. A. S.; RAIOL, L. C. B. Identificação das fontes de crescimento da produção de leite no estado do Pará no período 1990-2008. In: ZOOTEC NA AMAZÔNIA LEGAL, 1; CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas. **Anais [...]** Palmas: UFT-ABZ, 2010.
- POLÈSE, M. **Economia urbana e regional: lógica espacial das transformações econômicas**. Coimbra: APDR, 1998.
- ROMER, P. M. The origins of endogenous growth. **Journal of Economic Perspectives**, v. 8, n. 1, pp. 3-22, 1994.
- SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Celulose e turismo: Extremo Sul da Bahia**. Salvador: SEI, 1995. 132 p. (Série Estudos e pesquisas, 28).
- SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Perfil dos territórios de identidade**. Salvador: SEI, 2015. v. 1. 255 p. Disponível em: www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/perfil_dos_territorios/ptib_vol_01.zip. Acesso em: 08 ago. 2020.
- SILVA, M. A. S.; SOUZA, R. A. Avaliação da homogeneidade dos Territórios de Identidade a partir de técnicas geocomputacionais. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 6, p. 111-146, 2018.
- SOUZA, R. S.; WANDER, A. E. Efeito-escala e efeito-substituição na variação da área cultivada de feijão no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11., 2014, Londrina. **Anais [...]** Londrina: IAPAR, 2014.
- TREVIZAN, S. D.; MARQUES, M. Impactos Socioeconômicos da Crise do Cacau: um estudo de comunidade-caso. **Agrotropica**, v. 14, n. 3, p. 127-136, 2002
- VÁZQUEZ BARQUERO, A. **Desenvolvimento endógeno em tempos de globalização**. Porto Alegre: FEE, 2001.
- YOKOYAMA, L. P.; IGREJA, A. C. M.; NEVES, E. M. Modelo Shift Share: uma readaptação metodológica e uma aplicação para o Estado de Goiás. **Boletim Agricultura em São Paulo, São Paulo**, n. 37, p. 19-30, 1990.
- YOKOYAMA, L. P. **O crescimento da produção e modernização das lavouras em Goiás no período 1975-1984**. Piracicaba, 1988. 109p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.
- ZOCKUN, M. H. G. P. **A expansão da soja no Brasil: alguns aspectos da produção**. São Paulo, 1978, 228p. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia e Administração, 1978.
-

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO, A PARTIR DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS MULTIVARIADAS

Analysis of the land use and occupation in the Baixo São Francisco, from multivariate statistical techniques

Marcia Helena Galina Dompieri

Estatística e Geógrafa. Doutora em Organização do Espaço (Unesp). Pesquisadora da Embrapa Territorial. Av. Soldado Passarinho, nº 303, Fazenda Jardim Chapadão CEP: 13070-115, Campinas, SP. marcia.dompieri@embrapa.br

José Rodrigo Santos Silva

Estatístico. Doutor em Biometria e Estatística Aplicada (UFRPE). Docente da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Av. Marechal Rondon, Jardim Rosa Elze. CEP: 49100-000 - São Cristóvão, SE. rodrigo.ufs@gmail.com

Rodrigo Yudi Fujimoto

Zootecnista. Doutor em Aquicultura (Unesp). Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar 3.250, Jardins. CEP: 49025-040. Aracaju, SE. rodrigo.fujimoto@embrapa.br

Fernanda dos Santos Cunha

Engenheira de Pesca. Doutora em Saúde e Meio Ambiente (UNIT). fe.cunha_@hotmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho é a análise do uso e ocupação das terras na porção do Baixo São Francisco, abordando: (i) a análise geoespacial dos dados de produção agrícola e pecuária municipal (aquícola, rizicultura, cana-de-açúcar, rebanhos bovinos e ovinos); (ii) a avaliação do uso e ocupação das terras, a partir do processamento de imagens orbitais de média resolução espacial; (iii) o levantamento da concentração de piretroides em pisciculturas, córregos e canais de abastecimento na principal área produtora de peixes da região. Foram empregados dados tabulares, vetoriais e matriciais, estes últimos advindos de imagens orbitais (sensor MSI, satélite Sentinel-2). No processamento das imagens, técnicas multivariadas (ACP e K-means) foram empregadas e permitiram melhor separabilidade das classes e menor tempo de processamento. A classe equivalente à pastagem degradada ou em processo de degradação e solo exposto foram as mais representativas. Constatou-se também quantidade expressiva de sedimentos em suspensão nos corpos hídricos. Por fim, foram apresentados resultados da análise das águas em pisciculturas, córregos e canais de drenagem, quanto à concentração de piretroides (deltametrina e cipermetrina); os quais indicaram a necessidade de normatização nacional para sua utilização.

Palavras-chave: Baixo São Francisco; Sensoriamento remoto; Agricultura; Sentinel-2.

Abstract: The objective of this work is to analyze the use and occupation of land in the Baixo São Francisco area, considering: (i) the geospatial analysis of agricultural and municipal livestock production data (aquaculture, rhizoculture, sugarcane, cattle and sheep); (ii) the evaluation of land use and occupation, from the processing of orbital images of medium spatial resolution; (iii) the survey of the concentration of pyrethroids in fish farms, streams and supply channels in the main fish producing area of the region. Tabular, vector and matrix data were used, the latter coming from orbital images (MSI sensor, Sentinel-2 satellite). In the processing of images, multivariate techniques (ACP and K-means) were employed and allowed better class separability and shorter processing time. The class equivalent to degraded pasture or in the process of degradation and exposed soil were the most representative. There was also a significant amount of suspended sediments in the water bodies. Finally, results of the analysis of water in fish farms, streams and drainage channels were presented regarding the concentration of pyrethroids (deltamethrin and cypermethrin); which indicated the need for national standardization for its use.

Keywords: Baixo São Francisco; Remote Sensing; Agriculture; Sentinel-2.

1 INTRODUÇÃO

O rio São Francisco percorre cerca de 2.700 km, desde a Serra da Canastra (MG), passando por extensa porção semiárida até atingir sua foz, no Oceano Atlântico, onde protagoniza a divisa natural entre os estados de Sergipe e Alagoas. Ao longo do percurso, inúmeras intervenções antrópicas ocorreram, desde a instalação de barragens (Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó), retirada da mata ciliar até a transposição de suas águas. Todo esse processo intervencionista trouxe maiores consequências aos municípios à jusante, na porção do Baixo São Francisco, sobretudo quanto à produção agroalimentar.

A análise territorial, para fins de planejamento, deve ser embasada por ativos cartográficos, representados pelos mapeamentos, monitoramentos e zoneamentos. A partir desses produtos, torna-se possível mensurar as potencialidades, limitações e fragilidades dos sistemas e gerar diretrizes para políticas públicas de desenvolvimento regional.

O objetivo geral do presente trabalho é a análise do uso e ocupação das terras na porção do Baixo São Francisco. Os objetivos específicos são: (1) Análise geoespacial dos dados de produção agrícola e pecuária municipal (aquícola, rizicultura, cana-de-açúcar, rebanhos bovinos e ovinos) na área; (2) Avaliação do uso e ocupação das terras, a partir do processamento de imagens orbitais de média resolução espacial; (3) Análise da qualidade da água, quanto à concentração de piretroides, em pisciculturas, córregos e canais de abastecimento em área produtora de peixes da região.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Região do Baixo São Francisco

Os piores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) estão vinculados ao espaço rural onde a população residente é privada dos bens de produção e de orientação técnica, onde falta acesso aos bens e serviços essenciais, sobretudo saneamento básico, saúde, educação e capacitação técnica. Tal contexto é herança do regime agroexportador escravocrata colonial somado

à desarticulação de ações entre as esferas de governança do Estado – municipal, estadual e federal – quanto ao planejamento regional (ESTEVES, 2012). A área rural da região do Baixo São Francisco (AL e SE), insere-se neste contexto.

Na década de 1970, como forma de minimização dos danos causados à população dependente das águas à jusante do rio São Francisco, por conta da construção das barragens Três Marias, Sobradinho e Itaparica, pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) e mais tarde, Moxotó, Paulo Afonso e Xingó, deu-se início o processo de instalação dos perímetros irrigados, começando em Propriá (SE) e Itiúba (AL), sob o comando da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF, 1985).

No entanto, além do traumático processo de desapropriação das terras e assentamento dos parceleiros, não houve articulação de políticas públicas para provimento da infraestrutura necessária e contínua para fins de escoamento, comercialização e armazenamento da produção, nem o fornecimento de subsídio e crédito em período minimamente adequado para garantir a sustentabilidade do negócio aos produtores, situação que culminou com o abandono de muitos lotes, em função do endividamento (MARTINS, 2011 et al.; ESTEVES, 2012).

Como consequências das interferências antrópicas à montante do São Francisco, sobretudo, na ocasião de ocorrência de eventos climáticos extremos, a área estuarina amarga consequências como a intrusão salina em períodos de seca, e enchentes nas várzeas com as chuvas intensas. Concomitantemente às alterações dos padrões de vazão, as correntes de contorno tendem a carrear mais rapidamente os materiais transportados pelos rios, contribuindo para as condições oligotróficas da região costeira adjacente (MEDEIROS et al., 2014), cenário que contribui para inviabilizar as práticas agrícolas e a aquicultura.

Além da falta de assistência à população rural de baixa renda, que se reflete nos mais baixos IDHs da região, os problemas na área do Baixo São Francisco também estão relacionados ao manejo inadequado dos sistemas agropecuários, à exploração mineral sem o devido

zoneamento e ao desmatamento indiscriminado de áreas com remanescentes de mata nativa. As consequências estão diretamente ligadas à questão da sustentabilidade ambiental e socioeconômica, tais como a contaminação das águas por agrotóxicos, antibióticos e matéria orgânica, além da acentuação do grau de assoreamento dos corpos hídricos (FREIRE, 2014).

2.2 Ativos Cartográficos

A partir dos ativos cartográficos, entendidos como mapeamentos, que se desdobram em monitoramentos e zoneamentos, é possível inventariar o processo de ocupação das terras, assim como indicar suas potencialidades, limitações e fragilidades. São instrumentos de gestão territorial que permitem gerar diretrizes para orientar políticas públicas.

Importantes avanços tecnológicos foram alcançados pela Geotecnologia, ramo da ciência que inclui saberes interdisciplinares em matemática, estatística, geociências e computação científica. Aumentou a disponibilização à comunidade científica de produtos de alta qualidade nessa área, incluindo imagens e softwares de acesso aberto para a confecção desses produtos, que permitem o acompanhamento de fenômenos de interesse, ao longo do tempo e em grandes extensões de terra.

Em mapeamentos de cultivos, Jensen (2009) evidencia que, a partir do espectro eletromagnético, a vegetação verde e sadia apresenta uma assinatura espectral característica, influenciada pelos pigmentos existentes no mesófilo paliçádico, atuantes na região do visível do espectro eletromagnético (0,4 - 0,65 μm), o espalhamento da energia infravermelha no mesófilo esponjoso, região do infravermelho próximo (0,65 - 1,4 μm), e a quantidade de água presente na folha, região do infravermelho médio (aproximadamente 1,4 - 2,6 μm). São estas características intrínsecas das plantas que permitem a diferenciação entre as culturas plantadas e a vegetação natural, a partir das imagens orbitais.

Levantamentos nas mais diversas localidades, inóspitas ou não, e em diferenciadas escalas podem ser obtidos a partir dos dados orbitais. Liu et al. (2017) realizaram 68 medidas in loco no lago Poyabg, na China, para calibrar um

modelo a fim de identificar a qualidade da água, por meio da concentração de partículas sólidas em suspensão, a partir do sensor MSI-Sentinel2 e concluíram a aplicabilidade a partir das bandas 4 e 7. Li et al. (2017) utilizaram o índice de vegetação (NDVI) gerado por meio de imagens de satélite meteorológico (AHRR) para avaliar os impactos do El Niño, no período de 1982-2015, na extensão de toda a Eurásia. Nitze et al. (2017) apresentaram uma metodologia de classificação de dados Landsat (TM, ETM+, OLI) para analisar mudanças climáticas com base na dinâmica dos lagos de quatro diferentes locais (Alaska North Slope, Western Alaska, Central Yakutia, Kolyma Lowland) na zona do permafrost do norte, entre 1999 e 2014.

Por meio da comparação dos mapeamentos de duas épocas distintas (2004 e 2014), na mesorregião Nordeste do Mato Grosso, Esquerdo et al. (2017) identificaram a expansão da agricultura em 263%. Essa ocupação avançou principalmente sobre áreas de pastagens, o que evidencia o processo de mudança do sistema de produção pecuária para o sistema de produção agrícola intensiva na região. Adicionalmente, os autores mencionam a eliminação de cerca de 4.000 quilômetros quadrados de florestas nativas do Bioma Pantanal.

2.3 Análise por Componentes Principais (ACP)

A ACP, técnica multivariada empregada neste estudo, é um procedimento que utiliza a transformação ortogonal de vetores para converter um conjunto de observações de variáveis correlacionadas em outro conjunto de variáveis linearmente não correlacionadas. Pearson foi quem idealizou a técnica no século XIX, que é comumente usada como uma ferramenta de análise exploratória de dados e como modelo preditivo (PEARSON, 1901; ABDI; WILLIAMS, 2010). Em sensoriamento remoto, uma das principais funções da ACP é determinar a extensão da correlação existente entre duas ou mais bandas.

Segundo Liu, Mason (2009) e Estornell et al. (2013), uma imagem orbital pode ser expressa na forma matricial (Eq. 1), segundo a qual, na posição ij tem-se armazenado o número digital, cujo intervalo varia em função da resolução

radiométrica. Neste estudo, os valores digitais variam de 0 a 4095 (12 bits):

$$A_{i,j} = \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Como as cenas são corregradas, cada posição na matriz (DN) vai se diferenciar de banda para banda – em função da resolução espectral (Eq. 2). No trabalho foram utilizadas quatro bandas (Red, Green, Blue, Infra-Red), portanto k igual a quatro.

$$A_{i,j} = \begin{bmatrix} x_{[b_1]}^{[b_1]} & \cdots & x_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m,1} & \cdots & x_{m,n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Para se reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados, é necessário o cálculo dos autovalores a partir da matriz de covariância, em que $\sigma_{i,j}$ é a covariância de cada par de bandas:

$$\sigma_{i,j} = \frac{1}{N-1} \sum_{p=1}^N (DN_{p,i} - \mu_i)(DN_{p,j} - \mu_j) \quad (3)$$

Sendo:

$DN_{p,i}$: número digital do pixel p na banda i;

$DN_{p,j}$: número digital do pixel p na banda j;

μ : média dos números digitais;

N : quantidade de bandas.

A partir da matriz de variância/covariância, os autovalores (λ) são calculados, assim como as raízes da equação característica, em que C é a matriz de covariância das bandas e I é a diagonal da matriz identidade.

$$\det (C - \gamma I) = 0 \quad (4)$$

Liu e Mason (2009) ressaltaram que a aplicação da ACP antes da técnica de agrupamento pode evitar o excesso de pixels classificados erroneamente. Além disso, como o número de matrizes a serem processadas diminui, ocorre também diminuição do tempo de processamento.

2.4 Agrupamento k-means

O método de agrupamento k-means foi uma das técnicas multivariadas utilizadas no presente trabalho. Foi proposto por MacQueen (1967) e é um dos algoritmos de aprendizagem não supervisionado que permite, de forma simplificada, o particionamento de uma população N-dimensional dentro de k conjuntos, resolvendo o problema de agrupamento. Por meio do algoritmo, a classificação dos números digitais das matrizes (bandas espectrais) ocorre a partir da definição de um determinado número de clusters (k clusters) fixados a priori. Inicialmente, há a definição de k centroides, um para cada cluster. O pixel pertencente a um determinado conjunto de dados é associado ao centroide mais próximo (distância mínima).

A distância entre um ponto p_i e um conjunto de clusters $\chi = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ é obtida por meio da seguinte equação:

$$d(P, \chi) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d(p_i, \chi)^2 \quad (5)$$

Quando nenhum ponto está pendente, o primeiro passo é concluído e um agrupamento inicial é constituído. Novamente, k novos centroides dos clusters, resultantes do passo anterior, são constituídos e há uma nova ligação entre os mesmos pontos de ajuste e o novo centroide mais próximo. Como resultado deste loop, k centroides mudam sua localização passo a passo até que os centroides não se movimentem mais ou que o número de iterações definido seja atingido. Esse algoritmo visa minimizar uma função de erro quadrado, reduzindo a variabilidade dentro do cluster (LINDEM, 2009; ENVI, 2017).

3 METODOLOGIA

A delimitação da área de estudo abrangeu os municípios pertencentes à região do Baixo São Francisco, estados de Sergipe e Alagoas (Figura 1).

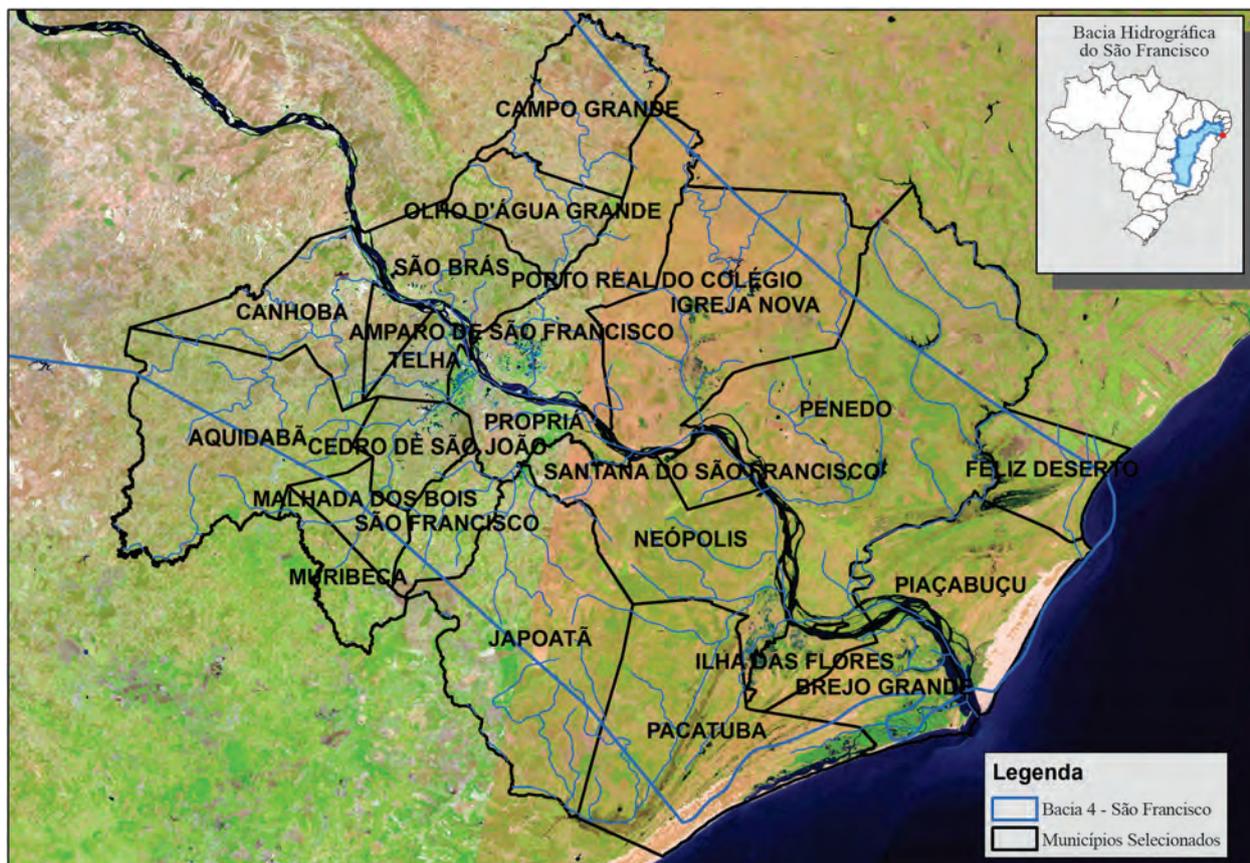
Quanto aos materiais utilizados, foram empregados dados tabulares e georreferenciados – vetoriais e matriciais. Os dados tabulares sobre produção agrícola e pecuária municipal foram obtidos a partir da base Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017a; 2017b) e corresponde-

ram à produção aquícola, arroz com casca, cana-de-açúcar, rebanhos bovinos e ovinos (ano base 2015). Quanto aos dados vetoriais georreferenciados, as fontes foram o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017c), a Agência Nacional das Águas (ANA, 2017) o Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM, 2017). Corresponderam, respectivamente, à divisão política dos estados (Sergipe e Alagoas) e dos municípios da área de estudo; à delimitação da bacia hidrográfica do São Francisco e aos polígonos de mineração. Estes últimos auxiliaram o processo de associação das classes de ocupação do solo.

Os dados matriciais corresponderam às cenas orbitais advindas do sensor multiespectral (MSI - Multispectral Instrument) projeto SENTI-

NEL-2, financiado pela Agência Espacial Europeia (ESA, 2017), distribuídos em 13 bandas espectrais VNIR (Visible–Near Infrared) e SWIR (Shortwave Infrared), disponível a partir do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2017). Das 13 bandas espectrais, foram utilizadas as seguintes: 490 nm (B2), 560 nm (B3), 665 nm (B4), 842 nm (B8), na resolução espacial de 10 m, que permite mapeamentos na escala de até 1:25.000, pelo Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC). O produto corresponde ao nível 2A que possui correção topo-atmosférica (TOA). A resolução radiométrica do instrumento MSI é de 12 bits, permitindo que a imagem seja adquirida em um intervalo de 0 a 4095 valores de intensidade de luz potencial (ESA, 2017).

Figura 1 – Localização da área de estudo: municípios do Baixo São Francisco acompanhado da delimitação dos limites da Bacia do São Francisco

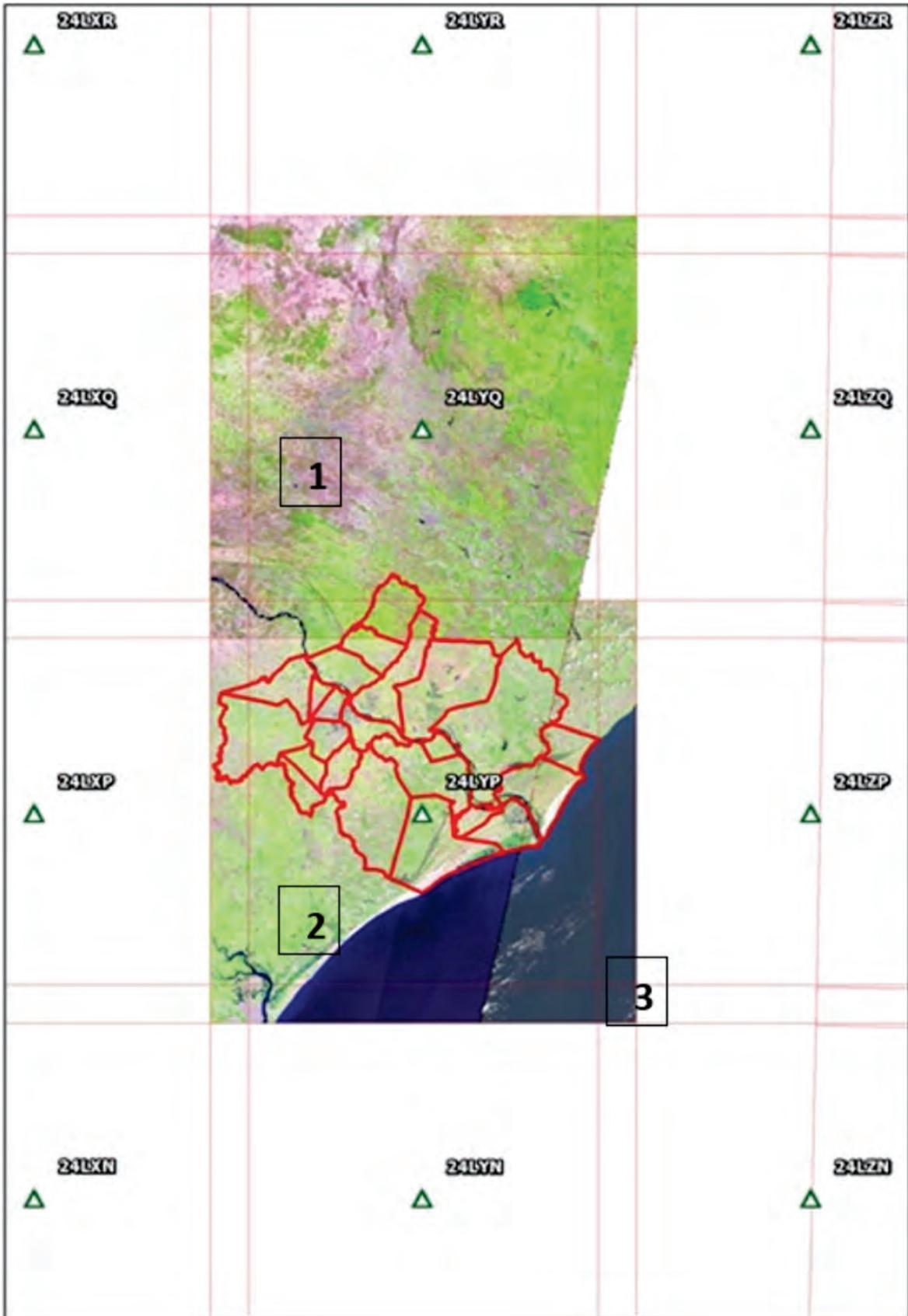


Fonte: USGS (2017); IBGE (2017)

O desafio da utilização de cenas orbitais em quadrantes diferentes consiste em coincidir o mesmo período sazonal para o mosaico das cenas, obter intervalos temporais curtos e a menor cobertura de nuvens possível, a fim de garantir a mínima variabilidade na reflectâncias dos alvos. Na Figura

2, tem-se a grade com o índice das cenas (24LYQ e 24LYP), assim como a sobreposição necessária entre elas. Foram utilizadas duas imagens datadas de 16 de maio de 2017 e a terceira de 24 de novembro de 2016, portanto períodos sazonais e interferência atmosférica distintas na terceira cena.

Figura 2 – Cenas 1 e 2: 16/05/2017; Cena 3: 24/11/2016



Fonte: ESA/USGS (2017).

A produção de mapeamentos exige a definição de variáveis importantes, como a extensão

da área a ser mapeada, a escala pretendida, o intervalo da série temporal ou a época do ano

a ser considerada. Tais requisitos definirão as resoluções espacial, temporal e radiométrica dos produtos. As bandas geradas pelos sensores orbitais correspondem às matrizes bidimensionais de valores digitais, cujo menor elemento é o pixel, os quais são classificados por meio das técnicas advindas da estatística multivariada. A classificação multiespectral pode ser baseada no pixel ou no grupo de pixels (regiões ou objetos), neste último caso, a partir do processo de segmentação (LIU; MASON, 2009). Em ambos os casos é possível aplicar técnicas supervisionada, não supervisionada e/ou mista.

Na fase de pré-processamento das imagens foram realizados o mosaicamento e o recorte com base na área de estudo, acrescido de um distanciamento de 5 km, a fim de garantir o limite de segurança. O processamento das cenas foi elaborado por meio da aplicação da técnica de Análise por Componentes Principais (ACP) e do algoritmo de agrupamento K-means. A técnica de agrupamento foi aplicada tanto ao conjunto de dados principais (B2, B3, B4 e B8) quanto aos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2). O software ENVI v. 5.4 SP1 foi utilizado para o processamento dos dados matriciais e o ArcGIS v. 10.6 para os dados vetoriais. Como se tratou de técnica não supervisionada, não houve o cálculo do índice kappa no pós-processamento para identificação da acurácia da classificação. A seguir haverá um maior detalhamento das técnicas ACP e do agrupamento K-means.

Por fim, foram coletadas amostras de água em dez pisciculturas (Figuras 15 a 17) entre Nov/2016 e Jan/2017, em três pontos dos afluentes do Rio São Francisco e nove canais de abastecimento das pisciculturas para avaliação de piretroides – deltametrina e cipermetrina, uma vez que identificamos, no processo de mapeamento e nas visitas ao campo, forte proximidade e até mesmo o compartilhamento de tanques no cultivo de arroz e criação de peixes.

4 RESULTADOS E A DISCUSSÃO

4.1 Análise e espacialização dos dados de produção agrícola e pecuária, na Região do Baixo São Francisco

A região Nordeste liderou a produção de peixes no país, respondendo por quase 30% do total produzido, com grande destaque ao estado do Ceará, totalizando quase 70 mil toneladas, seguido pelos estados da Bahia e Rio Grande do Norte, no ano de 2015 (IBGE 2017c, Figura 3). Embora a região do Baixo São Francisco, nos estados de Sergipe e Alagoas, não apresente produções expressivas quando comparada aos dos estados vizinhos, a criação de peixes para as comunidades locais é uma das mais importantes atividades exercidas como meio de subsistência.

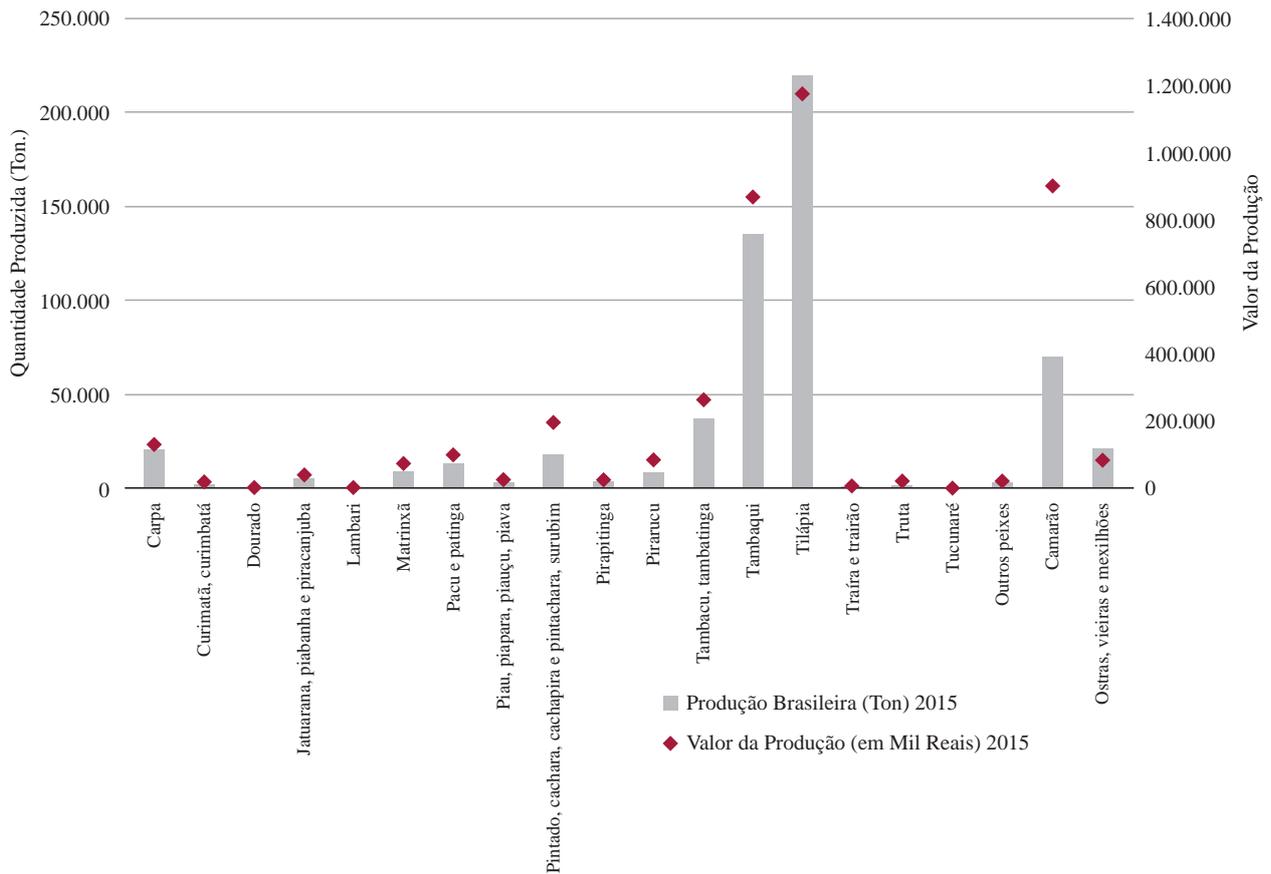
Figura 3 – Produção de peixes nos estados da Região Nordeste (t)



Fonte: dados do IBGE (2017).

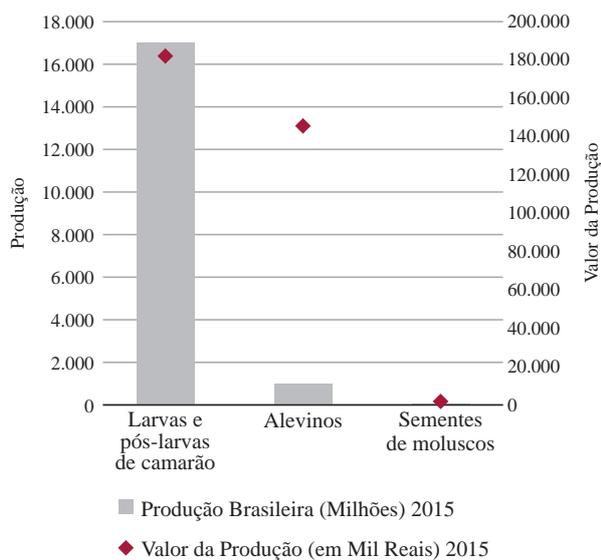
Em termos nacionais, a produção aquícola brasileira em 2015 correspondeu a quase 575 mil toneladas, com destaque para tilápia, tambaqui e camarão, além de larvas de camarão e alevinos, sendo que estes últimos possuem um alto valor de comercialização (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – Produção (toneladas) e valor da produção (mil) de peixes, ostras e camarões, em 2015, no Brasil



Fonte: dados do IBGE (2017).

Figura 5 – Produção (toneladas) e valor da produção (mil) de larvas e pós-larvas de camarão, alevinos e sementes de moluscos, em 2015, no Brasil

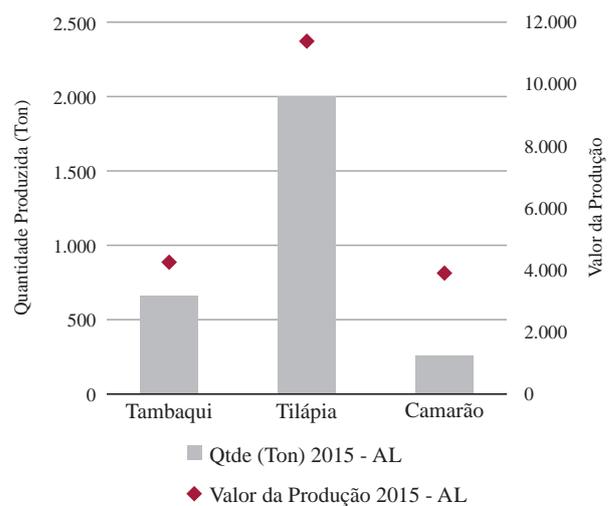


Fonte: dados do IBGE (2017).

Quanto à região do Baixo São Francisco, em Alagoas, a produção de tilápia se destacou en-

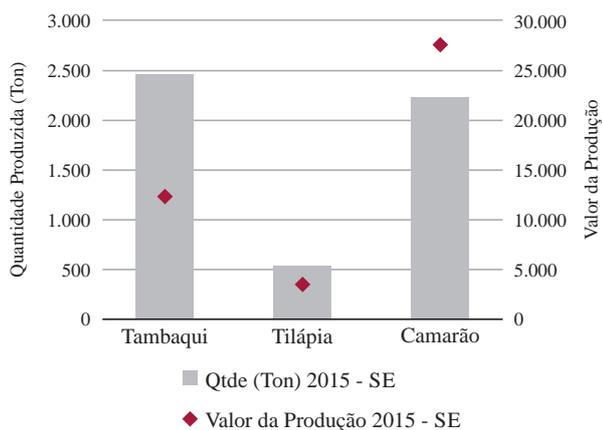
quanto em Sergipe, a relevância foi para as produções de tambaqui e camarão (Figuras 6 e 7).

Figura 6 – Produção (toneladas) e valor da produção (mil) de tambaqui, tilápia e camarão, em 2015, em Alagoas



Fonte: dados do IBGE (2017).

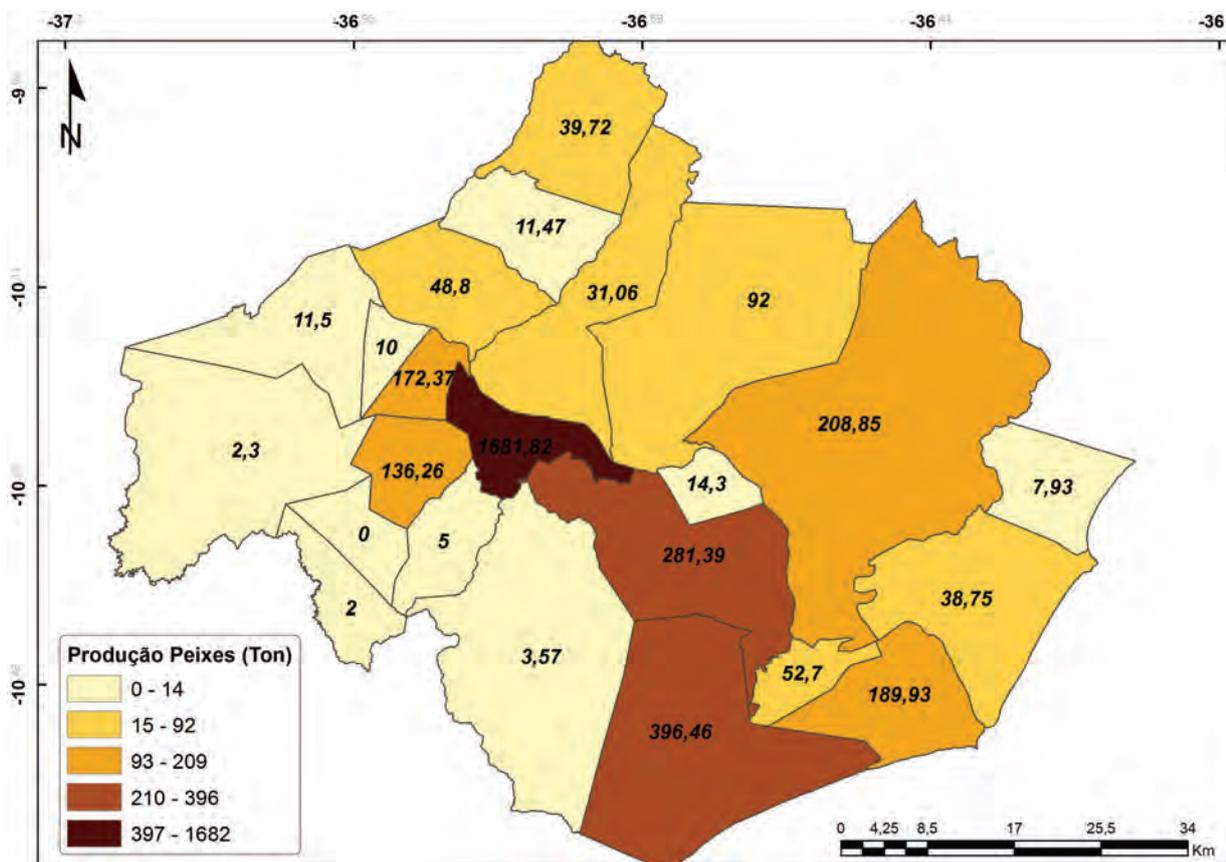
Figura 7 – Produção (ton) e valor da produção (mil) de tambaqui, tilápia e camarão, em 2015, em Alagoas



Fonte: dados do IBGE (2017).

A partir da Figura 8, tem-se a espacialização em intervalos de classes da produção de peixes (toneladas) na área de estudo. Destacou-se a produção no município de Propriá (SE) com cerca de 1700 toneladas.

Figura 8 – Produção de peixes (toneladas) nos municípios do Baixo São Francisco



Quanto à rizicultura, o Brasil produziu na safra 2015 o equivalente a 1,23 milhão de toneladas de arroz (casca), sendo que a região Sul do país contribui com 80% do total, seguida pelas regiões Norte e Centro-Oeste, que juntas produziram cerca de 15%, as regiões Nordeste e Sudeste ficaram com os 5% restantes. O estado do Maranhão (315 mil toneladas) liderou

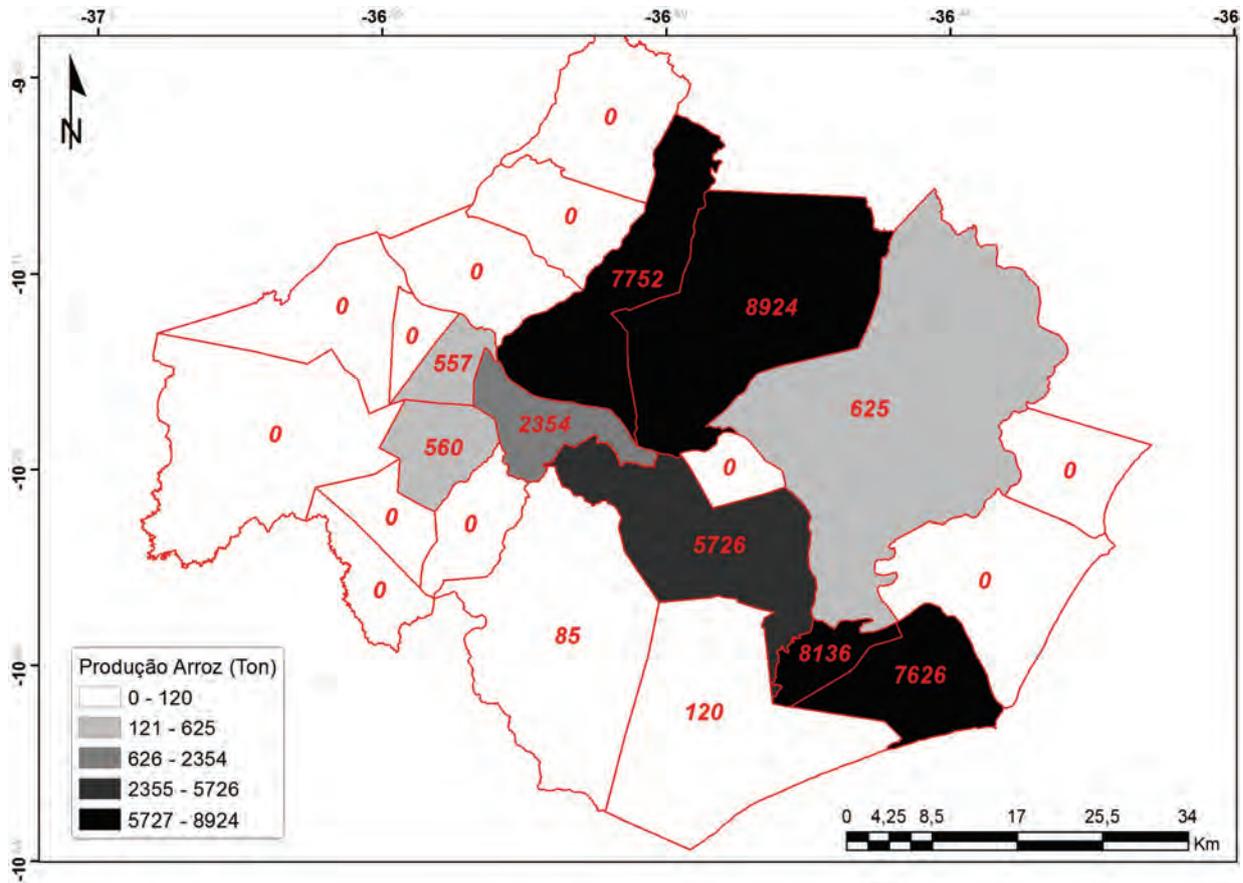
isoladamente a produção no Nordeste do Brasil, seguido pelo Piauí (100 mil toneladas); Sergipe e Alagoas juntos responderam por cerca de 43 mil toneladas, concentradas no vale do Baixo São Francisco.

Nota-se, pela Figura 9, que a produção de arroz se destaca nos municípios de Igreja Nova e Porto Real do Colégio em Alagoas. Em Ser-

gipe, têm-se os municípios de Ilha das Flores, Brejo Grande, Neópolis e Propriá. Os sistemas de cultivo de arroz no Baixo São Francisco ocorrem em áreas não irrigadas que encharcam

e formam lâmina d'água após as chuvas (sequeiro) e por meio de sistemas irrigados que envolvem ou não o controle da água. (RABELLO, et al., 2013).

Figura 9 – Produção de arroz (toneladas) nos municípios do Baixo São Francisco



A cana-de-açúcar se destaca na porção nordeste da área de estudo (Figura 10), mais especificamente, nos municípios de Penedo, Igreja Nova e Feliz Deserto (AL), que somaram uma produção de 2,3 milhões de toneladas. A criação de bovinos

(Figura 11A) é forte em Aquidabã, Canhoba e Japoatã em Sergipe; em Alagoas, destacam-se Igreja Nova, Porto Real do Colégio e Penedo. Os ovinos (Figura 11B) são expressivos, sobretudo em Aquidabã (SE), Piaçabuçu e Feliz Deserto (AL).

Figura 10 – Produção de cana-de-açúcar (toneladas) nos municípios do Baixo São Francisco

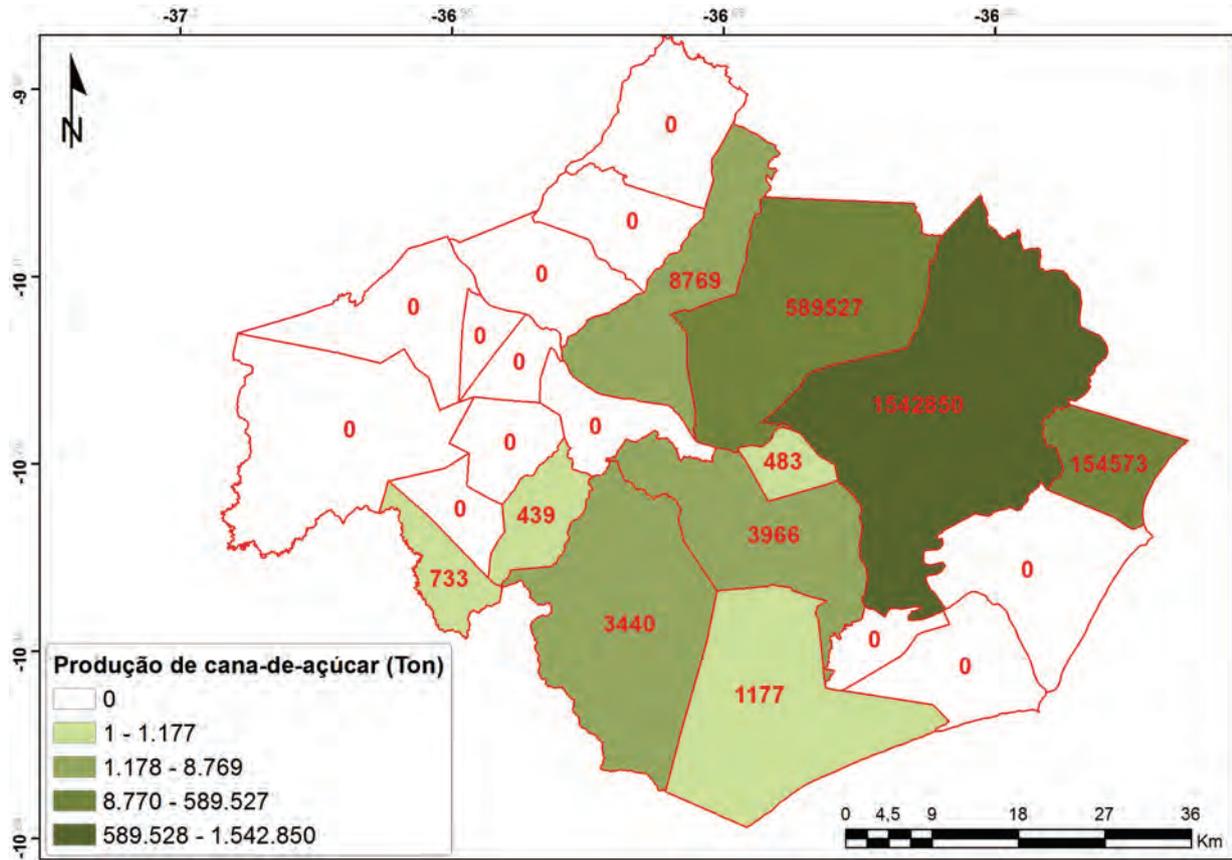
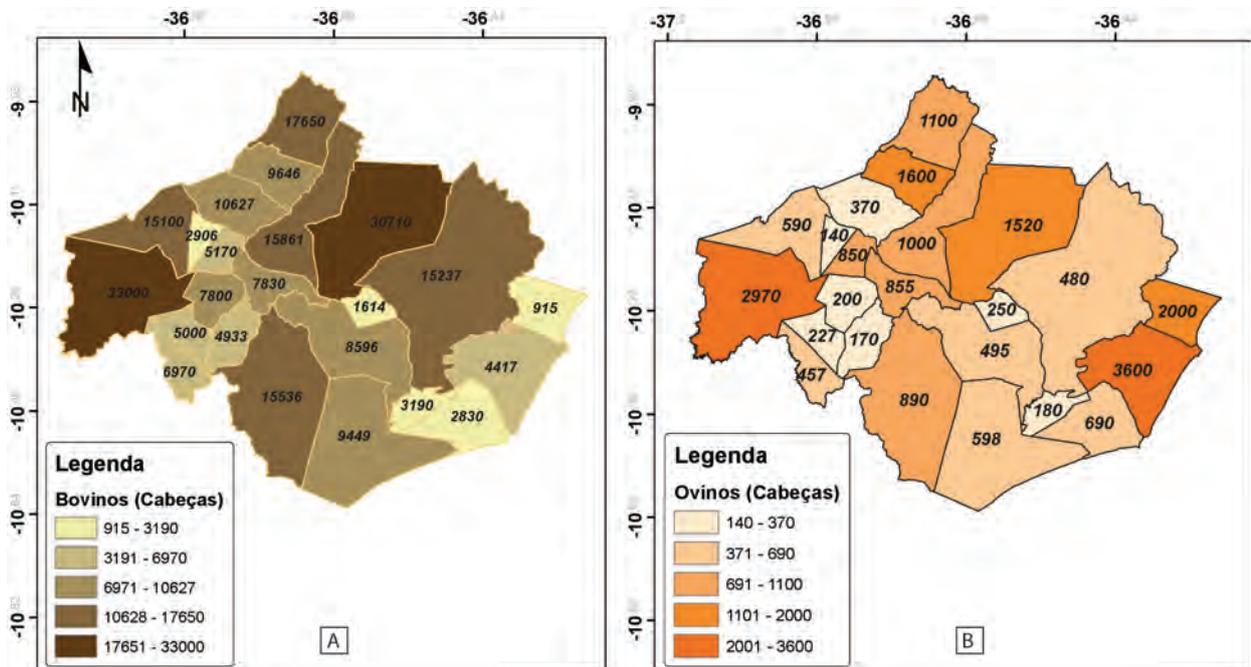


Figura 11 – Produção de bovinos (A) e ovinos (B) nos municípios do Baixo São Francisco



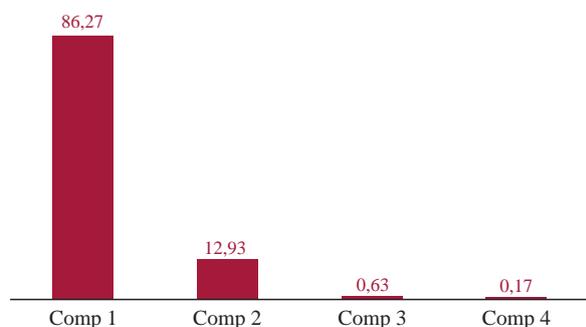
Essa análise exploratória das principais atividades agropecuárias na região do Baixo São Francisco foi necessária para o processo de identificação das classes de uso do solo agrícola a partir do processamento das imagens orbitais.

4.2 Resultado do processamento das imagens orbitais da área de estudo

Os dados necessários para a geração dos ativos cartográficos são provindos sobretudo a partir de sensores a bordo de satélites, aviões e drones. Tais dados são armazenados na forma de matrizes de números digitais (DN), cujos valores e dimensões dependem da resolução radiométrica (bit) e espacial (m). O número total de matrizes ou bandas resultantes de um imageamento varia em função da resolução espectral (nm). Conforme detalhado na metodologia, houve o emprego de quatro bandas corrigidas, resolução espectral de 12 bits, resolução espacial de 10 metros e resolução espectral de 490 nm (B2), 560 nm (B3), 665 nm (B4), 842 nm (B8); advindas do sensor MSI, satélite Sentinel2 da Agência Espacial Europeia (ESA).

Procedeu-se com o processamento dos referidos dados por meio de obtenção dos componentes principais e do processamento pelo método de agrupamento não supervisionado, tanto dos conjuntos originais quanto dos dois primeiros componentes principais, pela matriz de covariância. Nota-se pela Figura 12 que a variância do conjunto de dados ficou concentrada (99,2%) nos dois primeiros componentes.

Figura 12 – Gráfico com resultado da transformação por componentes principais – variância concentrada nos dois primeiros componentes



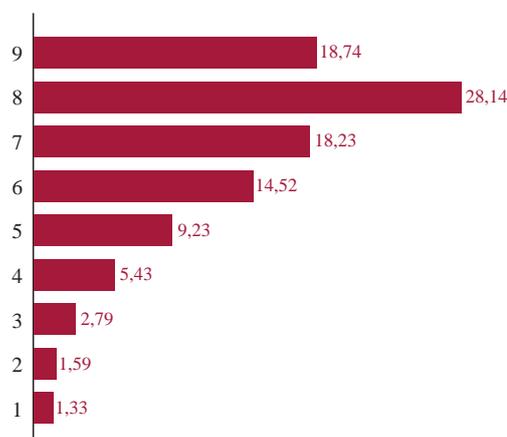
Os parâmetros para o processamento, tanto do agrupamento a partir das quatro bandas originais (B2, B3, B4 e B8) quanto dos dois

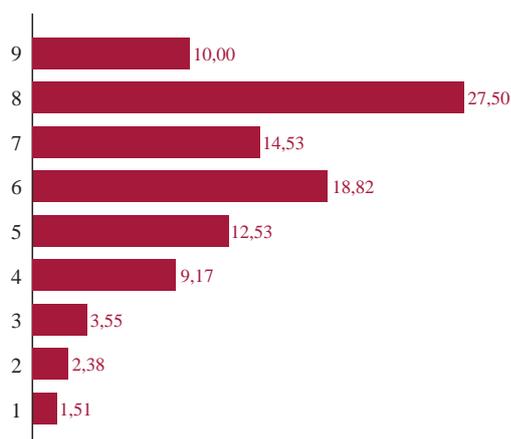
primeiros componentes, foram de 10 clusters e cinco iterações, parâmetros inseridos a priori. O resultado da classificação encontra-se nos gráficos da Figura 13, referentes ao processamento do conjunto sem rotação (bandas originais 13A) e com os dois primeiros componentes gerados da ACP (13B). A representação das classes resultantes do agrupamento no Quadro 1 obedece ao padrão de cores definido na figura supracitada.

A partir de análise por comparação e tendo como base um conjunto de dados de maior resolução espacial, foi possível observar que o processo de agrupamento (K-means) com base nos componentes principais permitiu uma melhor separação das classes de uso do solo (sobretudo pastagem degradada, sadia e solo exposto), além de representar economia de tempo de processamento, uma vez que diminuiu o número de bandas a serem computadas.

A classe predominante foi aquela em que se constatou a ocorrência de pastagem degradada ou em processo de degradação (28%). Quase 15% do total das águas superficiais mapeadas apresentou alta ocorrência de sedimento em suspensão, indicando forte assoreamento dos corpos hídricos. No entanto, é importante relatar que a imagem foi obtida em 16 de maio, portanto, início do período chuvoso na região. Diante disso, é possível que tenha havido influência do estresse hídrico na reflectância e, portanto, também no agrupamento.

Figura 13 – Resultado do agrupamento (%) de pixels a partir do processamento das quatro bandas originais (A) dos dois primeiros componentes principais (B) e classes correspondentes





ID	Classe	Legenda Quadro1
9	Uso urbano / Solo exposto	
8	Pastagem degradada e em degradação / cultivo anual em fase final	
7	Vegetação gramínea /pastagem sadia/cultivo anual em fase intermediária	
6	Cultivo anual fase colheita /cultivo permanente/vegetação porte arbóreo-arbustivo	
5	Vegetação densa - porte arbóreo	
4	Água - sedimento grau muito alto	
3	Água - sedimento grau alto	
2	Água - sedimento grau médio	
1	Água - sedimento grau baixo	

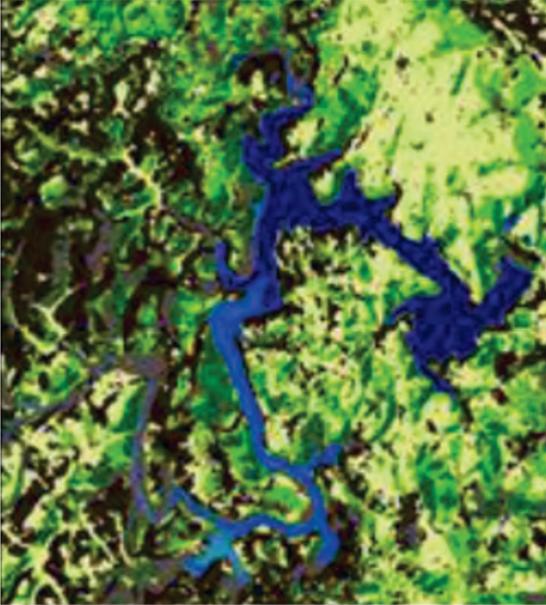
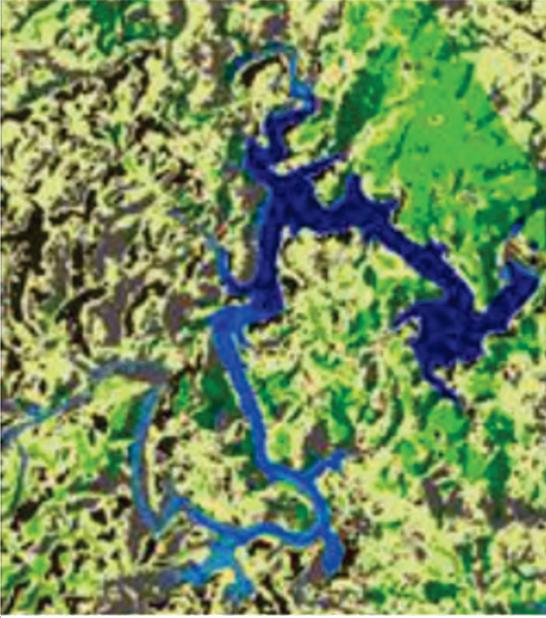
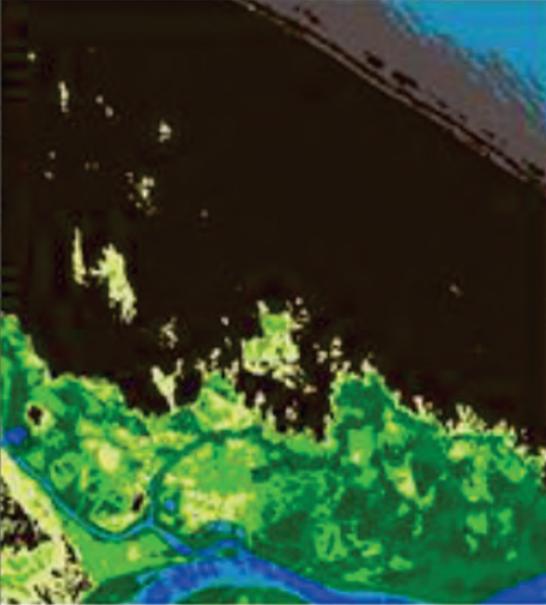
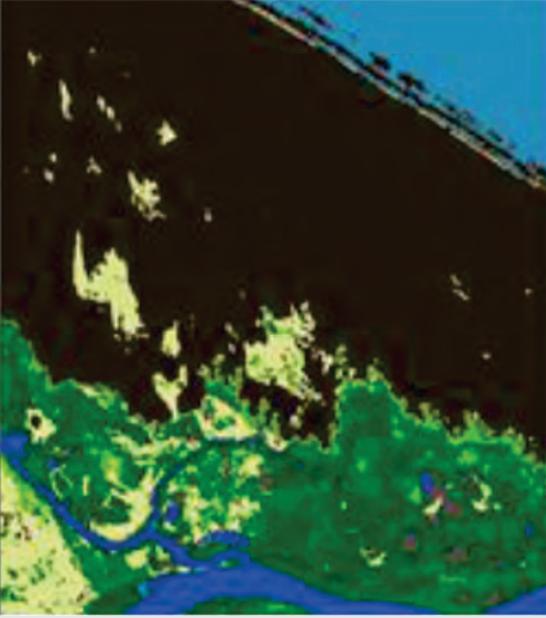
O Quadro 1 traz, na primeira coluna, amstras do conjunto original de dados na compo-

ção R8G3B2, em que a vegetação (Infravermelho ou banda 8) é refletida no canal vermelho. Na segunda coluna, encontra-se a classificação resultante do processamento K-means a partir do conjunto original dos dados (B2, B3, B4, B8) e na terceira, aquela feita pelos dois primeiros componentes principais, com as classes representadas de acordo com a legenda da Figura 13.

Apesar de uma boa parte da região de estudo ter tido sua vegetação nativa devastada ao longo das décadas, desde os primórdios de ocupação do país, ainda existem remanescentes (Mata Atlântica - Quadro1-L) e áreas passíveis de serem recuperadas (Quadro1-K), como APP hídricas ou matas ciliares, cuja ausência culmina com um maior assoreamento dos corpos hídricos, diminuindo a quantidade e qualidade desse recurso.

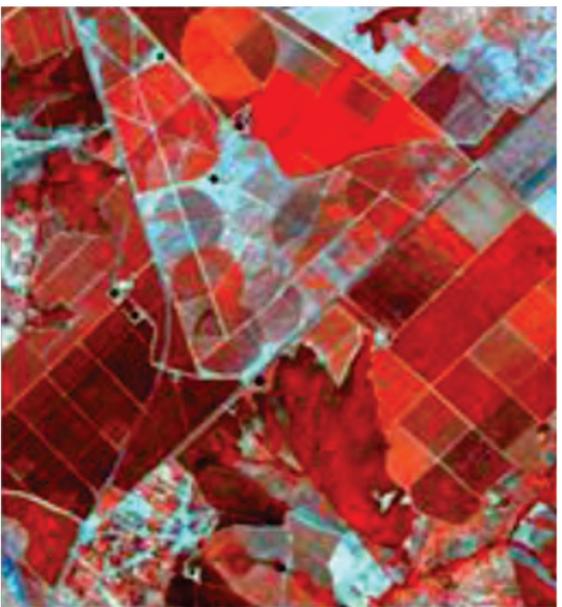
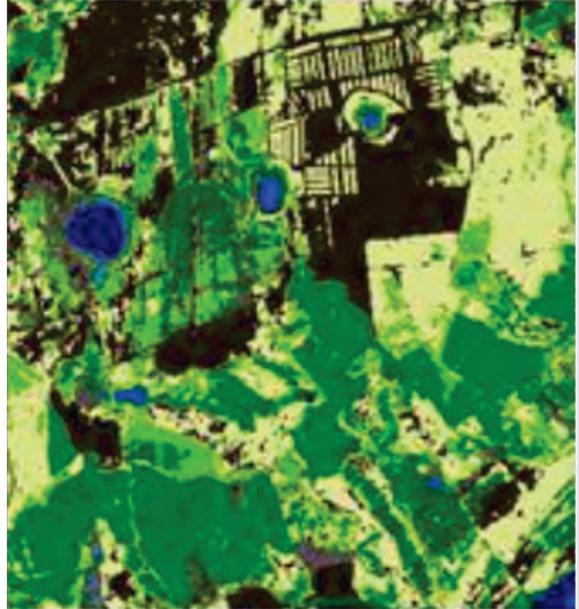
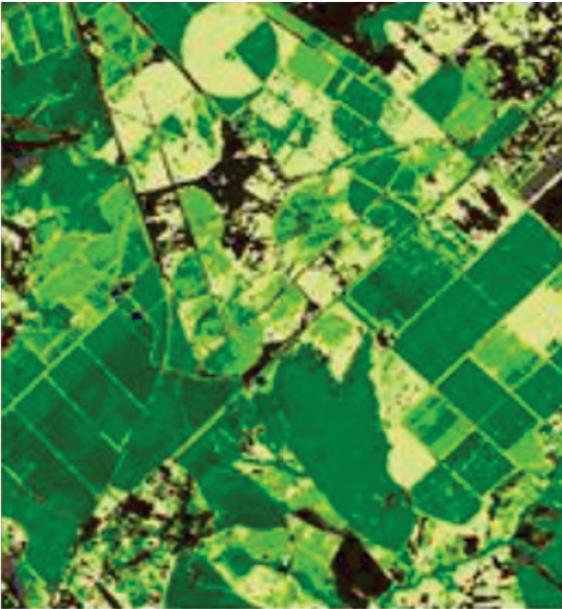
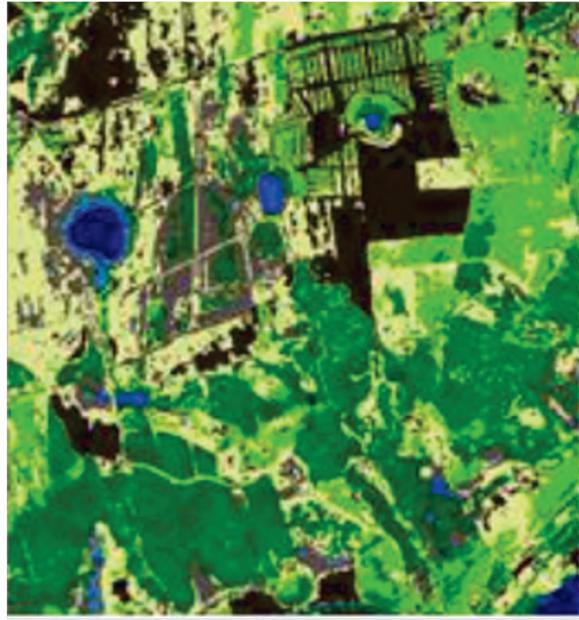
Outro fato constatado na área foi a degradação do solo pela prática de mineração (Quadro1-M), sobretudo de argila, atividade que provavelmente não possui um zoneamento definido por parte dos órgãos públicos de licenciamento para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas locais e evitar conflitos de uso

Quadro 1 – Amostras com resultado da classificação não supervisionada

ID	Cena orbital composição R8G3B2	Imagem processada K-means Bandas 2,3,4,8 (10m)	Imagem processada K-means ACP – 2 primeiros Componentes
A			
B			

Corpos hídricos / área de pastagem degradada e solo exposto

Corpos hídricos / área de mangue/ viveiros de camarão/ dumas / sedimentos costeiro

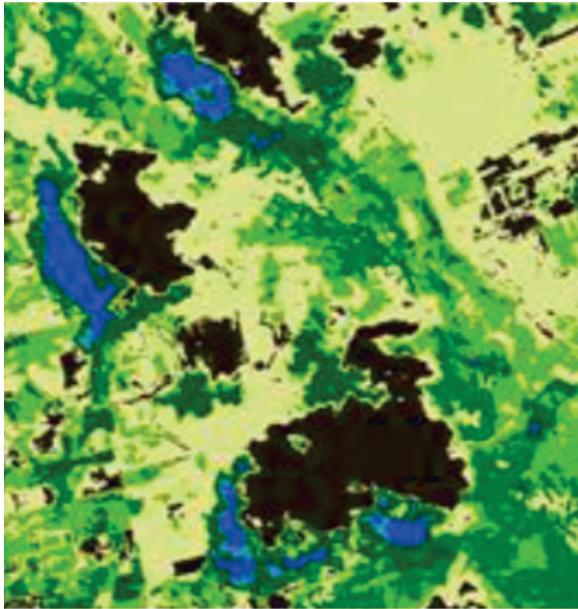
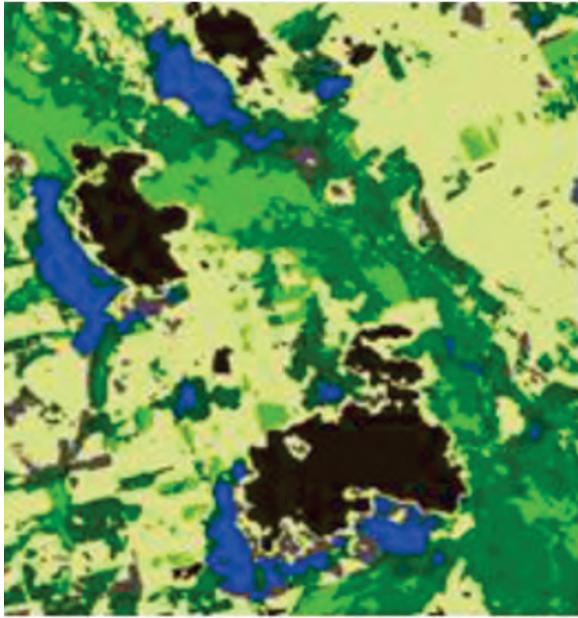


C

D

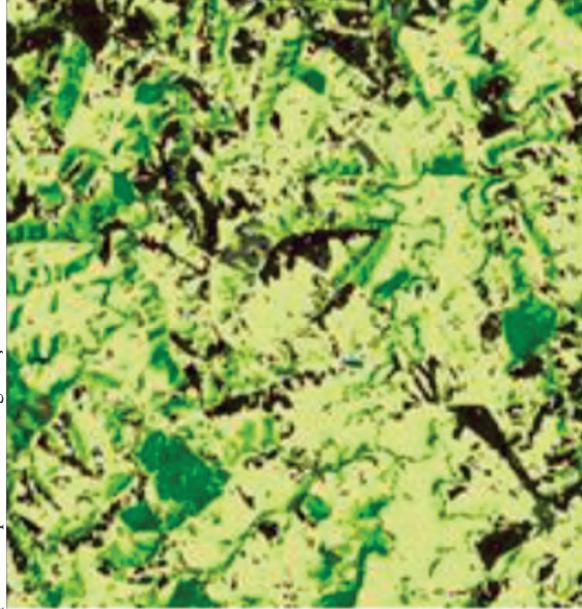
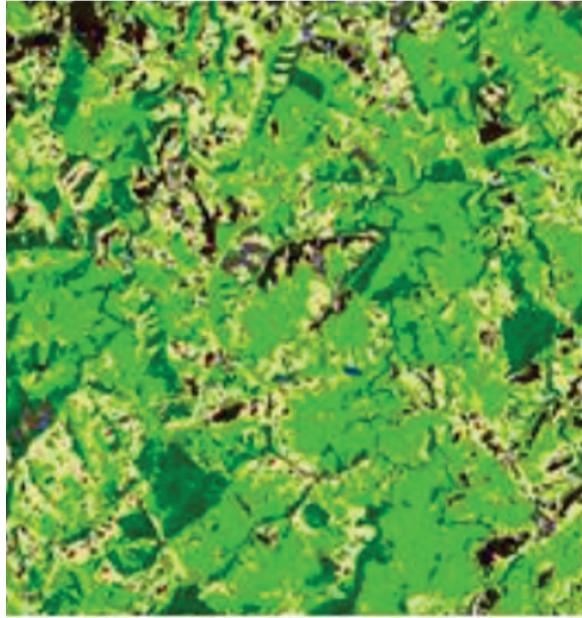
Cultivo irrigado fase alta/ mancha de vegetação nativa com textura rugosa

Vegetação nativa com textura rugosa / corpos d'água/ cultivo irrigado com muito sedimento



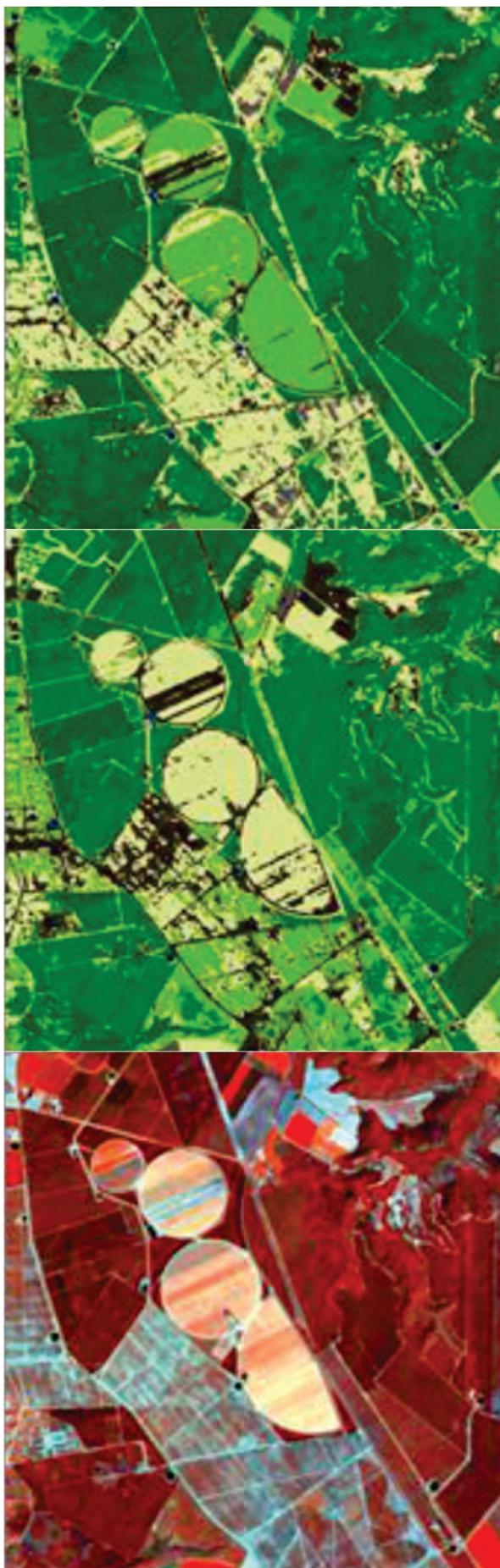
E

Nuvens e sombra de nuvens (classificada como água) / ao fundo solo exposto em processo de degradação



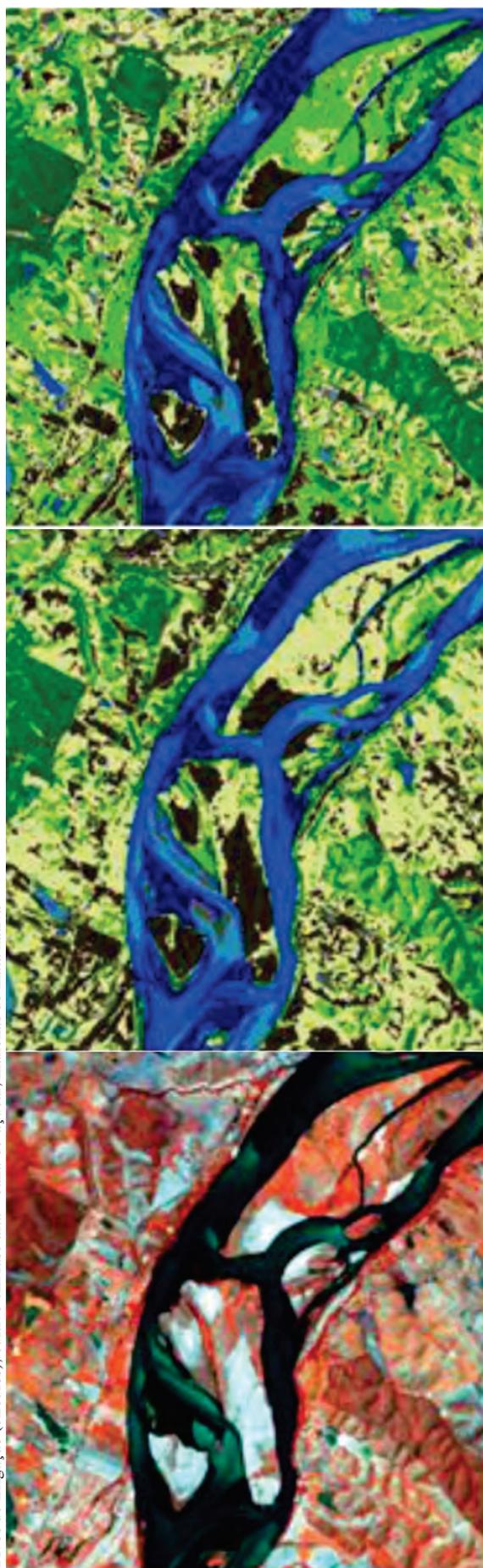
F

Área de gramínea (pastagens) com poucas manchas de vegetação nativa e solo exposto – nota-se que a segunda classificação agrupou melhor a pastagem em estágio intermediário de conservação



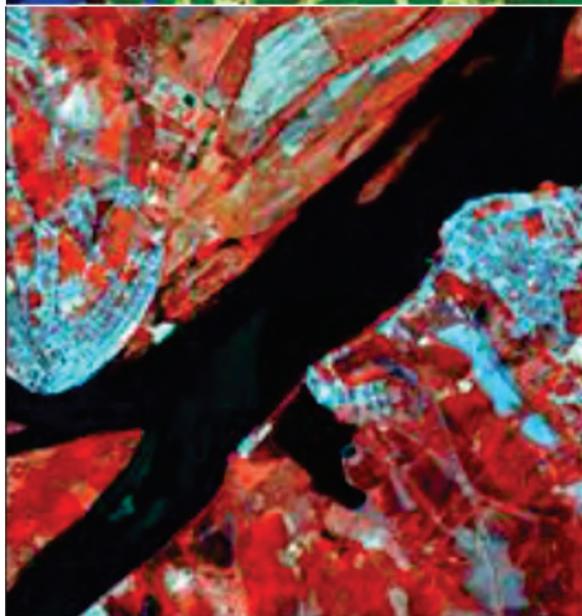
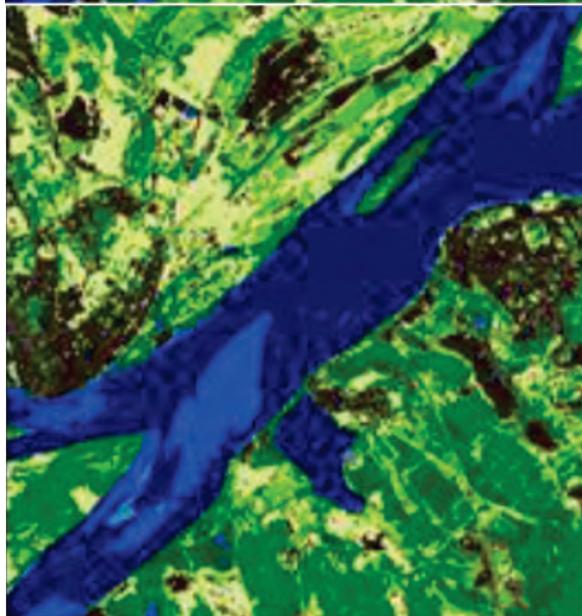
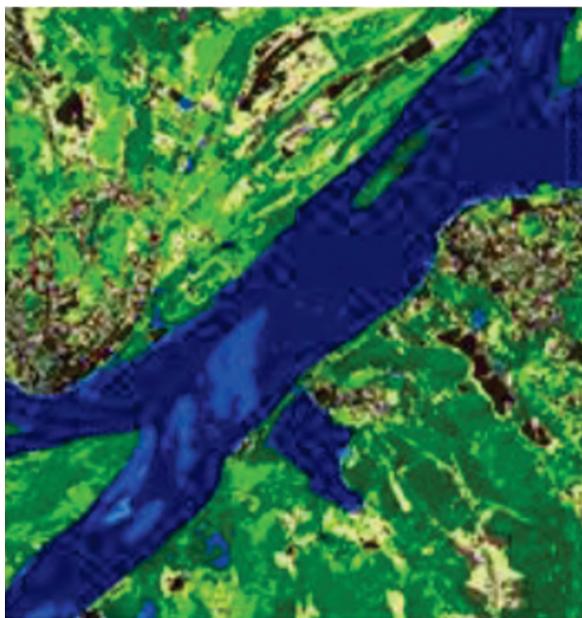
G

Pivos de irrigação (círculos), cultivo em fase alta — cana-de-açúcar, manchas de mata nativa



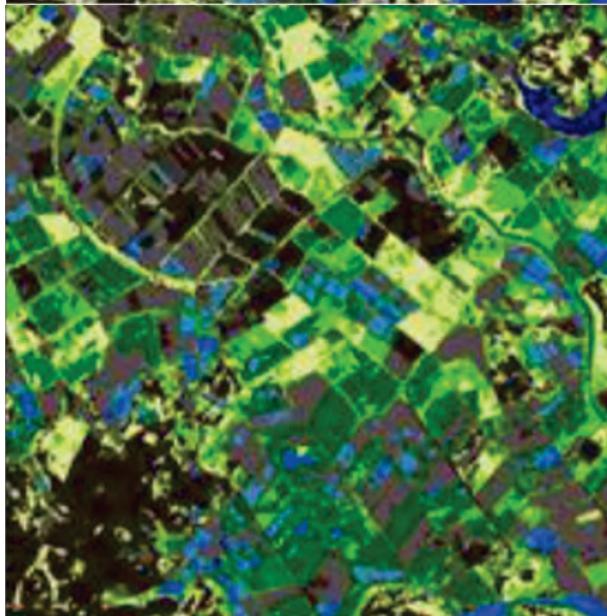
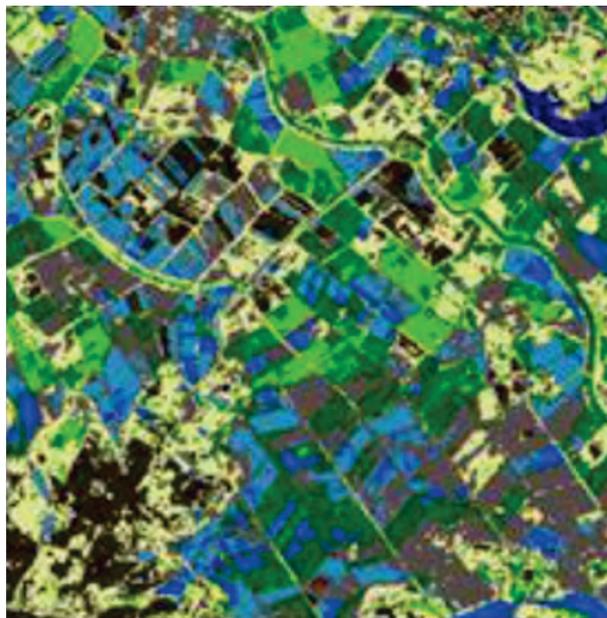
H

Canal do rio São Francisco sem APP (Área de Proteção Permanente) e com alto grau de assoreamento



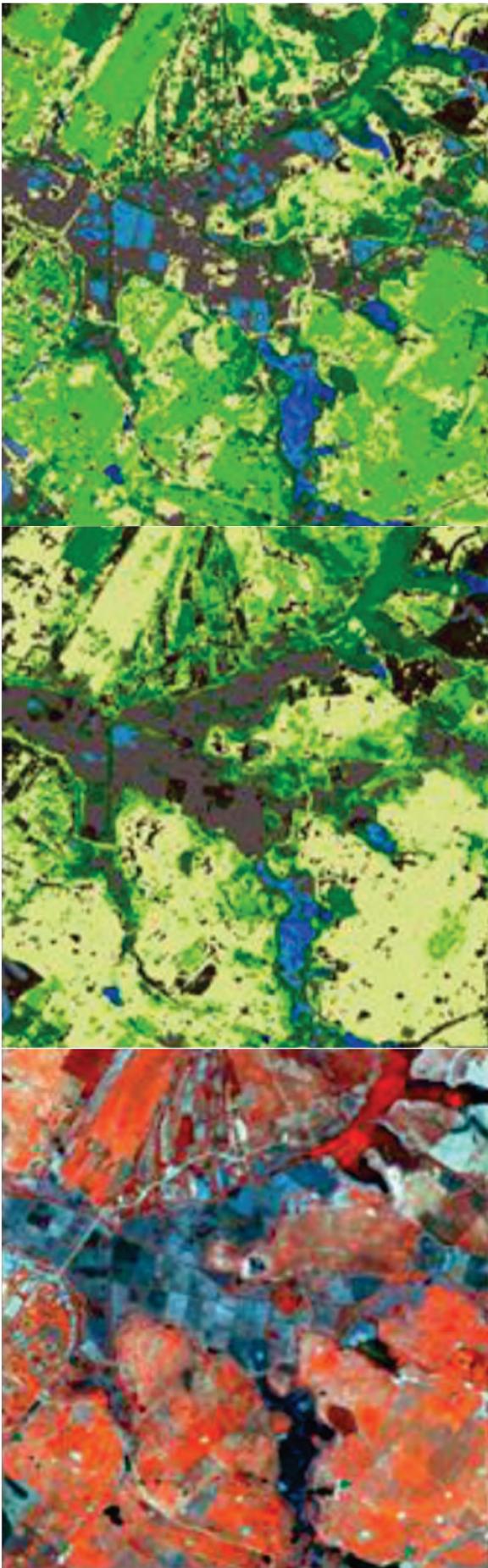
I

Canal do rio São Francisco com área urbana tomando APP



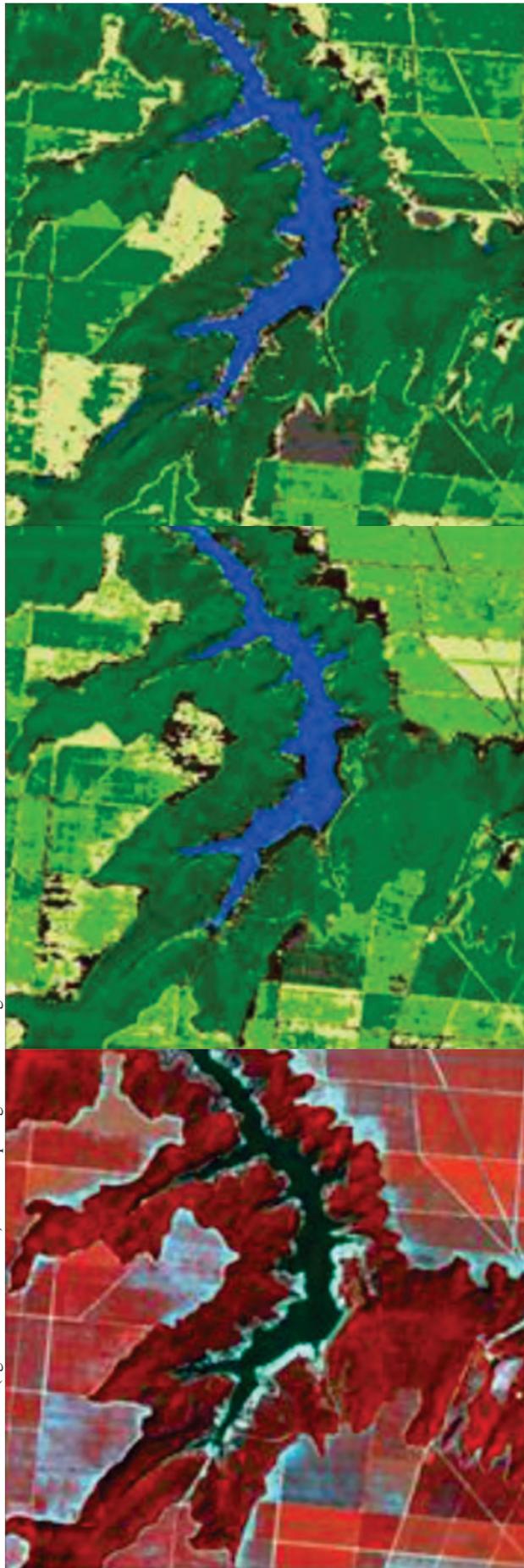
J

Área de cultivo de arroz e tanques de piscicultura, água com muito sedimento



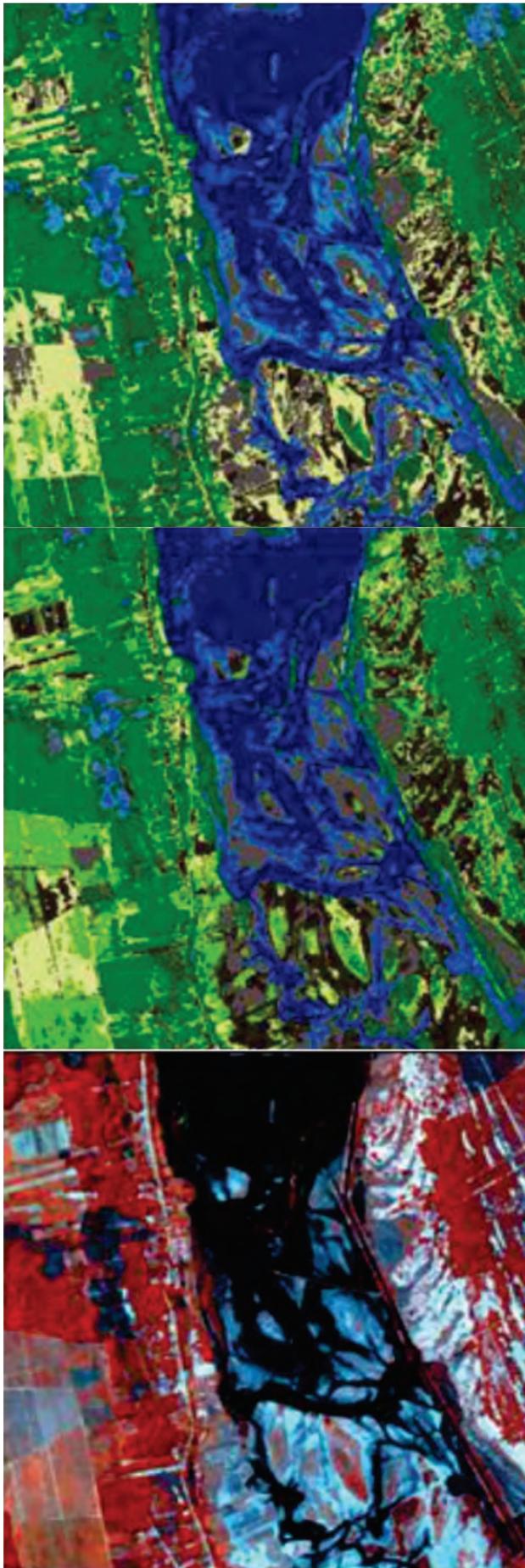
K

Área de cultivo de arroz (água com sedimento) e área de pastagem sadia e degradada



L

Corpo hídrico com APP preservada/ cultivos temporários no entorno



Área degradada por mineração de argila

M

Nota-se a ocorrência dos tanques de criação de peixes próximos da área produção de arroz e, muitas vezes, se sobrepondo a eles. Dentre os conflitos ambientais que têm ganhado notoriedade, a maioria está relacionada ao uso da água. Conforme discutido anteriormente, desde a década de 1970, inúmeras barragens foram construídas ao longo do rio São Francisco, e mais recentemente, a transposição de suas águas, sem a consideração dos efeitos à jusante. Tal fato, somado à retirada indiscriminada de matas nativas, sobretudo das matas ciliares (APP hídricas) possuem como consequência o assoreamento dos corpos hídricos, diminuindo a quantidade e qualidade da água continental superficial.

A salinização das águas já se tornou uma dura realidade imposta aos ribeirinhos e pescadores na parte baixa da bacia do São Francisco e corroboradas por pesquisas, como a de Gonçalves (2016) que identificou, no período de 1927 a 2015, em Penedo-AL (Estação 49740000), que as cotas máximas e os episódios de cheias vêm diminuindo e o pH aumentando, evidenciando o processo de salinização. A diminuição da vazão do rio e avanço da água do mar trazem danos irreparáveis ao abastecimento hídrico da população, às atividades agropecuárias e aos solos, tornando-os improdutivos.

4.3 Análise das águas em pisciculturas na Região do Baixo São Francisco

A partir da análise dos dados de produção de peixes e de arroz na Região do Baixo São Fran-

cisco, é possível notar uma grande proximidade e até sobreposição entre as práticas, uma vez que é muito comum o consórcio do cultivo de arroz com a criação de peixes, portanto, há o compartilhamento dos mesmos canais de drenagem ou córregos para acesso ao recurso hídrico. A opção pela produção de arroz ou pela criação de peixe se dá mediante o retorno financeiro ditado pelo mercado.

Segundo Rabelo et al. (2013), poucos orizicultores utilizam agrotóxicos seguindo critérios técnicos. Sua aplicação é feita com pulverizador costal manual, em que a dose nem sempre é calculada e o momento certo da aplicação é desconsiderado, ocasionando excessos. Embora a Resolução n. 357 do Conama (BRASIL, 2005) não determine limites de piretroide em nenhuma classe de águas, existe uma referência canadense, que indica que a concentração de deltametrina para não comprometer os organismos aquáticos de água doce é de 0,0004 µg/L (CCREM, 1999).

A partir desta referência, constata-se que os resultados da análise das amostras de água nas dez pisciculturas (Figuras 15 a 17) entre Nov/2016 e Jan/2017, em três pontos dos afluentes do Rio São Francisco e nove canais de abastecimento das pisciculturas, indicou a presença da deltametrina acima do nível seguro para os recursos hídricos. Quanto à cipermetrina não é possível afirmar se a sua concentração está dentro dos padrões permitidos em corpos hídricos, pela falta de referências.

Figura 15 – Cultivo de arroz (A) e tanques destinados à criação de peixes



Figura 16 – Distribuição espacial das classes de concentração de Deltametrina ($\mu\text{g/L}$), nos locais de coleta

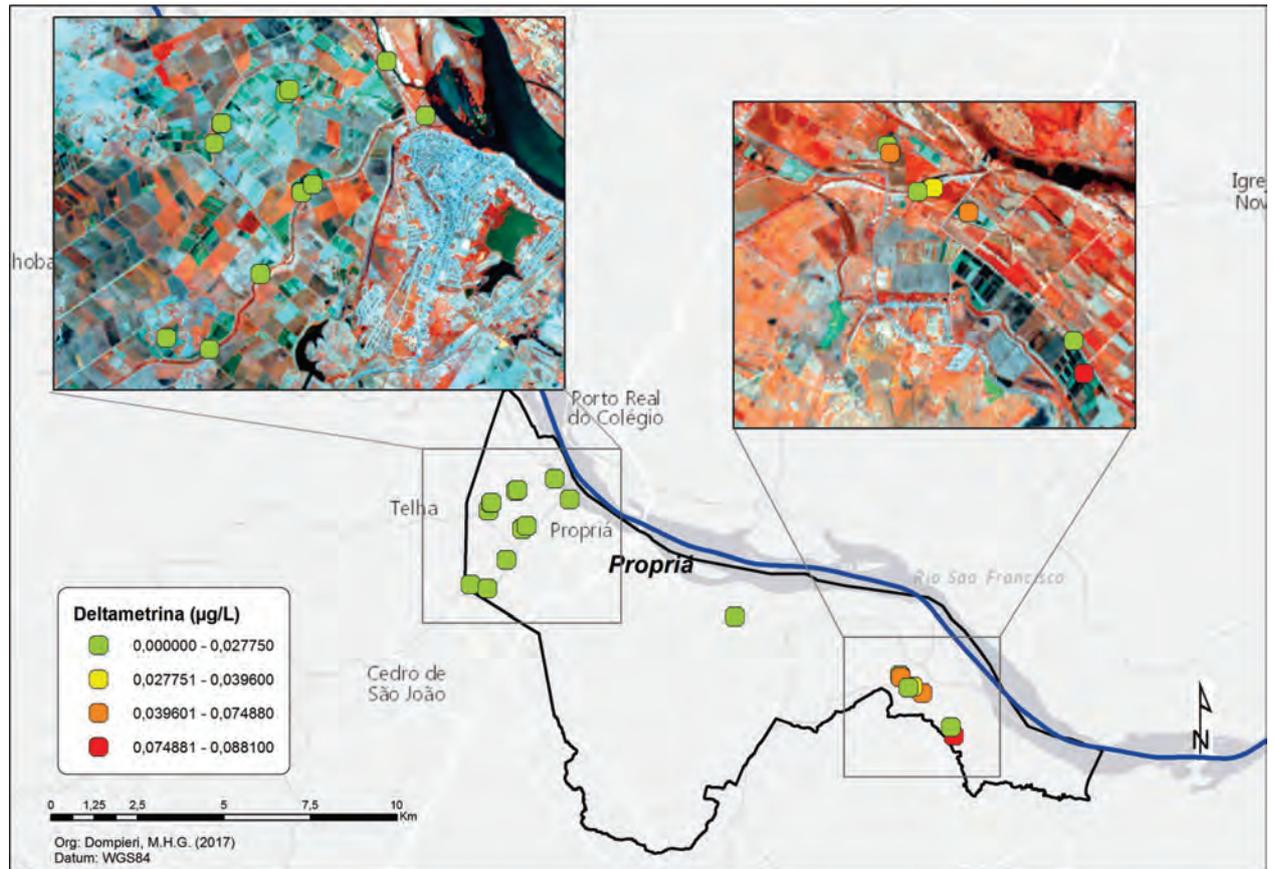
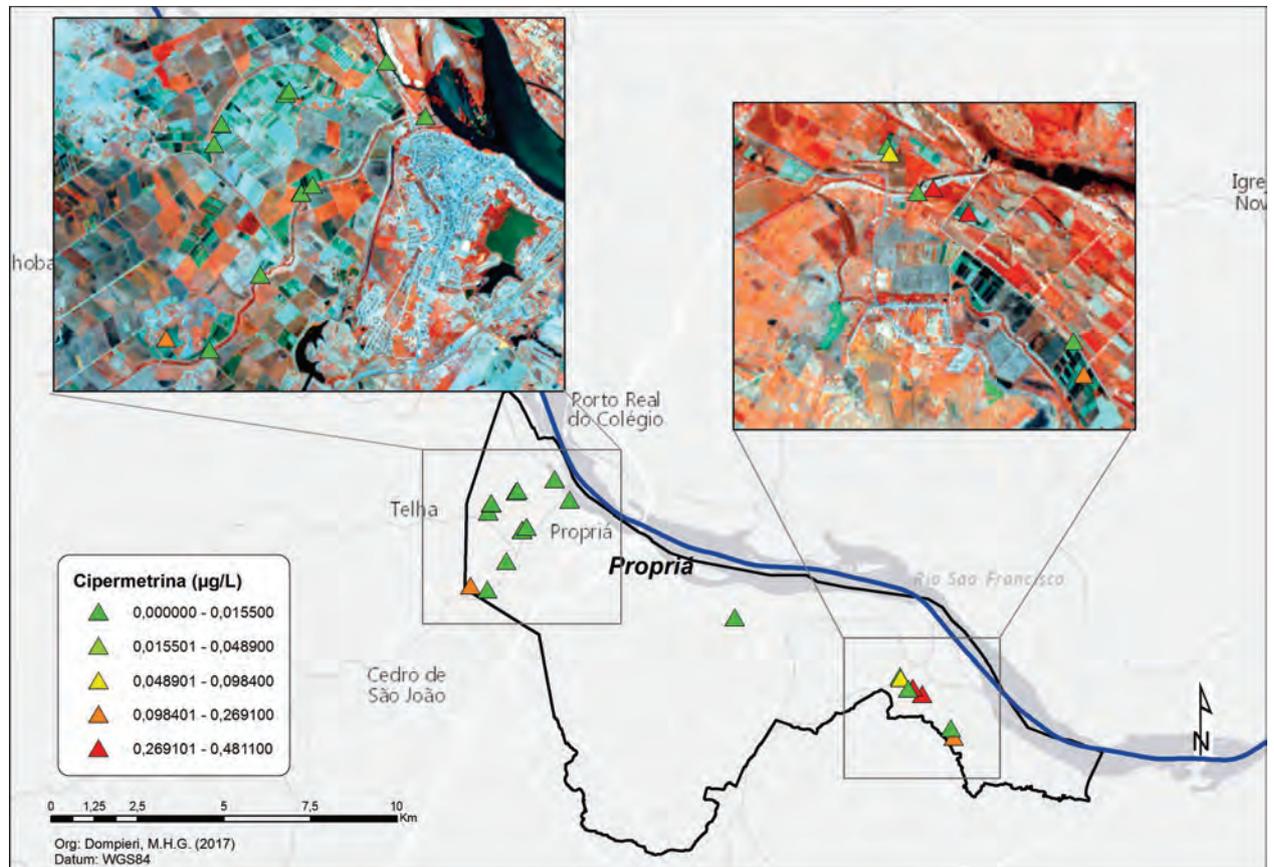


Figura 17 – Distribuição espacial das classes de concentração de Cipermetrina ($\mu\text{g/L}$), nos locais de coleta



Embora possuam baixa toxicidade aos mamíferos e aves quando comparados a outros inseticidas, estudos comprovam que os piretroides são altamente tóxicos aos organismos aquáticos e alguns insetos não alvos, como as abelhas – responsáveis pela polinização na agricultura. A literatura indica que os piretroides causam alterações endógenas (disfunção hepática), comportamentais (alterações no sistema nervoso central) e hematológicas (por conta do estresse) nos peixes, repercutindo na cadeia reprodutiva (BORGES, 2005; CENGIS et al., 2006; CUNHA et al. 2017; PIMPÃO et al., 2007; SANTOS et al. 2007; SELVI, 2008).

Torna-se necessário o aprofundamento de estudos sobre os efeitos dessas substâncias na cadeia produtiva piscícola e sobre a saúde da população consumidora, assim como a regulamentação e fiscalização do seu uso por parte de órgãos de controle. Da mesma forma, os resíduos advindos dos viveiros de peixes e camarões, como matéria orgânica e outros compostos químicos e antibióticos, também necessitam de controle, tratamento e orientação para evitar o comprometimento dos sistemas ambientais.

5 CONCLUSÕES

Dentre os métodos de análise empregados, constatou-se resultados mais eficientes, quanto à separabilidade de classes e tempo de processamento, a partir do emprego das técnicas multivariadas ACP e K-means. Quanto aos resultados obtidos, concluiu-se:

- i. Uma considerável proporção da área mapeada (cerca de 50%) foi classificada como solo exposto, pastagens degradadas ou em processo de degradação, fato que também contribui para a alta concentração de sedimentos em suspensão nos corpos d'água, além do processo natural de carreamento de sedimentos fluviais;
- ii. A região destinada à produção de cana-de-açúcar, concentrada nos municípios de Penedo, Igreja Nova e Feliz Deserto (AL), apresentou Áreas de Proteção Ambiental (APP), no entorno dos corpos d'água, bastante preservadas. Situação não observada nos demais casos de uso da terra;

- iii. Assim como a aquicultura, a rizicultura também é dependente dos recursos hídricos e, portanto, compartilham historicamente das mesmas áreas de produção no Baixo São Francisco. A decisão de produzir um ou outro item é ditada pelo retorno financeiro aos produtores. Áreas com cultivo de arroz podem se transformar rapidamente em tanques de criação de peixes e vice-versa. Tais constatações podem embasar futuros estudos quanto à investigação de concentrações aceitáveis de piretroides (deltametrina), uma vez que o cenário atual mostra valores acima dos limites estabelecidos por normas internacionais pesquisadas. Tais estudos devem ser embasados por um robusto plano de amostragem, não somente no tocante à qualidade da água, mas também quanto às consequências para as pisciculturas e saúde da população, visando subsidiar normatizações nacionais e orientações técnicas aos orizicultores.

REFERÊNCIAS

- ABDI. H.; WILLIAMS, L. J. Principal component analysis. Wiley Interdisciplinary Reviews: **Computational Statistics**, s/n, 2, p. 433-59, 2010.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. HidroWeb – Sistema de Informações Hidrológicas. **Bacia do São Francisco**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/> Acesso em: 13 ago. 2017.
- BORGES, A. **Valores hematológicos e bioquímicos séricos, efeitos de doses subletais da cipermetrina e características físico-químicas do sêmem do Jundiá *Rhamdia quelen***. Porto Alegre, 2005. 175 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). **Resolução n. 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2017.

CCREM - CANADIAN COUNCIL OF RESOURCE AND ENVIRONMENT MINISTERS **Canadian water quality guidelines**: updates: arsenic, bromacil, carbaryl, chlorpyrifos, deltamethin, and glycols. Appendix 23, 1999

CENGIZ, E. I.; UNLU, E. Sublethal effects of commercial deltamethrin on the structure of the gill, liver and gut tissues of mosquitofish, *Gambusia affinis*: A microscopic study. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, n. 21, p. 246- 53, 2006.

CODEVASF - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA. **Piscicultura no vale do São Francisco**. Brasília: CODEVASF, 1985.

CUNHA, F. S.; SOUZA, R. M.; MENESES, J. O.; LIMA, B. S.; CARVALHO, Y. M. B.; ARAÚJO, A. A. S.; SENA FILHO, J. G.; DOMPIERI, M. H. G.; MARIA, A. N.; CARNEIRO, P. C. F.; FUJIMOTO, R. Y. **Análise de piretroides em corpos d'água da região do Baixo São Francisco: incentivo à formulação de políticas públicas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros (Documentos, 213), 2017, 15p.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **SIGMINE**. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap> Acesso em: 13 ago. 2017.

ENVI Tutorials – Harris Geospatial Solutions, 2017. Disponível em: <http://www.harrisgeospatial.com/Support/SelfHelpTools/Tutorials.aspx> Acesso em: 5 ago. 2017.

ESA - EUROPEAN SPATIAL AGENCY. User Guides. **Spatial Resolution**. Disponível em: <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial>. Acesso em: 5 jul. 2017.

ESQUERDO, J. C. D. M; PARIZZI, T. N. T.; COUTINHO, A. C; ANTUNES, J. F. G.; BERTOLO, L. S. Dinâmica do uso e cobertura da terra na mesorregião nordeste mato-grossense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18, Santos, SP: **Anais...**, 2017. Disponível em: <https://proceedings.galoa.com.br/sbsr>. Acesso em: 28 jul. 2017.

ESTEVES, J. C. B. **Desenvolvimento rural e subdesenvolvimento econômico no Baixo São Francisco Sergipano**. São Cristóvão, 2012. 107f. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais). Universidade Federal de Sergipe, 2012.

ESTORNELL, J., MARTÍ-GAVILÁ, J.M, SEVASTIÁ, T.; MENGUAL, J. Principal component analysis applied to remote sensing. **Modelling in Science Education and Learning**. v. 6, n. 7, 2013, p. 83-89.

FREIRE, R. R. Integridade ambiental de corpos d'água: degradação ambiental, funções ecossistêmicas e perda de serviços ecossistêmicos no baixo São Francisco. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 2, n. 1, 2014

GONÇALVES, M.J. S. Avaliação do impacto ambiental da redução de vazão na foz do rio São Francisco. In: Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, 1, Juazeiro, BA. **Anais ...**, 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal - área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes.** Rio de Janeiro. Sistema IBGE de recuperação automática, SIDRA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 ago. 2017a.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bases e referenciais. Bases cartográficas. Malhas digitais.** Municipal. Rio de Janeiro. Disponível em <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html> Acesso em: 10 ago. 2017b.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção pecuária municipal - produção da aquicultura, por tipo de produto.** Rio de Janeiro. Sistema IBGE de recuperação automática, SIDRA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 ago. 2017c.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** Tradução de José Carlos Neves Epiphânio (coordenador)... [et al.] São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

LI, J.; FAN, K.; ZHOU, L. Satellite observations of El Niño impacts on Eurasian spring vegetation greenness during the period 1982-2015. **Remote Sensing**, n. 9, p. 628, 2017.

LINDEN, R. Técnicas de agrupamento. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, n. 4, p. 18-36, 2009.

LIU, H.; LI, Q.; SHI, T.; HU, S.; WU, G.; ZHOU, Q. Application of sentinel 2 MSI images to retrieve suspended particulate matter concentrations in Poyang Lake. **Remote Sensing**, n. 9, p. 761, 2017.

LIU, J. G.; MASON, P. J. **Essential image processing and GIS for remote sensing**, Wiley-Blackwell:Chichester, UK, 2009, 437 p.

MACQUEEN J. B. Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations. In: 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability., **Proceedings** Berkeley, University of California Press, 1:281-97, 1967.

MARTINS, D. M. F.; CHAGAS R.M.; MELO NETO, J. O.; MÉLLO JÚNIOR, A.V. Impactos da construção da usina hidrelétrica de Sobradinho no regime de vazões no Baixo São Francisco. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 10, p. 1054-1061, Oct. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>” http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1415-43662011001000010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 1 set. 2017.

MEDEIROS, P. R. P.; SANTOS, M. M.; CAVALCANTE, G. H.; SOUZA W. F. L., SILVA, W. F. Características ambientais do Baixo São Francisco (AL/SE): efeitos de barragens no transporte de materiais na interface continente-oceano. **Geochimica Brasiliensis**. v. 28, n. 1. p. 65-78, 2014.

NITZE, I.; GROSSE, G.; JONES, B. M.; ARP, C. D.; ULRICH, M.; FEDOROV, A.; VEREMEEVA, A. Landsat-based trend analysis of lake dynamics across northern permafrost regions. **Remote Sensing**. n. 9, p. 640, 2017.

PEARSON, K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. **Philosophical Magazine**, v. 2, n. 6, p. 559-72, 1901.

PIMPÃO, C. T.; ZAMPRONIO, A. R.; SILVA DE ASSIS, H. C. Effects of deltamethrin on hematological parameters and enzymatic activity in *Ancistrus multispinis* (Pisces, Teleostei). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 88, p. 122-27, 2007

RABELO, R. R., SANTOS, A. L. C., SILVA, B. C.; FREIRE, J. B. **Cadeia produtiva rizícola do Baixo São Francisco: antecedentes, situação atual, perspectivas e atuação de alguns componentes.** Brasília, DF: Embrapa Embrapa Arroz e Feijão (Documentos), 2013, 27 p.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretroides - uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 339-49, 2007.

SELVI, M.; SARIKAYA, R.; ERKOÇ, F.; KOÇAK, O. Acute toxicity of the cyfluthrin pesticide on guppy fish. **Environmental Chemistry Letters**, 2008.

USGS. United States Geological Survey. Earth Explorer – **Landsat e Sentinel Images**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: ago. 2017.

CONTRATOS JURÍDICOS NO AGRONEGÓCIO E SEUS FATORES DETERMINANTES: O CASO DA CASTANHA DE CAJU NO ESTADO DO CEARÁ

Legal contracts in agribusiness and its determinant factors: the case of cashew nuts in the state of Ceará

Francisco Jose Silva Tabosa

Economista. Dr. Professor do programa de Pós Graduação em Economia Rural da UFC. Av. Mister Hull, 2977 – Campus do Pici, Bloco 826. Fortaleza- Ceará, Brasil. CEP 60.440-970. franzetabosa@ufc.br

Francisco José Mendes Vasconcelos

Bacharel em Direito. Doutorado em Direito Internacional. Professor da Universidade Católica de Quixadá. Centro Universitário Católica de Quixadá. Curso de Direito. Juvêncio Alves, 660. Centro. CEP: 63900-000. Quixadá, CE – Brasil. fjmvasco@hotmail.com

Robério Telmo Campos

Engenheiro Agrícola. Dr. Professor do programa de Pós Graduação em Economia Rural da UFC. Av. Mister Hull, 2977 – Campus do Pici, Bloco 826. Fortaleza- Ceará, Brasil. CEP 60.440-970 roberio@ufc.br

Resumo: Este estudo propôs-se analisar a aplicabilidade dos contratos jurídicos, visando minimização dos efeitos da incerteza nos contratos de agronegócio da castanha de caju, no Estado do Ceará. Para examinar referida aplicação, foram utilizados dados secundários extraídos de séries históricas do banco de dados da Ceasa e Ipea-Data para estimação de um modelo econométrico, onde foram empregados métodos de séries de tempo, teste de raiz unitária, teste de cointegração de Johansen, modelo de vetor de correção de erros e decomposição da variância de erros de previsão. O período analisado abrange janeiro de 2013 a dezembro de 2018. O conjunto de resultados, de forma sistêmica, demonstra que a taxa de câmbio é o principal fator de determinação dos preços da castanha de caju, o que pode levar a flutuações de preços no mercado internacional, onde os produtores devem ficar atentos às variações cambiais, no sentido de reajustes nos contratos.

Palavras-chave: Contratos; Teoria dos Danos Evitáveis; Castanha de caju; Estado do Ceará.

Abstract: This study set out to examine the applicability of legal contracts, aimed at minimizing the effects of uncertainty in agribusiness contracts of cashews, in the State of Ceará. To examine such application, were used secondary data drawn from historical series of data bank of CEASA and IPEA-DATA for estimating an econometric model, where were employed methods of time series, unit root tests, Cointegration tests test of Johansen, vector model of error correction and decomposition of variance of prediction errors. The analyzed period covers January 2013 to December 2018. The result set, systemic form, demonstrates that the exchange rate is the main factor for determining the prices of cashew nuts, which can lead to price fluctuations in the international market, where producers should be aware of the exchange rate changes to adjustments in contracts.

Keywords: Contrates; Theory of Preventable Harm; Cashews; Ceara States.

1 INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas e pecuárias, correspondentes a um agronegócio, estão sempre expostas a fatores de risco que podem ser revestidos pela incerteza¹ e, conseqüentemente, incidir diretamente e de forma negativa em seu desenvolvimento.

A diferença do agronegócio dos demais setores da economia encontra-se no fato de que referido setor é considerado pelos governos, investidores, instituições financeiras e demais agentes econômicos como um setor de alto risco, haja vista que seus níveis produtivos podem ser afetados por fatores adversos, como condições climáticas, desastres naturais, entre outros, até mesmo pela volatilidade de seus preços.

Bom planejamento e valoração desses riscos não só reduzem seus possíveis efeitos, como também reduzem a implementação, o uso e aplicação desses instrumentos, que corresponderiam diretamente a custos na atividade agropecuária. Desta forma, uma boa gestão agroempresarial reveste-se de um aspecto bem relevante e que deve ser levado em conta, pois serão atingidos diretamente temas como o mercado, a produção, a mão de obra, o uso da tecnologia, dentre outros, incluindo-se aqui, também, o aspecto jurídico.

O planejamento estratégico dentro de uma cadeia produtiva do agronegócio inicia-se pelo seu ambiente institucional, que tem o mister de garantir o sucesso do conjunto de transações que o constituem, ou seja, um ambiente institucional seguro. O instituto do contrato é o instrumento mais eficiente para uma coordenação eficaz das transações de uma cadeia produtiva, pois incentiva, inspira, provê a inspiração de seus agentes no planejamento de suas ações, na produção e na maximização de seus resultados. Nem tudo, entretanto, é perfeito. Os contratos, pois, também, não são perfeitos. E mesmo diante de um bom planejamento de ações, do uso de

métodos eficientes de valoração de fatores previsíveis (riscos), sejam eles presentes e futuros; fatos outros, não computados no trabalho de cálculo dos prognósticos – por terem menor importância na fluência do fenômeno econômico ou, em razão de sua característica de absoluta imprevisão (incertezas) –, não são passíveis de mensuração econométrica; ocasionam, quando de sua insurgência brusca, custos transacionais não antevistos, desequilibrando a situação contratual e abalando o ambiente.

Quando da ocorrência de situações como essas, imprevistas, extraordinárias e que causam excessiva onerosidade a uma das partes contratuais, é justo que o patrimônio, a honra, a imagem desse agente econômico, que se preparou diligentemente com antecedência para quaisquer imprevistos, fiquem a mercê dessas conseqüências dispendiosas e nefastas? Assim, faz-se o seguinte questionamento: como reequilibrar um contrato de agronegócio quando da ocorrência da incerteza que causou onerosidade excessiva a uma das partes contratuais?

Decorre daí a importância das teorias jurídicas da imprevisão e da mitigação (Danos Evitáveis), complementares entre si, e que serão propostas para ajuste compensatório quando o ambiente contratual se encontra economicamente desequilibrado pelo acontecimento de fatos supervenientes e imprevistos.

Para demonstrar a relevância desses institutos jurídicos, necessário se faz um estudo expositivo lógico-teórico da teoria dos contratos, seu conceito, requisitos, classificação, princípios norteadores, bem como da teoria da economia dos custos de transação, seus atributos, focando, principalmente, o da incerteza, pois se encontra relacionado ao objetivo deste trabalho. Somados a este estudo lógico-teórico, na busca de um viés mais prático, apresenta-se um modelo econométrico de previsão de dados, cujo escopo é caracterizar, sob um viés estatístico-econométrico, as relações contratuais que existem em uma cadeia produtiva, bem como evidenciar uma determinada zona obscura, cujo grau de previsibilidade é intocável. Os dados da cultura da castanha de caju foram os escolhidos para demonstrar o objetivo deste trabalho. Esta escolha é decorrente da grande importância

1 Neste momento, faz-se necessário ressaltar a diferença entre estes dois fatores, que em primeiro plano podem confundir. O risco evidencia uma situação cujas variáveis são conhecidas e, como tal, podem ser trabalhadas pelas ciências (Matemática, Estatística, Econometria), calculadas e medidas sua ocorrência e suas chances de resultados satisfatórios e/ou insatisfatórios. Quando nesta mesma situação se desconhece uma ou mais variáveis, ou até se conhece, no entanto, não se têm meios de calcular suas conseqüências reais, está-se diante da incerteza.

econômica e social deste produto para o Estado do Ceará².

De acordo com a Conab (2011), entre os anos de 2007 a 2011, a produção cearense de castanha de caju representa cerca de 50% da produção nacional e 75% da produção nordestina, gerando uma receita média nas exportações em torno de 165 mil dólares por ano, já que o Estado do Ceará foi responsável por 96% das exportações de castanha de caju brasileiras³.

Em termos gerais, o objetivo geral deste artigo é analisar a aplicabilidade dos contratos jurídicos, visando minimização dos efeitos da incerteza nos contratos de agronegócio da castanha de caju, no Estado do Ceará.

O artigo foi desenvolvido em cinco seções além desta introdução. A segunda seção apresenta uma fundamentação teórica de contratos jurídicos no agronegócio. A terceira seção apresenta a metodologia econométrica aplicada na análise dos fatores determinantes do preço da castanha de caju. A quarta seção é apresentada os resultados. Por fim, a conclusão encerra o trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo compõe-se de várias seções. Inicia fazendo-se considerações gerais sobre o agronegócio. Em sequência, aborda-se o contrato como uma estrutura jurídica e de governança; no agronegócio, como estrutura jurídica, como estrutura de governança e o contrato de agronegócio; a economia dos custos de transação; o gerenciamento dos riscos em um contrato de agronegócio; os riscos e as incertezas; e, por fim, procede-se a breve descrição dos instrumentos e estratégias jurídicas e econômicas minimizadoras dos efeitos da incerteza (e dos riscos).

2 Esta cultura ocupa uma área aproximada de 401 mil hectares, representando 56,6% da área de cajucultura do Nordeste brasileiro e sua participação média percentual na produção nacional é de 46,2% (IBGE, 2014). Portanto, a cajucultura cumpre função econômica e social primordial na economia rural cearense, complementando a renda do agricultor (cajucultor) numa fase do ano na qual praticamente não existe outra produção (GUANZIROLI, 2009). O caju é produzido no período de “seca”, entre os meses de agosto e dezembro, correspondendo à entressafra, constituindo, assim, um grande pilar na nossa economia rural.

3 Mais detalhes, ver <http://www.portalmercadoaberto.com.br/blogs-categoria-det?post=3605>.

2.1 Acerca do agronegócio

O termo agronegócio abarca um grande número de atividades mercantis (transacionais), todas elas pensadas à pecuária, à agricultura, bem como a processos que compõem uma cadeia produtiva.

O agronegócio mostra-se relevante à sociedade em geral; porém, mais especificamente, aos agentes que o compõem (empresários, corretores e produtores), tendo em vista que o agronegócio representa um ambiente onde se procura a proteção dos riscos de sua atividade (HEIM, 2012). O próprio conceito de agronegócio demonstra o seu importante papel no desenvolvimento industrial de um país. Veja-se:

[...] o conjunto de todas as operações e transações envolvidas desde a fabricação dos insumos agropecuários, das operações de produção nas unidades agropecuárias, até o processamento e distribuição e consumo dos produtos agropecuários ‘in natura’ ou industrializados (RUFINO, 1999).

As atividades agropecuárias, no entanto, são expostas a riscos e incertezas. A incerteza está sempre circulando a vizinhança da atividade do agronegócio, podendo causar perdas irreparáveis aos agentes econômicos que a compõem. O agronegócio é considerado pelos vários setores da economia como um campo de alto risco, pois compreende a afetação de adversidades, tais como: condições climáticas, desastres naturais, “Fato do Príncipe”⁴, erros humanos, dentre outros, até mesmo pela volatilidade de seus preços.

As empresas que compõem o agronegócio enfrentam, no mínimo, seis riscos e/ou incertezas, que necessariamente deverão ser administrados com maestria no intuito de minimizar seus efeitos (SCHOUCHANA; SILVA FILHO, 2014). Tais riscos estão ligados à produção, preço, operação, liquidez, fatores jurídicos e de crédito. Daí por que, na cadeia de um agronegócio, se deve utilizar de técnicas e instrumentos econômico-jurídicos cujo objetivo precípuo é amenizar tais riscos e incertezas aos quais se subordinam os agentes do agronegócio. Um dos

4 Conforme MEIRELLES (2002, p.237), “Fato do Príncipe é toda determinação estatal, geral, imprevista e imprevisível, positiva ou negativa, que onera substancialmente a execução do contrato administrativo”.

instrumentos mais empregados nos últimos anos, e que está se tornando cada vez mais comum na agricultura e pecuária, é o contrato escrito, haja vista o seu efeito apaziguador neste campo de atuação empresarial. Tal crescimento decorre da característica funcional do contrato, de ele ser: redutor dos riscos e incertezas e dos custos de transação; tornar mais eficiente a coordenação vertical entre os participantes da cadeia produtiva; e, forma de transferir tecnologia, fornecer insumos e crédito, acessar mercados e gerir riscos para o produtor (CHADDAD, 2007).

Por tal razão, pode-se confirmar que os contratos ajudam a diminuir os efeitos dos riscos e incertezas dos agentes do agronegócio, além de assegurar renda agrícola. Para que o contrato, no entanto, venha a diminuir o risco e aumentar a renda dos agentes, necessária se faz a existência de um ambiente institucional forte e que garanta o cumprimento deste contrato. Se as instituições são defeituosas, não funcionais, os custos de transação aumentam, tornando inviável, às vezes, a realização deste contrato.

2.2 O contrato como estrutura jurídica

Generalizando, um contrato é um acordo entre partes. Transação⁵ é um acordo. Pode-se defini-la como um negócio bilateral de natureza jurídica onde há uma parte credora e outra devedora, que por meio de recíprocas concessões, acordam uma obrigação. Trazendo referido conceito para uma dimensão econômica, respectivas partes do negócio corresponderiam a agentes econômicos, cuja finalidade de relacionarem-se mutuamente encontra-se na necessidade de ambos de satisfazerem suas respectivas deficiências, ou seja, de, imprescindivelmente, adquirirem, trocarem, permutarem, produzirem, alienarem bens e serviços.

Indubitavelmente, a natureza jurídica das transações encontra-se no mundo dos negócios jurídicos, mais especificamente no universo dos contratos, a definição de contrato expressa por Fiúza (2007, p. 360):

5 Vale ressaltar que o tratamento dado ao conceito de transação, neste momento, está sob um ponto de vista jurídico, ficando afastada, preliminarmente, sua dimensão econômica: a transação como forma de organização e instrumento facilitador da gestão das firmas na busca de produção de bens e serviços pelo menor custo.

Todo acordo de vontade entre pessoas de Direito Privado que, em função de suas necessidades, criam, resguardam, transferem, conservam, modificam ou extinguem direitos e deveres de caráter patrimonial, no dinamismo de uma relação jurídica.

Com esta menção, pode-se perceber, com toda a certeza, que as transações têm natureza imbricadamente contratual e, como tal, para ser considerada válida terá que preencher os pressupostos de existência e requisitos de validade jurídicos. Conforme a Lei n. 10.406/2002, em seu art. 104, (Código Civil Brasileiro), a validade dos negócios jurídicos está subordinada à capacidade das partes, ao objeto lícito e possível, bem como a forma adequada.

O ambiente dos contratos é o mundo em que se vive. Sem o instituto do contrato, a sociedade estaria fadada ao desaparecimento. E é neste ambiente com características próprias que se pode confirmar a tridimensionalidade funcional de um contrato. Consoante leciona Fiúza (2007, p. 365), um contrato, originariamente, traz consigo três funções, a saber: a) econômica, pois o contrato é um meio eficaz de fazer cumprir as etapas que compõem uma produção, desde a mina à indústria, desta para a loja até chegar ao consumidor, propriamente dito. Portanto, faz circular riquezas, distribui renda, enseja empregos, tudo em prol da satisfação de nossas necessidades; b) pedagógica, tendo em vista que aproximam os agentes (seres humanos), fazendo com que estes se respeitem, cumpram promessas, diminuam diferenças. (Um contrato desperta a consciência do respeito mútuo, a noção do que seja equitativo, do Direito; e c) social, função esta advinda do conjunto das duas outras; pois, caso se esteja diante de um instituto que faz circular riquezas, distribui rendas, educa as partes, conseqüentemente, estimula o bem-estar de todos e fomenta a dignidade humana.

2.3 O contrato como estrutura de governança

O Direito se envolve nas relações humanas, dando-lhes suporte às vontades ali exteriorizadas, quando uma das partes da relação persegue o que a outra lhe prometeu, fazendo-se valer “as palavras dadas”. E o papel da Economia nesta tão importante seara? Como preconiza Zilbersztajn e Sztajn (2005, p. 269), “Se a lei surge

como uma das maneiras de se fazer valer um contrato, a economia pode ser vista como importante no desenho e na escolha do contrato”.

Estudando o contrato sob uma perspectiva da análise econômica do Direito, considerar-se-ão outras variáveis – o preço, a alocação de recursos, o tipo de firma etc., e que deverão assumir importantes afluentes na tomada de decisão gerencial da produção. A fórmula contratual é uma das mais importantes etapas da produção; tanto que existe todo um conjunto de teorias voltadas à análise deste momento decisório, entoadado de “Teorias Contratuais da Firma”. Neste teorema econômico, o contrato é dissecado como instrumento aplicador e potencializador de uma cadeia produtiva (das ações da firma).

A promessa dada é a essência econômica do contrato. As pessoas (e empresas) em seus relacionamentos buscam satisfazer suas necessidades e, para tal realizam investimentos, potencializam trocas, compram, vendem e praticam os mais diversos atos relacionais para tal mister; daí a necessidade de se reduzir os custos agregados a riscos e incertezas que, por sua natureza aleatória, possam ameaçar o cumprimento dessas promessas.

Parafrazeando Zylberstajn (2005, p. 270), o contrato é somente mais uma das formas de governança⁶ das relações de uma empresa. Complementando-o, deve-se chamar a atenção para sua dimensão jurídica, como um instrumento típico do ramo do Direito Civil, onde deve estar paramentado na paridade, na autonomia privada (vontade das partes), na boa-fé e na função social. Ali as partes contratuais discutirão as bases regulamentadoras do objeto da transação, suas cláusulas contratuais, prazo, obrigações, preço, aspectos condicionais etc. Deve-se lembrar, contudo, que tais instrumentos não são perfeitos, completos (SAES, 1997). Os fatos circunstanciais que influenciam um sistema de agronegócios são quase que incontáveis e, quando os são, se revestem quase sempre da imprevisibilidade, tirando muitas vezes do controle das partes contratantes, mesmo aquelas mais precavidadas, as consequências advindas de um caso fortuito ou força maior.

6 Uma estrutura de governança é um conjunto de instituições (regras) inter-relacionadas capazes de garantir a integralidade de uma transação ou de uma sequência de transações (WILLIAMSON, apud ZILBERSZTAJN, 2005, p. 11-12).

Sob um pilar econômico (Teoria das Organizações), a aceção de contrato está adjunta às transações, pois, à medida que o contrato é um instrumento de coordenação transacional, facilita a atuação dos agentes na cadeia produtiva, permitindo a estes agentes um planejamento estratégico em busca de uma maximização de resultados na produção. Mediante do instrumento contratual, os agentes ficam mais livres para se comprometerem, empreendendo esforços coletivos em prol de melhor resposta produtiva. Por via dos contratos, se faz toda a estrutura garantidora para que o cumprimento das obrigações assumidas seja um sucesso (caso de lacuna).

2.4 O contrato de agronegócio

O contrato de agronegócio é um exemplo típico das consequências há pouco mencionadas. Compõem-se como partes integrantes deste contrato os agentes típicos dos agronegócios, como produtores agropecuários, empresas privadas, produtores rurais da agroindústria, dentre outros, que por via deste instrumento de acordo bilateral, busca a coordenação de suas atividades a serem desenvolvidas no decorrer dos mais variados segmentos da cadeia do agribusiness, como transformação, produção e distribuição dos bens e serviços. No respectivo contrato, também estarão apresentados de forma antecipada as regras regulamentadoras dos preços, técnicas e formas de produção ou cultivo dos produtos, bem como os níveis de quantidade e qualidade deste produto; além, é claro, da determinação das prestações e contraprestações de cada um dos agentes pactuantes e a administração dos custos operacionais. É um contrato cuja execução está sujeita aos efeitos de muitos riscos, dos quais uma grande variedade deles está fora do alcance de controle das partes contratantes – o que exigirá dos ditames econômicos e jurídicos um tratamento específico (ALLEM; LUECK, 2008; ROCHA JR.; RIBEIRO, 2015).

2.5 A economia dos custos de transação

Segundo Coase (1937), onde os custos de transação têm uma posição de destaque na Teoria da Firma. A partir de então, a firma é analisada, estudada como uma organização fruto da

coordenação sistêmica de agentes econômicos, na qual é unem-se por via dos contratos.

Nesse sentido, a economia de custos de transação parte de um preceito básico: as firmas escolhem suas formas de organização dentre aquelas que visam a adquirir no mercado bens e serviços necessários a um determinado processo produtivo ou aquelas que incorporam as etapas desse processo produtivo, por meio da integração vertical. As relações transacionais dos agentes de determinada cadeia produtiva têm suas estruturas definidas na interação de fatores comportamentais (oportunistas e racionalidade limitada) e de fatores ambientais (especificidade dos ativos, frequência de transações e incertezas).

A partir do momento que se pode entender este instituto econômico como um emaranhado de contratos, pode-se também apoderar-se do preceito de que os descumprimentos, pendências e conflitos advindos destes contratos deverão ser solucionados e/ou minimizados por institutos e instância cabíveis. (ZYLBERSZTAJN; SZTAJN, 2005).

A economia dos custos de transação, reiterando, tem como escopo precípuo a redução dos custos que se apresentarão quando da elaboração dos contratos entre agentes atuantes no mercado. E, conforme determinados fatores, sejam eles de caráter interno ou externo, vão influenciar as transações e, caso não sejam avaliados na fase de elaboração contratual, irão, certamente, dificultar, atrasar o bom andamento e êxito destas respectivas transações (BOHER, 2005). Portanto, quando da realização destas transações, é de importância vital criar um ambiente estável e seguro para a execução do contrato. E, elaborar o contrato a baixos custos, respeitando as necessidades e características do negócio que representa aquela transação. Um ambiente estável e seguro propicia a vigilância, a fiscalização de todas as atividades realizadas durante a execução até o término do contrato, ensejando a regulamentação rápida e eficaz diante do acontecimento de um fato imprevisto, ou de uma lacuna não observada, ou de uma variável mal avaliada; e isto minimiza custos de transação. Segundo Bohrer (2005, p.17), tal ambiente se é elaborado com “um estudo dos custos de transação estabelecidos pela incerteza envol-

vida na transação, a frequências das operações realizadas e grau de especificidade dos ativos envolvidos”.

A especificação do contrato a ser celebrado e seus custos têm como parâmetro o momento da transação em que tais custos surgem e se fazem necessários o seu levantamento e seu cômputo: antes (informações), durante (negociação) e depois (monitoramento). Os fatores ambientais que interagem, influenciando o desenho contratual (MENARD; SHIRLEY, 2008), são:

- 1 **Frequência:** tal característica leva em consideração a transação no tempo, referindo-se à sua intensidade e repetição; repercutindo nos custos de monitoramento, reduzindo-os quando o número de repetições é elevado, o que ajuda também na construção da reputação dos agentes ali envolvidos, desestimulando ações oportunistas;
- 2 **Incerteza (risco):** refere-se à aleatoriedade dos fatos que podem influenciar direta e indiretamente as transações. A incompletude das informações, os problemas advindos desses ambientes situacionais e a complexidade das ações dos agentes configuram-se em riscos, e estes em custos que deverão ser computados e fracionados de forma equitativa entre os que compõem as transações. Portanto, a característica humana de ser limitada na mensuração de fatos e acontecimentos futuros é um dos maiores influenciadores da incerteza como elemento caracterizador das transações. Como todo contrato é passível de ingerências da imprevisão, os efeitos desta incerteza serão agregados aos custos da transação. Uma boa análise da transação, sua avaliação consistente e técnica, transmitida à elaboração do instrumento diminuirão os efeitos da incerteza. Quanto mais sujeitos à incerteza, maior será o número de cláusulas adaptativas conterà o contrato. Conforme Neves (apud Kuhn, 2006, p.6), “[...] as transações com maior incerteza deverão ter maiores adaptações futuras em contratos, e demandam estruturas de controle complexas com custo elevado, interferindo na forma como as transações ocorrerão”;
- 3 **Especificidade dos ativos:** relacionados a custos pelo uso de determinado ativo em outras transações. Quanto mais específico o ativo, maior os custos de sua utilização em outra

transação. Tal especificidade dos ativos, não deixa de estar correlacionada à frequência das transações, pois, significando custos irreparáveis, pode levar ao distrato, pela majoração dos custos do contrato. Os ativos específicos correspondem àqueles que não são reaproveitáveis a não ser com perda de valor.

A importância destes atributos (especificidade dos ativos, frequência e incerteza) da transação reside na possibilidade de levantamento de seus custos, cujo objetivo é buscar minimizar estes custos com a determinação de estrutura de governança ser usada para auxiliar o processo transacional.

Já os elementos estruturantes das transações relativos ao comportamento dos agentes envolvidos correspondem à racionalidade limitada e ao oportunismo.

Os agentes envolvidos na transação tomam suas respectivas decisões objetivando cumprir metas e atingir seus fins. O conjunto de informações obtidas para a tomada de decisão, o entanto, é incompleto, tendo em vista que “a mente humana possui limitações”, incorrendo na impossibilidade de avaliar e analisar todos os custos, principalmente aqueles de contingência no futuro. A demanda pelas informações completas envolve, impreterivelmente, investimentos que correspondem a custos. O outro pressuposto comportamental das transações é o oportunismo. Assim como os agentes procuram nas transações, por meio de suas decisões, cumprirem suas metas e atingir seus objetivos, eles o farão maximizando seus resultados. O comportamento oportunista, conceituado por Williamson (1985) como “a busca do autointeresse com avidez”, configura-se quando os agentes envolvidos abandonam as regras contratuais acordadas em prol de comportamentos estratégicos que primam apenas pelo seu interesse individual. Isto afeta de forma muito contundente o resultado final das transações, tornando-as mais dispendiosas.

As estruturas de governanças serão determinadas pela associação do ambiente institucional com as formas contratuais, com o comportamento dos agentes envolvidos e, finalmente, com estas características (atributos) das transações, respeitados os fatores motivacionais que induzem o adimplemento das negociações.

2.6 Estratégias Econômicas amenizadoras da incerteza

Os modelos econométricos são utilizados para interpretar e prever situações dinâmicas e suas consequências, além, ainda, de buscar em fortalecer o controle do agente nas tomadas de decisões. Sem um modelo econométrico a atividade de gerenciar ficaria, no mínimo, muito duvidosa, pois, mediante esta ferramenta, é possível identificar os objetivos, bem como dizer se a estratégia escolhida para os alcançar é realmente a mais eficiente. Com o uso desta ferramenta, pode-se medir o êxito e estabelecer as metas e os objetivos financeiros e operacionais de qualquer empresa, inclusive, preparando-a para qualquer tipo de ajuste que seja necessário, até mesmo aqueles não previstos. Por via dos modelos econométricos, fazem-se prognósticos e previsões que alicerçam a tomada de decisão empresarial mais segura.

Economicamente, é factível defender a ideia de que o prognóstico é de importância vital para o sucesso das decisões e para a minimização dos custos de produção. Na lição do professor Arsham (2013, p.11),

[...] o prognóstico é um insumo para o planejamento, seja de uma empresa ou para o próprio governo. As previsões são, muitas vezes, subjetivas, gerando um alto custo para os grupos decisórios. Mesmo quando os métodos quantitativos são relativamente simples, eles podem, pelos menos, sugerir informações para serem discutidas.

Um agente do agronegócio, quando da análise e avaliação de suas transações, deverá escolher o modelo econométrico mais legítimo e adequado para retratar de forma bem mais fidedigna e possível a sua situação transacional presente e futura, mediante de um prognóstico técnico válido. A seleção da metodologia de previsão adequada para a transação a ser avaliada é uma das decisões mais importantes do planejamento e controle gerencial de uma empresa de agronegócio; é nesta seleção que reside o sucesso da implementação de um prognóstico correto, pois por via do grau de exatidão deste prognóstico que se pode garantir a precisão financeira de toda a operação. Estratégias econômicas amenizadoras da incerteza

Deve-se lembrar de que trabalhar com a avaliação da incerteza, indubitavelmente, é tam-

bém um trabalho com a mensuração do tempo, e este, algumas vezes, estabelece uma relação muito estreita com a ocorrência de fenômenos naturais, principalmente quando se cuida de agronegócio. Ao se tentar avaliar e valorar um fenômeno natural e sua interferência num contrato de agronegócio, como a estiagem, por exemplo, se percebe claramente que tal fenômeno é influenciado por uma variedade de outros fenômenos, alguns mais, outros menos atuantes, e a relação deste fenômeno com o decorrer do tempo é de primordial importância para o grau de exatidão das projeções (prognósticos). Gaber (1995, p. 92) preceitua:

O principal elemento que se coloca para o uso do tempo como uma variável auxiliar no entendimento de um fenômeno é que o desenvolvimento deste esteja intimamente relacionado com o passar do tempo. O uso da palavra “intimamente” não deve ser entendido como sendo o tempo o único condutor do fenômeno, mas sim, o principal condutor. Uma infinidade de outras variáveis sempre estará interferindo no processo, porém; o tempo é o principal condutor.

2.7 Estratégias jurídicas contratuais amenizadoras da incerteza

Quando se trata de influência da possibilidade de fatos futuros nos negócios jurídicos (p.e, um contrato de agronegócios), observa-se que a consequência direta seria um prejuízo advindo no aumento dos custos de transação, geralmente causado pelo inadimplemento de uma ou de todas as partes que o compõem, seja de forma culposa (mais comumente) ou dolosa, seja de parcial ou total. Esta situação não se coaduna com os princípios fundamentadores e norteadores dos contratos, exigindo-se do ordenamento jurídico medidas que possam não apenas prever tais situações de prejuízo, mas, também, amenizá-las; quando não, equacioná-las. E o Direito, por sua própria natureza, o faz, exigindo um comportamento das partes que esteja coadunado com a norma e que corresponda à boa-fé e à justiça contratuais.

Neste trabalho científico, serão exploradas duas teorias jurídicas que amenizam os efeitos da incerteza, atributo dos custos de transação, e que afetarão a elaboração de um contrato de

agronegócio: a Teoria da Mitigação de Fato (dos Danos Evitáveis) e a Teoria da Imprevisão.

2.7.1 Teoria dos Danos Evitáveis

O dever de mitigar, adstrito ao sujeito ativo de uma obrigação contratual, origina-se no consuetudium do Direito anglo-saxão, transcendendo-se aos demais sistemas jurídicos do mundo (LOPES, 2011). Tal transcendência não se deu de forma sistêmica, porquanto alguns países o adotaram de forma imediata; outros, não o adotaram de forma imediata, e ainda houve outros que o adotaram, mas com outra denominação (TARTUCE, 2005).

No intuito de evitar custos, dentro dos parâmetros do dever de mitigar, o credor, de forma incontinenti, quando tem informações ou motivos para prever que seu devedor não prestará a sua parte, deve agir interrompendo a sua prestação. Conforme Lopes (2011, p. 28), porém, à regra anterior e imediatamente exposta cabe exceções, pois haverá casos em que interromper a prestação accipiens, não necessariamente, será a forma mais oportuna e eficiente de minimizar danos (custos). Haverá casos em que o melhor é continuar sua produção e aliená-la a terceiros e, só depois, buscar a indenização cabível pelo descumprimento da obrigação originária. Em outras situações, a interrupção da prestação pelo credor é absolutamente inexecutável. Daí, somente o estudo analítico da situação em foco indicará qual a atitude mais razoável a ser admitida. Corbin apud Lopes (2011, p.29) exprime a ideia de que:

Portanto, embora na maioria das hipóteses o credor deva mitigar seus danos interrompendo a sua prestação, o que regerá sua decisão será a razoabilidade. Em determinados casos concretos, a conduta mais razoável a ser adotada pode ser terminar a obra, serviço ou produto para permitir a mitigação dos danos pela sua venda a terceiros. No entanto, se a forma mais razoável de mitigar é cessar o cumprimento de sua parte do contrato e a parte prejudicada pelo inadimplemento não o faz, o valor a que fará jus como indenização será reduzido pelo montante que poderia ter economizado se tivesse descontinuado sua prestação (grifou-se).

As partes contratantes têm o dever de reconhecer os custos e riscos do seu negócio e de sua respectiva prestação obrigacional, precificando-os de uma forma justa e suficiente com

o intuito de justificar a assunção de tais custos e riscos⁷. Conforme Posner (2009, p.1351), ressalvadas as trocas à vista, um contrato servirá para alocar riscos entre as partes.

O princípio da Evitabilidade defende o óbvio – evitar o desperdício de recursos econômicos – pois, ante o não cumprimento contratual, o sujeito ativo acumula prejuízos, todavia ressarcido. Tal ressarcimento não se reintegra à economia, porquanto não se cria valor. Acontece é que aquele valor do recurso econômico perdido com o inadimplemento e retratado no valor da indenização, apenas se transfere do devedor para o credor, não sendo passado à sociedade. Reitera Dobbs (apud Lopes, 2011), a noção de se podendo evitar perdas, gastando menos, a coerência gerencial sugere que se impeça a ocorrência desta perda, pelo menos quando o devedor não está em condições de evitar a perda de forma menos onerosa.

2.7.2 Teoria da Imprevisão

Considerando a Teoria Clássica dos Contratos, o contrato deve ser preservado e cumprido mesmo diante da ocorrência de fatores consideráveis, imprevistos e alheios à vontade dos contratantes durante sua execução, causando profundas alterações no ambiente inicial de sua celebração, levando-o a iniquidades, impulsionando-o a um desequilíbrio cruel entre as partes. Tal pensamento é fundamentado na expressão latina *pacta sunt servanda*, conforme já mencionado, como preceito orientador do Princípio da Obrigatoriedade dos Contratos.

Sob uma perspectiva econômica, pode-se entender que todas as vezes que, por circunstâncias adversas e imprevistas, a prestação contratual advinda de uma transação só puder ser solvida mediante um sacrifício exagerado de uma das partes ou sob um estado de necessidade⁸, deverá respectivo contrato ser revisado ou revogado.

Portanto, a Teoria da Imprevisão é um instrumento normativo que permite admitir que o conteúdo contratual acordado pudesse ser discutido quando da ocorrência de circunstâncias novas, imprevisíveis pelos pactuantes. Borges (2002, p. 80) define da seguinte forma:

A “teoria da imprevisão” é o remédio jurídico a ser empregado em situações de anormalidade contratual, que ocorre no campo extracontratual – ou “aura” das convenções –, de que se podem valer as partes não enquadradas em situação moratória preexistente, para adequar ou extinguir os contratos – neste caso com possibilidades indenizatórias – sobre os quais a incidência de um acontecimento imprevisível (entendido este como aquele evento ausente dos quadros do cotidiano, possível, mas não provável), por elas não provocado mediante ação ou omissão, tenha causado profunda alteração na base contratual, dando origem a uma dificuldade excessiva de adimplemento ou modificação depreciativa considerável da prestação, se sorte a fazer nascer uma lesão virtual que poderá causar prejuízos àquele que, em respeito ao avençado, se disponha a cumprir a obrigação assumida.

Em razão dos vários estudos analítico-comparativos sobre a Teoria da Imprevisão, é possível inventar nos itens abaixo os requisitos condicionais necessários para que a parte contratual prejudicada possa mobilizar o aparato jurisdicional do Estado para clamar pelo reequilíbrio de seu contrato. São eles:

- I O contrato atingido, necessariamente deve ser de execução futura, aqueles celebrados no presente e que cuja execução está no futuro.
- II No momento da execução do contrato, devem surgir circunstâncias econômicas que alterem de forma brusca o ambiente contratual; quer dizer, devem ser extraordinárias.
- III A alteração deve ser imprevisível para as partes contratuais.
- IV A nova circunstância deve trazer onerosidade a uma das partes, de forma que causa um desequilíbrio entre prestação e contraprestação contratuais.
- V Necessariamente, as partes do contrato atingido devem conhecer previamente a sua prestação obrigacional.

Resumindo, a aplicação da Teoria da Imprevisão em um contrato, necessariamente, exigirá que respectivo contrato seja de execução futura; que, quando de sua execução, ocorra um fato imprevisto e extraordinário; que tal fato incorra na infração do princípio da distribuição equitativa de ônus e riscos, produzindo uma onerosidade excessiva a uma das partes que possa levá-la à ruína ou a infringir deveres importan-

⁷ Reporta-se à noção de Valor Esperado, comentado neste trabalho. p.51

⁸ Entende-se por Estado de Necessidade o cumprimento de ato jurídico sob a assunção de graves riscos, ou com violação de deveres mais importante (FIUZA, 2007).

tes para cumprir o contrato; e, por fim, referido contrato não pode ser aleatório⁹.

3 METODOLOGIA

Paralelamente ao estudo lógico-teórico apresentado no referencial teórico, tem-se por objetivo inicial, para dar uma menção mais prática ao ensaio, delinear um método de estimação por meio de um modelo econométrico de previsão de dados. Por fim, por meio de análise descritiva, com apoio nos resultados do objetivo inicial, será feito um diagnóstico da aplicabilidade das Teorias da Imprevisão e dos Danos Evitáveis aos contratos de agronegócio quando do acontecimento de fatos extraordinários e imprevistos que causem desequilíbrio no ambiente inicial destes contratos.

3.1 Natureza e fontes dos dados

Para se alcançar a materialidade do primeiro objetivo específico, utilizou-se de dados secundários para a realização da análise econométrica correspondente a séries históricas de preços mensais em quilogramas da castanha de caju ao nível do produtor comercializados no Estado do Ceará, relativos há seis anos seguidos, de 2013 a 2018. Tais preços foram atualizados (deflacionados) de acordo com o IGP – Ipeadata, com base em dezembro de 2018. O Gráfico 1 apresenta a série de preços mensais deflacionados da castanha de caju no Estado do Ceará, coletados junto à Ceasa de Maracanaú/CE:

Gráfico 1 – Preços observados em reais por quilo da castanha de caju no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2018



Fonte: Dados colhidos na Ceasa (2019).

⁹ Contrato aleatório é aquele em que pelos menos uma das partes não conhece sua prestação, pois ela depende de um acontecimento incerto e futuro.

No banco de dados do Ipeadata foram coletados os valores mensais da taxa de câmbio relativos ao mesmo período de análise, haja vista que tal variável é de importância vital para as relações comerciais, sejam elas nacionais ou internacionais correlatas às transações de bens e serviços de um País com o Exterior. Deliberou-se também pelo uso da taxa de juros real Selic, taxa básica de juros da economia brasileira, pois é referencial para o cálculo das outras taxas de juros do mercado, além de nortear a política monetária do País, o que exercerá influência considerável nas operações financeiras, limitando-as no pagamento de juros pelos bancos nos depósitos a prazo.

3.2 Métodos de análise

Com o escopo de analisar a influência das taxas de juros e da taxa de câmbio na previsão de preços futuros da castanha de caju, foi feito um estudo com base em modelos de regressões econométricas, usando o modelo de correções de erros (VEC).

3.2.1 Modelo econométrico para previsão de variáveis explicativas futuras

Depois, à vista dos resultados, faz-se uma sinopse comparativa dos dados coletados e estimados, no intuito de destacar a existência de variáveis outras que não foram ou não podem ser previstas.

Como se pode observar, foram utilizados dados de preços relativos no mercado de castanha de caju do Estado do Ceará, associados aos valores da taxa de câmbio e a taxa de juros (Selic). De acordo com Barret (1996, apud MAYORGA, 2006), quando em uma análise se utiliza apenas séries de preços para avaliar o mercado, tais estudos são denominados como “métodos de nível I”. Neste trabalho, utiliza-se o programa computacional de cálculos econométricos Eviews 7.0.

Ante a maneira como as séries escolhidas foram transformadas, são aproximados em equivalência, os modelos com a série deflacionada e a série sem deflação se equivalem aproximadamente. A transformação logarítmica e a diferença sobre as séries escolhidas foram utilizadas tendo em vista a simplicidade e eficiência do método ora exposto. As variáveis do modelo de

séries estimadas para o diagnóstico econométrico dos preços da castanha de caju no Estado do Ceará, associados aos valores da taxa de juros (Selic) e taxa de câmbio, foram, então, assim denominadas:

$$P = f(TJ, TC),$$

em que,

P é o preço da tonelada da castanha de caju;

TJ a Taxa de juros (Selic);

TC a Taxa de câmbio;

Após transformação logarítmica, tem-se:

$$LNP = f(LNTJ, LNTC),$$

em que,

LNP é o logaritmo natural do preço da castanha de caju;

LNTJ é o logaritmo natural da taxa de juros (Selic);

LNTC o Logaritmo natural da taxa de câmbio.

3.2.1.1 Estacionariedade

Para se verificar a estacionariedade de um processo com séries temporais, utiliza-se o chamado Teste da Raiz Unitária, que será explicado no subitem a seguir.

3.2.1.2 Teste da Raiz Unitária

O teste para denotar a presença ou não de raiz unitária em séries temporais é de importância ímpar para as análises econométricas, haja vista que será testada a estacionariedade de suas variáveis. Diversos são os testes usados para se analisar a estacionariedade de séries temporais. Neste estudo, utilizou-se o Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

3.2.1.3 Teste de cointegração de Johansen

É relevante salientar que, antes mesmo da escolha do modelo econométrico a ser aplicado, deve-se impor um teste de cointegração das variáveis, com vistas a identificar a existência de equilíbrio ou relacionamento estrutural entre as variáveis a longo prazo. Quando do processo para se determinar a cointegração de duas ou mais variáveis, deve-se verificar, previamente, a ordem de integração de cada uma dessas variáveis

de forma particular; daí a função do uso do Teste de Raiz Unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), que finda com a determinação deste ordem de integração.

O conceito de co-integração procura estabelecer a relação entre duas ou mais variáveis não estacionárias que possuem algo em comum no longo prazo. Sua aplicabilidade também pode ser estendida para uma abordagem vetorial. (SCHRÖDER; DIAS, 2012, p. 145)

Neste trabalho, será utilizado o último teste acima citado (teste de Johansen) para detectar se há relacionamento de longo prazo entre as variáveis escolhidas. Este teste de cointegração, além de denotar a cointegralidade das variáveis do modelo, determina a quantidade de vetores entre elas. Então, se foi constatado pelo teste de raiz unitária (ADF) o fato de que as variáveis são estacionárias (ou não) e não cointegradas de mesma ordem, aplicar-se-á o modelo de vetores autorregressivos (VAR). Se, no entanto, tais variáveis se mostraram não estacionárias e cointegradas, aplicar-se-á o modelo de vetor de correção de erros (VEC).

A existência ou não de cointegralidade entre as variáveis, bem como a quantidade de vetores de cointegração serão extraídos dos cálculos analíticos do teste de Johansen.

3.1.1.4 Vetores autorregressivos (VAR) e vetor de correção de erros (VEC)

Consoante, para a definição do modelo, necessário se faz, para o modelador, decidir qual o caminho a seguir, ante opções que lhe são expostas depois das informações extraídas de suas variáveis. Primeiro, se foi observada a estacionariedade de suas séries temporais, o modelo a ser aplicado será o de vetor autorregressivo (VAR). Segundo, se foi denotada a não estacionariedade de suas séries, porém suas variáveis são cointegradas, o método a ser aplicado é o vetor de correção de erros (VEC). E terceiro, se o modelador estiver diante de séries não estacionárias e variáveis não cointegradas de mesma ordem, tais séries deverão ser objeto de diferenciações até reverter-se em estacionárias e, a partir daí, o modelo a ser aplicado é o de vetores autorregressivos (VAR).

Vale salientar que, quando se trabalha com séries temporais, sempre existe o risco de estas,

ao longo do tempo, apresentarem uma mudança estrutural que corresponda a uma alteração nos parâmetros do modelo, o que poria em dúvida a veracidade dos valores estimados, tornando-os impróprios para a previsão dos valores. Tais mudanças são provocadas por diversos fatores, como “fato do príncipe”, embargos, guerras, política interna, intempéries e outros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção serão apresentados os resultados obtidos dos testes de raiz unitária de Dickey Fuller Aumentado (ADF), Teste de Cointegração de Johansen, a estimação do Modelo de vetor de correção de erros (VEC) e decomposição de variância. Contudo, preliminarmente, apresentamos uma estatística dos preços da castanha de caju (toneladas), a taxa de câmbio e a taxa de juros (SELIC), conforme a Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Estatística descritiva dos preços da castanha de caju (t), taxa de câmbio e taxa de juros (Selic). Janeiro de 2013 a dezembro de 2018

	P	TC	TJ
Média	20,32	3,04	0,83
Máximo	41,72	4,13	1,21
Mínimo	16,74	1,97	0,46
Desvio-padrão	5,92	0,63	0,22

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.
Nota: Onde: P = preço da tonelada de castanha de caju; TC = Taxa de câmbio; TJ = Taxa de juros (SELIC).

Podemos observar que, ao longo do período analisado, o preço médio cobrado pelo quilo da castanha de caju foi R\$ 20,32, variando entre R\$ 16,74 e R\$ 41,72. A Taxa de Câmbio (TC) foi, em média, 3,04, variando entre 1,97 e 4,13. Já a Selic real (TJ) foi em média 0,83% ao mês.

O passo seguinte foi verificar o Teste de Raiz Unitária aplicando-se o Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), cujo objetivo é verificar a estacionariedade das séries estudadas. Vale a pena salientar que, no Teste de Raiz Unitária, optou-se por utilizar as séries temporais na forma logarítmica natural, tendo em vista que as estimativas foram mais robustas e o valor dos coeficientes interpretados como elasticidades.

Os resultados dos testes de raiz unitária das séries temporais estudadas encontram-se nas tabelas expostas no Anexo, no final deste trabalho.

Mediante os resultados, foi verificado que as séries LNP, LNTC e LNTJ se mostraram como estacionárias apenas na primeira diferença para os modelos de equação. Como o comportamento das séries é expresso com várias alterações, admite-se, desta forma, que as séries são não estacionárias em nível e sim em primeira diferença, significando, portanto, que as suas variáveis são integradas de ordem 1.

Em decorrência da não estacionariedade das variáveis em nível e das suas características de possuírem a mesma ordem de integração, o próximo passo foi a realização do Teste de Cointegração, com o objetivo de averiguar a existência ou não de relação estável a longo prazo entre estas variáveis. O Teste de Cointegralidade escolhido foi o de Johansen. Os resultados do Teste de Cointegralidade de Johansen, encontram-se instruídos nas Tabelas 2 (estatísticas ltraço) e 3 (estatísticas l máximo).

Tabela 2 – Resultado do teste de cointegralidade de Johansen, variáveis LNP, LNTC e LNTJ, período de janeiro de 2013 a dezembro de 2018

Estatística do ltraço				
Hipóteses	Estatística			0.05
No. de CE(s)	Valor Eigen	lTraço	Valor Crítico	Prob.**
Nula *	0.3761	35.2549	29.7970	0.0106
No máximo 1	0.0855	8.36127	15.4947	0.4276
No máximo 2	0.0556	4.2663	6.84146	0.1707

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Tabela 3 – Resultado do teste de cointegralidade de Johansen, variáveis LNP, LNTC e LNTJ, período de janeiro de 2013 a dezembro de 2018

Estatística do l máximo				
Hypothesized	Estatística			0.05
No. of CE(s)	Valor Eigen	Max-Eigen	Valor Crítico	Prob.**
Nula *	0.3761	26.8936	21.1316	0.0069
No máximo 1	0.0855	5.0949	14.2646	0.7298
No máximo 2	0.0556	4.2663	6.9541	0.1875

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Os valores destas tabelas indicam que, considerando o nível de significância de 5%, é plausível a rejeição da hipótese nula de não cointegração, porquanto os valores calculados da estatística *I*traço (35,25) e *I*máximo (26,89) são superiores aos seus respectivos valores críticos (29,79 e 21,13), aceitando-se, assim, as hipóteses da existência de pelo menos um vetor de cointegração entre o logaritmo do preço da castanha de caju (LNP), logaritmo da taxa de câmbio (LNTC) e o logaritmo da taxa real de juros (LNTJ).

Os dados colhidos denotam que as séries são cointegradas, existindo, assim, uma relação de longo prazo entre elas. E, em assim sendo, o modelo a ser estimado para corrigir possíveis problemas de omissão de variáveis relevantes na situação em estudo é o vetor de correção de erros (VEC).

A estimativa completa do modelo de vetor de correção de erros encontra-se demonstrada nas tabelas ilustradas no Apêndice B, no final deste trabalho. Com a estimativa do modelo de vetor de correção de erros, pode-se demonstrar na Tabela 4 a equação de regressão estimada do vetor de correção de erros, como segue:

Tabela 4 – Estimativa do modelo de vetor de correção de erros (VEC) para o preço da castanha de caju no Estado do Ceará

Variáveis cointegrantes Eq:	CointEq1
LNP(-1)	1.0000
	2.7709*
LNTC(-1)	(0.4192)
	[6.6091]
	-0.7139*
LNTJ(-1)	(0.3063)
	[-2.3307]
C	-8.9721*

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Assim a equação estimada do modelo do preço da castanha de caju no Estado do Ceará comporta-se da seguinte forma:

$$LNP_t = -8,9721 + 2,7709 LNTC_{t-1} - 0,7139 LNTJ_{t-1}$$

Para analisar a porcentagem da variância do erro de previsão decorrente de cada variável endógena ao longo do período estudado, realiza-se a decomposição desta variância nos ditames doutrinares mencionados¹⁰, conforme a Tabela 5:

Tabela 5 – Decomposição da variância dos erros de previsão em porcentagem de LNP para as variáveis LNTC e LNTJ. Janeiro de 2013 a dezembro de 2018

Period	S.E.	LNP	LNTC	LNTJ
1	0.0632	100.0000	0.0000	0.0000
6	0.1688	76.0731	23.5557	0.3711
12	0.2517	61.0831	38.2484	0.6683
18	0.3122	58.4885	40.8432	0.6682
24	0.3625	57.2354	42.0885	0.6760

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Assim, na Tabela 5, encontram-se os resultados da decomposição da variância dos erros de previsão para duas variáveis. Na primeira coluna, estão representados os períodos que neste trabalho estão expressos em semanas. Reputa-se que uma alteração brusca não antevista sobre as variáveis escolhidas perdure no máximo por 24 semanas. Na terceira coluna anuncia-se o percentual da variância dos erros de previsão em virtude de alterações não antevistas sobre o preço da castanha de caju (LNP); quer dizer, medem-se as consequências que uma alteração imprevista sobre os preços da castanha de caju tem sobre eles próprios. A quarta e quinta colunas representam os percentuais das variâncias dos erros de previsão dos preços da castanha de caju (LNP) atribuídos, respectivamente, às variações da taxa de câmbio (LNTC) e taxa de juros (Selic) (LNTJ).

Analisando-se os resultados da decomposição de variância ora expostos, pode-se concluir que, no final de dois anos (24 meses), 57,23% do comportamento dos preços da castanha de caju são explicados pela própria decomposição; enquanto 42,08% desse comportamento será explicado pela atuação da taxa de câmbio e, apenas, 0,67% pelo desempenho da taxa de juros (Selic). Resumindo, pode-se depreender dos resultados da decomposição da variância dos erros de previsão que o preço da castanha

¹⁰ Ver subitem 3.2.1.4.2, que trata do vetor de correção de erros.

de caju (LNP) depende diretamente da taxa de câmbio (LNTC), não se podendo afirmar o mesmo sobre a taxa de juros (Selic), que quase não influencia o preço da castanha de caju.

Como se pode observar nas tabelas explicitadas, no entanto, ainda se apresentam margens de possíveis divergências de dados observados e dados previstos que chegaram a denotar erros. Estes erros podem ser causados por variáveis não levadas em consideração pelo modelo ou por variáveis que, por sua própria natureza, não se pode prevê-las mediante cálculos econométricos. Ora, neste momento, dentro desta margem de erro, incorrendo no surgimento extraordinário e imprevisível destes fatos, pode haver um desequilíbrio de prestação e contraprestação contratuais que poderá corresponder a um aumento no custo desta transação que comprometeria a viabilidade deste contrato, quando não, a própria ruína de uma das partes. Esta situação de desequilíbrio na equivalência das prestações fere o princípio da justiça contratual e, como tal, já se configura numa razão bastante motivadora para o restabelecimento do equilíbrio na equação econômico-financeira. Tal restabelecimento, quando não possibilitado por um acordo entre as partes, chegará ao crivo do poder jurisdicional do Estado, que se utilizará, necessariamente, de instrumentos e técnicas jurídicas adequadas.

Depois de avaliados o caso em concreto e suas nuances, bem como o comportamento de boa-fé contratual dos pactuantes, o respectivo representante da função jurisdicional, há de aplicar, depois de preenchidos todos os requisitos de validade do instituto, a teoria da imprevisão para restabelecer o equilíbrio econômico-financeiro do contrato.

4 CONCLUSÃO E SUGESTÕES

Apoiando-se nos resultados dos objetivos perseguidos de analisar econometricamente os contratos de agronegócio dentro da cadeia produtiva da castanha de caju, bem como asseverar a importância dos instrumentos jurídico-contratuais denominados Teoria da Imprevisão e Teoria dos Danos Evitáveis como mecanismos minimizadores dos efeitos da incerteza nos cus-

tos desta transação, foram extraídas as seguintes conclusões.

Constatou-se como importante o uso de modelos econométricos de previsão de dados na elaboração de futuros contratos de agronegócio, pois diminuem, razoavelmente, os custos de transação, tendo em vista que, conforme dados obtidos, faz-se prognósticos confiáveis. Como se denota nos dados econométricos acima explicitados, no entanto, ainda há margens de erros que correspondem às possíveis divergências dos dados observados e dos dados prognosticados. Respectiva margem de erros ajusta-se àquelas variáveis que não foram levadas em consideração, sejam por grau de importância, sejam por que, por sua própria natureza, não se poderiam prevê-las pela econometria.

Assim, observou-se que o preço da castanha de caju sofre forte influência da taxa de câmbio realizada no Brasil. Tomando por base os resultados obtidos junto à análise de decomposição de variância (Tabela 5), verificamos ao final de 24 meses, 42,08% do comportamento do preço da castanha é explicado pela atuação da taxa de câmbio; enquanto que apenas 0,67% pelo desempenho da taxa de juros (Selic). Já 57,23% do comportamento dos preços da castanha de caju são explicados pela própria decomposição.

Portanto, este ambiente contratual tido como salvaguardado de forma absoluta, não o sugere inabalável. Foi comprovado pela análise econométrica, que, mesmo ante o comportamento de precaução dos respectivos agentes produtivos contratantes, alguns outros fatores que, pela própria natureza, são invisíveis à asseveração (certeza), aportam inesperadamente, causando instabilidade no ambiente transacional, quando não, abalando-o em seus fundamentos de maneira tal que, com a presença deste fator imprevisível, o cumprimento do contrato como se apresenta torna-se sofrível, excessivamente oneroso, podendo levar ao inadimplemento, o que fracionaria (quebraria) a referida cadeia produtiva.

Pode-se destacar o fato de que, ante este quadro transacional (de relações contratuais) extraordinário e inopinado – não alcançado pelos instrumentos de prognósticos utilizados pelos agentes na busca por minimização de perdas futuras, e que causa surpresa, onerosidade e ins-

tabilidade para o ambiente transacional firmado pelos contratos –, deve ser rearranjado, restaurado, readaptado ao novo contexto situacional, mesmo diante da característica contratual de que suas cláusulas devem ser cumpridas “à risca” no que foi acordado¹¹ com sua celebração inicial; tudo isso em prol da não interrupção da operacionalidade da cadeia produtiva em questão, que corresponderia a um nefasto resultado à consecução da colheita, transformação, distribuição e consumo do produto focalizado.

O contrato, de per se, caracteriza-se por ser um instrumento que não comporta a possibilidade de prever todos os comportamento e eventos vindouros, até mesmo porque, sendo o contrato uma criação puramente humana, reveste-se da racionalidade limitada de seus criadores (agentes) que são incapazes de captar todos os fatos (variáveis) substanciais que influenciariam suas relações transacionais.

Fica constatado neste trabalho que, preteridos todos os meios, métodos e instrumentos de previsão e persuasão utilizados pelos agentes na busca de prever situações futuras e minimizar seus efeitos nos custos da transação, a Teoria da Imprevisão é evocada pelos respectivos agentes, provocando o Poder Jurisdicional do Estado, conforme decisões jurisprudenciais dadas a público. Afastadas as características de ser o referido contrato aleatório e do fato superveniente ser previsível (risco), somado ao comportamento mitigador dos agentes contratuais, os tribunais reconhecem a aplicabilidade da Teoria da Imprevisão aos contratos de agronegócios.

REFERÊNCIAS

ALLEN, D. W.; LUECK, D. Agriculture contracts. In: MENARD, C.; SHIRLEY, M. M. **Handbook of Institutional Economics**. Berlin: Springer, 2008.

ARSHAM, H. **Toma de decisiones com periodos de tiempo crítico em economia e finanzas**. 1994. Disponível em: <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/stat-data/Forecasts.htm#rg2introduction>. Acesso em: 10 mai. 2013.

BOHER, C. T. A. **Economia dos contratos no fornecimento de alimentação em uma empresa de refeições coletivas**. Tese de Mestrado em Administração - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, 2005.

BORGES, N. **A teoria da imprevisão no direito civil e no processo civil: com referência ao CC de 16 ao NCC**. São Paulo-SP: Malheiros, 2002.

BUENO, R. L. S. **Econometria de séries temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CHADDAD, F. Desequilíbrio dos contratos. **Revista Agroanalysis**. 2007. Disponível em: http://www.agroanalysis.com.br/materia_detalle.php?idMateria=281. Acesso em: 02 jul. 2014.

COASE, R. H. The nature of the firm. **Economica**. Nov. 1937:386-405.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura Semanal**. Cenário sobre Castanha de Caju ano 2011. 2011. 2p.

FIÚZA, C. **Direito civil**. Belo Horizonte: Del Rey, 2007.

GABER, R. Análises de séries temporais. **Rev. Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro: UFRJ, v. 2, p. 91-118, 1995.

HEIM, J. G. **Hedge – Ferramenta do mercado de futuros para cobrir os riscos do agronegócio: Uma análise do direito empresarial**. 2012. Disponível em: www.fate.edu.br/ojs/index.php/RGD/article/download/65/53. Acesso em: 01 jul. 2014.

IBGE/IPECE – **Enfoque econômico – Ipece**. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/enfoque-economico/EnfoqueEconomico-N97_15-_01_2014.pdf. Acesso em: 12 fev. 2014

LOPES, C. S. B. **A mitigação dos prejuízos no direito contratual**. UFMG: Belo Horizonte, 2011.

¹¹ “pacta sunt servanda” (os contratos devem ser cumpridos). Preceito fundamental do princípio da obrigatoriedade contratual.

MAYORGA, R. O. **Análise de transmissão de preços do mercado atacadista de melão do Brasil**. dissertação de Mestrado em Economia Rural - Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil, 2006.

MEIRELLES, H. L. **Licitação e contrato administrativo**. 13. ed. São Paulo: Malheiros, 2002.

MENARD, C.; SHIRLEY, M. M. **Handbook of institutional economics**. Berlin: Springer, 2008.

POSNER, R. A. Let us never blame a contract breaker. **Michigan law review**, Ann Arbor, v.107, p.1349-1363, June, 2009.

ROCHA JR, B. M. V. L.; RIBEIRO, M. C. P. Análise das características dos contratos no agronegócio do Brasil. **Revista de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 4, p. 45-63, 2015.

RUFINO, J. L. dos S. Origem e conceito do agronegócio. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte: Epamig, v. 20, n. 199, jul./ago. 1999.

SAES, M. S. M. **A racionalidade econômica da regulamentação do mercado brasileiro do café**. 1ª ed. FAPESP / Ed. Annablume, 1997.

SCHRÖDER, B.; DIAS V. **Econometria para concursos**. Elsevier: Rio de Janeiro, 2012

TARTUCE, F. **A boa-fé objetiva e a mitigação do prejuízo pelo credor**. Esboço do tema e primeira abordagem. Disponível em: www.flavioertuce.adv.br. Acesso em: mar. 2005.

ZILBERSTAJN, D.; STAJN, R. **Direito e economia: análise econômica do direito e das organizações**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2005.

ANEXO

Tabela 5 – Teste de Raiz Unitária, Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para as séries LNP, LNTC e LNTJ em primeira diferença, janeiro de 2013 a dezembro de 2018

	Sem constante e sem tendência	defasagens	Com constante	Defasagens	Com constante e tendência	Defasagens
LNP	-7.5241*	0	-7.4685*	0	-7.5603*	0
LNTC	-4.5080*	0	-4.4698*	0	-4.4681*	0
LNTJ	-3.5797*	2	-3.5429*	2	-3.5231**	2

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Notas: Os valores críticos para o modelo com constante e com tendência ao nível de 1%, 5%, e 10% são respectivamente -4.1243, 3.4892 e -3.1731, para o modelo com constante e sem tendência os Valores Críticos são, ao nível de 1% (-3.5492), 5% (-2.9126) e 10% (-2.5940) e para o modelo sem constante e sem tendência os Valores Críticos são, ao nível de 1% (-2.6054), 5% (-1.9465) e 10% (-1.6132).

***indica que a hipótese nula é rejeitada ao nível de significância de 10%.

**indica que a hipótese nula é rejeitada ao nível de significância de 5%.

*indica que a hipótese nula é rejeitada ao nível de significância de 1%.

Tabela 6 – Teste de Raiz Unitária, Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para as séries LNP, LNTC e LNTJ em nível, janeiro de 2013 a janeiro de 2018

	Sem constante e sem tendência	Defasagens	Com constante	Defasagens	Com constante e tendência	Defasagens
LNP	0.3261	0	-1.2674	0	-1.7781	0
LNTC	-1.6119	1	-2.6583***	1	-2.7092	1
LNTJ	-1.3528	3	-2.1292	3	-2.1021	3

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Os valores críticos para o modelo com constante e com tendência ao nível de 1%, 5%, e 10% são respectivamente -4.1213, -3.4878 e -3.1723, para o modelo com constante e sem tendência. Os Valores Críticos são ao nível de 1% (-3.5461), 5% (-2.9117) e 10% (-2.5935) e para o modelo sem constante e sem tendência os Valores Críticos são, ao nível de 1% (-2.6047), 5% (-1.9464) e 10% (-1.6131).

***indica que a hipótese nula é rejeitada ao nível de significância de 10%.

**indica que a hipótese nula é rejeitada ao nível de significância de 5%.

*indica que a hipótese nula é rejeitada ao nível de significância de 1%.

DINÂMICAS ESPACIAIS DA CRIMINALIDADE NO ESTADO DA BAHIA

Space dynamics of criminality in the state of Bahia

Fernanda Oliveira Caires e Caires

Bacharela em Economia. Doutoranda em Economia (UFBA); bolsista FAPESB. Área de concentração: Economia Aplicada. Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia. fernanda.o.caires@hotmail.com

Mônica de Moura Pires

Economista. Doutora em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa. Área de concentração: Economia Regional e Urbana. Professora Plena do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. mpires@uesc.br

Andréa da Silva Gomes

Economista. Doutora em Desenvolvimento Rural pelo Instituto Nacional Agrônômico Paris-Grignon, França. Área de concentração: Economia Regional e Urbana. Professora Plena do Departamento de Ciências Econômicas da UESC. andreauesc@gmail.com

Fernando Rubiera Morollón

Economista. Doutor pela Universidade de Oviedo, Espanha. Professor do Departamento de Economia da Universidade de Oviedo, Espanha. f.rubiera@uniovi.es

Resumo: A Bahia está entre os estados com maior número de mortes por homicídios no Brasil. Tal fenômeno delineou o objetivo deste trabalho que visa identificar a relação entre o tamanho das cidades e criminalidade (número de homicídios) por município do Estado. Para tanto, foram utilizados dados, em nível de município da Bahia, do Ipeadata e Datasus para número de homicídios e dados sobre condições socioeconômicas da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, do IBGE, IBGE Cidades, Atlas do Desenvolvimento e do Ministério do Trabalho e Emprego. Inicialmente, construiu-se um mapa do número de homicídios, aplicando-se o I-Moran local e global. Em seguida, buscando identificar a relação entre criminalidade e variáveis socioeconômicas, foram aplicados mínimos quadrados ordinários (MQO) e regressão espacial. Toma-se como variável dependente a criminalidade e as variáveis socioeconômicas como independentes, as quais foram distribuídas em quatro dimensões (urbanização e infraestrutura, econômica, social e educação). Na regressão, a variável criminalidade refere-se ao ano 2010 e as demais variáveis ao ano 2000. Pode-se inferir que a criminalidade, sob a ótica aqui analisada, possui relação positiva com as variáveis densidade demográfica, população urbana, PIB industrial e PIB serviços. Nota-se que quanto maior o tamanho da cidade, maiores são as taxas de homicídio.

Palavras-chave: Desenvolvimento, homicídios, cidades, espaço.

Abstract: Bahia is among the states with the highest number of homicide deaths in Brazil. This phenomenon outlined the objective of this study, which aims to identify the relationship between the size of cities and crime (number of homicides) by municipality in the state. To this end, data were used at the municipality level of Bahia, Ipeadata and Datasus for the number of homicides and data on socioeconomic conditions from the Superintendency of Economic and Social Studies of Bahia, from IBGE, IBGE Cities, Atlas of Development and the Ministry of Labor and Employment. Initially, a map of the number of homicides was constructed, applying the local and global I-Moran. Then, seeking to identify the relationship between crime and socioeconomic variables, ordinary least squares (OLS) and spatial regression were applied. Criminality and socioeconomic variables are taken as a dependent variable, which were distributed in four dimensions (urbanization and infrastructure, economic, social and education). In the regression, the crime variable refers to the year 2010 and the other variables to the year 2000. It can be inferred that crime, from the perspective analyzed here, has a positive relationship with the variables demographic density, urban population, industrial GDP and GDP services. Note that the larger the size of the city, the higher the homicide rates.

Keywords: Development, homicides, cities, space.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, têm sido contumazes as discussões acerca das mudanças no espaço urbano e da necessidade de suporte institucional para se adaptar aos novos contextos das cidades. Porém, nem sempre o aparato político, administrativo e jurídico é eficiente, o que gera marginalização de certos segmentos da população de zonas urbanas. Essa desagregação urbana gera exclusão e debilita a sociedade, favorecendo, muitas vezes, a criminalidade.

Corriqueiramente, apontam-se inúmeras causas sociológicas, regionais e religiosas para justificar os fatos geradores da criminalidade. Santos (2009) aponta o desemprego e a pobreza como fontes das atividades criminosas e Glaeser (2008) acrescenta ainda que a vulnerabilidade é ainda maior entre os mais jovens e as crianças que estão fora do ambiente escolar. Nesse contexto, a política, segundo Glaeser (2008), deveria ser capaz de fomentar o emprego e aumentar o nível de escolaridade da população jovem, pois modificariam substancialmente esse quadro de criminalidade, afetando positivamente o crescimento da economia local, uma vez que um ambiente mais seguro atrairia investimentos.

Lochner (2004) em estudo sobre a realidade dos Estados Unidos observou que a idade do indivíduo e o nível de educação se relacionam de maneira distinta com o crime. Enquanto indivíduos jovens e menos instruídos estão mais expostos a cometerem crimes “de rua”, aqueles com maior idade e nível educacional estão mais propensos a cometerem crimes de “colarinho branco”.

Puech (2005) observou que independentemente do tipo de crime (à pessoa ou à propriedade), a desigualdade de renda seria fator determinante nas taxas de criminalidade do Estado de Minas Gerais. Outro fenômeno associado à criminalidade é o tamanho da cidade. Segundo Resende (2007), o aumento nas taxas de criminalidade dos Estados Unidos tende a ocorrer à medida que as cidades se tornam cada vez maiores, pois o crescimento populacional tende a pressionar a infraestrutura existente, e na falta de capacidade de suporte para atender a esse crescimento, a pobreza aumentaria. Tal

fenômeno pode fragmentar o espaço urbano, aprofundando as disparidades regionais entre as cidades receptoras de população daquelas que a “expulsa”.

Nesse sentido, Carvalho (2007) aponta que as desigualdades socioeconômicas regionais exercem forças contrárias ao desenvolvimento econômico e à Lei, gerando comércio ilícito, prostituição, dentre outros problemas sociais. Mendonça, Loureiro e Sachsida (2003) reforçam essa ideia assinalando que a desigualdade social tem um efeito positivo sobre a criminalidade, porém, a pobreza, per si, não explicaria os indivíduos estarem no crime, acrescentando a insatisfação no padrão de consumo e renda entre classes sociais.

Como, então, um local com altas taxas de criminalidade afetaria o seu entorno? Segundo Farias, Figueiredo e Lima (2008) isso acontece porque há um efeito de transbordamento do crime, em que municípios mais violentos tendem a espalhar para seus vizinhos esse fenômeno. Waiselfisz (2014) e Adorno (2002) acrescentaram que os locais com maior densidade populacional no Brasil têm maior presença desse fenômeno. Dessa forma, as alternativas de segurança pública, conforme salienta Macaulay (2005), necessitam de uma ação conjunta entre a sociedade civil e o Estado.

Levy (2015) constatou que as cidades da América Latina e Caribe com maiores taxas de criminalidade são afetadas nas decisões de investimento das empresas, pois tal fato gera depreciação do capital humano, físico e social, especialmente na parcela mais pobre da população. Soares (2015) acrescenta que além de não atrair investimentos, haveria também a sua “fuga”. Desse modo, mesmo que a pobreza, isoladamente, não ocasione criminalidade, os elementos que a circundam, em menor ou maior proporção, podem “afastar” as chances de “abastecer” as capacidades de crescimento econômico de um local. Além disso, a debilidade na política de segurança pública amplificaria a redução de investimentos, da capacidade produtiva e dos postos de trabalho. Tais fatos transbordariam em maior ou menor dimensão no espaço em função de medidas de políticas inibidoras de combate à sua expansão.

Assim sendo, a forma urbana e os fatores socioeconômicos, num movimento vis-à-vis, determinam os fatores associados à segregação e, por conseguinte, à criminalidade. Esses elementos constituem fatores importantes, expostos neste trabalho, para se compreender as correlações entre criminalidade, aqui tratada sob a ótica de número de homicídios, e tamanho das cidades e como isso afeta o crescimento econômico local. Parte-se da hipótese de que há uma relação positiva entre urbanização e criminalidade, portanto, quanto mais urbanizado o município maior tenderia ser a taxa de criminalidade.

Neste trabalho, o contexto analisado da criminalidade é o Estado da Bahia e os fatores relacionados ao tamanho das cidades para os 417 municípios baianos. Como ponto de partida da análise apresenta-se o mapa de dispersão da criminalidade para os municípios baianos a partir do número de homicídios. Para analisar a influência do espaço na criminalidade são aplicados dois procedimentos: 1) estima-se, por mínimos quadrados ordinários (MQO), uma equação composta por 18 variáveis socioeconômicas, delimitadas em quatro dimensões (urbanização e infraestrutura, econômica, social e educação) e 2) realiza-se uma regressão espacial (spatial lag) a fim de incorporar o efeito do espaço na análise do fenômeno estudado.

Os dados analisados referem-se aos anos de 2010 para criminalidade (variável dependente) e 2000 para as variáveis independentes incluídas neste trabalho. Esses procedimentos visam verificar a dispersão da criminalidade no território baiano, identificando os locais com maior presença e quais dos fatores incorporados no modelo podem explicar esse fenômeno.

2 BREVE REVISÃO DE LITERATURA

As discussões apresentadas neste tópico representam a base de escolha das variáveis utilizadas neste trabalho, de maneira a consubstanciar o modelo de análise adotado. Na literatura são apontadas várias questões para a prática de crimes. Assim, para além de elementos social ou econômico, considera-se o espaço como fundamental na construção das discussões deste trabalho.

Em 1968, quando Gary Becker publicou seu artigo *Crime and punishment: an economic approach*, as análises a respeito da criminalidade passaram a ser consideradas sob uma nova perspectiva. Uma das grandes contribuições desse autor foi incorporar na investigação sobre a criminalidade a análise do custo de oportunidade e a racionalidade do agente criminoso quanto à escolha do ambiente no qual cometeria um crime. Nesse contexto, a ideia tratada por Becker (1968) é que o indivíduo infrator busca maximizar sua utilidade para decidir cometer ou não um ato ilícito, a partir de crimes contra a pessoa e a propriedade, serviços ilegais e demais crimes. Ao considerar a racionalidade do agente criminoso na mensuração dos custos e benefícios, Becker (1968) cria um modelo que infere que a atividade criminosa dependerá do custo de se cometê-la.

David Weisburd tem apresentado uma vasta literatura sobre a criminalidade na busca de identificar fatores mais concretos para explicar como esse fenômeno ocorre e se dispersa no espaço. Em Weisburd (2012), o autor apresenta as teorias da desorganização social na análise empírica e na discussão teórica para compreender tal fato, pois esse tipo de análise, ao considerar o tamanho do espaço, permite contextualizar os elementos que tornam o crime possível. Dessa forma, reforça a importância de se considerar as características sociais dos lugares na prevenção desse fenômeno, pois assim seria possível captar a desorganização presente em determinado espaço.

Em Coelho (1978), busca-se explicar os fenômenos fomentadores da atividade criminosa na cidade do Rio de Janeiro a partir da ecologia urbana, baseando-se na compreensão da estrutura espacial interna das cidades. Esse autor se fundamentou em estudos para a realidade dos Estados Unidos e da Argentina, os quais apontavam que nas áreas centrais das cidades americanas e em Córdoba concentrava-se a maior parcela de criminosos, de delinquentes e onde ocorria a maior incidência de crimes de todos os tipos. Através de análise descritiva o autor observou para o Rio de Janeiro que nas áreas urbanas mais deterioradas aglutinavam a população mais pobre da cidade e as residências dos delinquentes, sendo tal fenômeno semelhante aos casos anteriormente estudados, pois nas

zonas periféricas habitava majoritariamente a população presidiária, levando-o a inferir associação entre marginalidade e criminalidade e a existência de segregação residencial do uso do solo urbano.

Em Sampson (1986), o estudo sobre os determinantes estruturais do crime relacionados a roubos e a homicídios em 171 cidades norte-americanas com uma população superior a 100 mil habitantes foi feito utilizando taxas de criminalidade desagregadas por idade, raça e sexo do agente criminoso. Os resultados apontaram que nas cidades onde são maiores a desigualdade de renda, pobreza e baixo status ocupacional, mais elevadas são as taxas de assaltos e homicídios, comparativamente às cidades que não apresentam tais características. Neste sentido, Gaviria e Pagés (2002) observaram que os crimes urbanos que atingem a América Latina são um reflexo da incapacidade de muitas cidades em atender às crescentes demandas por segurança pública, decorrentes de um processo de urbanização apressado e desordenado.

Esses elementos ocasionam uma clara divisão quanto à espacialização de crimes contra a pessoa e contra o patrimônio, conforme inferiu Francisco Filho (2004) para a cidade de Campinas, no Estado de São Paulo, aplicando métodos de análise espacial. Nesse contexto, o autor verificou que os bairros periféricos costumam ter maior número de pessoas menos instruídas, com menor poder aquisitivo e maior número de crimes contra a pessoa. Por outro lado, os crimes contra o patrimônio acontecem em áreas nobres da cidade, onde há concentração de pessoas com maior poder aquisitivo. Porém, salienta que há uma linha tênue entre os dois tipos de crimes, havendo mais elementos que os fazem ser semelhantes.

Neste sentido, Oliveira (2008) evidencia, para a realidade do Rio Grande do Sul, que as experiências passadas do indivíduo, além do ambiente e da vizinhança, funcionam como determinantes no número de homicídios. No entanto, acrescenta que o espaço interfere de modo diferente em relação a crimes como roubos e furtos e que a ineficiência do Estado e problemas familiares funcionam como catalisadores deste processo. Esses fatores estão presentes também em Oliveira e Marques Junior

(2009) em estudo para a região denominada de Corede Produção¹.

Dessa forma, a literatura sobre os fenômenos relacionados ao crime ressalta a importância de analisá-los sob a ótica do espaço, pois os elementos motivadores podem ser distintos e dependem da sua dimensão (ruas, comunidades, vilarejos, cidades etc.). Isso revela que os instrumentos a serem aplicados para sua coibição devem considerar tais diferenças.

Nesse sentido, Weisburd, Groff e Yang (2012) se debruçaram para compreender a razão de determinadas pessoas cometerem crimes e a escolha do lugar para praticarem tal ação. No estudo feito para Seattle, Washington, Estados Unidos, para um período de 16 anos observaram que dos 50% dos crimes naquela cidade apenas 5 a 6% ocorriam na rua e estavam dispersos pela cidade, porém, eram praticados de maneira distinta em uma rua ou outra. Ao detectarem isso, os autores ressaltaram a importância da análise do espaço como elemento importante para compreender o fenômeno e para auxiliar no combate ao crime.

A isto Beato Filho (2012) acrescenta que à medida que as cidades crescem a garantia de segurança das pessoas no ambiente urbano torna-se mais distante da ideia de espaço de proteção e liberdade. O autor enfatiza, sob a perspectiva da “Lei do Poder”², que os homicídios e assaltos nos espaços urbanos do Brasil ocorrem em áreas geográficas específicas, sendo envolvidos por características comuns regionais e não ocorrem de modo aleatório no espaço, pois há uma repetição continuada de locais, horários e dias da semana. Salienta, também, que crimes contra o patrimônio relacionam-se fortemente com aspectos socioeconômicos e infraestruturais dos locais. Assim, é comum que os bairros periféricos tenham ocorrências distintas dos bairros nobres das cidades. Conforme traba-

1 O Corede Produção é formado por Conselhos Regionais de Desenvolvimento do estado do Rio Grande do Sul, que foram criados pela Lei n. 10.283, de 17 de outubro de 1994 e regulamentados pelo Decreto n. 35.764, de dezembro de 1994, com vistas a promover o desenvolvimento regional harmônico e sustentável; integrar recursos e ações do governo na região; melhorar a qualidade de vida da população; garantir a distribuição equitativa da riqueza produzida; estimular a permanência do homem em sua região; preservar e recuperar o meio ambiente.

2 Fenômeno estatístico no qual eventos se repetem envolvendo poucas pessoas e poucos lugares.

lho de Cruz (2013) para a cidade de Recife, o maior número de mortes violentas (assassinato, mais especificamente), ocorre em locais onde há maior número de domicílios, à noite ou de madrugada, quando há menos transeuntes em logradouros públicos. Esses elementos podem estar associados, dentre outros, a aspectos sociais, econômicos e demográficos, conforme inferiu Cerqueira (2010), exigindo das políticas públicas medidas específicas de combate a cada um destes propulsores.

A junção de elementos distintos pode, também, favorecer a prática criminosa. Sob este aspecto Santos (2012), em estudo realizado para a cidade de São Paulo, evidencia que há relações de longo prazo entre crime, atividade econômica e desempenho da polícia. O autor observou que as taxas de crimes letais são positivamente relacionadas ao desemprego, negativamente relacionadas ao salário real e aos resultados das atividades de polícia (prisões e apreensão de armas de fogo). Os resultados indicaram ainda que o risco de vitimização criminal tem a ver com a riqueza dos indivíduos e, por consequência, com as questões de localização e de espaço. Por essa razão, o tópico 2.1 trata de modo mais detalhado sobre estes elementos.

2.1 A relação entre crime e espaço

Os trabalhos anteriormente mencionados sugerem que as discussões a respeito da criminalidade incluem o espaço como um dos fatores importantes na problematização desse fenômeno. Abstraindo-se essa concepção para a temática abordada neste trabalho, nota-se que a criminalidade pode ser analisada como uma “atividade”, o que implicaria na existência de fatores “atrativos” do local para que a mesma possa se instalar em um ambiente, criando redes e hierarquias, as quais podem ser fortalecidas no espaço urbano. Nesse contexto, nota-se que os trabalhos de Weber (1909), Christaller (1935), Lösch (1944), Isard (1956) e Porter (1990) dão suporte teórico para explicar a importância do espaço na “atração” da criminalidade (ALVES, 2015). Além disso, atribui-se ao espaço a componente competitividade, a qual sintetizaria as diferenças regionais, sendo elemento relevante na tomada de decisão de investimento gerador de crescimento econômico.

Sob esta perspectiva, se uma região polo atrai investimentos e gera um círculo virtuoso de crescimento³ ela pode, ao mesmo tempo, atrair para esse local as atividades criminosas, ocasionando a expulsão de capital e da população, por consequência. Por essa razão, o espaço concebido por divisões regionais⁴ constitui-se em elemento importante na construção de instrumentos de política, pois é na escala local que os problemas demandam ações de planejamento. Por tudo isso, essas ideias nortearam, sobremaneira, as políticas públicas de planejamento e desenvolvimento até meados da década de 1970 (FEITOSA, 2009; BOUDEVILLE, 1973; MARINI; SILVA, 2012).

A partir dessas concepções, na década de 1980 surgiram as teorias do desenvolvimento endógeno, em que o território passa a assumir o “fio condutor do seu próprio desenvolvimento”, o que enseja a distinção dada por Haddad (1999) entre os conceitos de desenvolvimento regional e processo de crescimento econômico, pois uma região pode aumentar produção, emprego e renda em função da presença do Estado estimulando a atração de investimentos e não por um processo autóctone. Assim, o Estado passa a exercer papel relevante nesse processo de consolidação do desenvolvimento regional/local por meio de medidas incentivadoras de atração de capital (GUIMARÃES, 2006). Porém, Bagnasco (2002) destaca o tamanho das cidades e a infraestrutura disponível (empresas comerciais, artesanais, fábricas, serviços bancários e administrativos, infraestrutura viária etc.) como precondições locais para atrair capital produtivo.

No que diz respeito a estas questões viu-se, no Brasil, a política de substituição de importações dos anos 1950, a qual fez com que se concentrasse em São Paulo a maior parte das indústrias àquela época, atraindo mão de obra de regiões mais pobres, como do Nordeste do país. É, certamente, neste contexto, que o Estado da Bahia emerge destacando as perspectivas de território, local e espaço no que diz respeito à integração à cadeia produtiva nacional através do fornecimento de insumos da indústria petrolífera para a produção de bens finais das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Isso permitiu à Bahia crescimento econômico expressivo na década

3 Ver Perroux (1967).

4 Ver Boudeville (1973).

de 1950 em valores que superavam a média nacional (SOUZA, 2005).

Além desses elementos, o processo de urbanização constitui-se em catalisador para instalação de atividades econômicas, seja como fornecedor de mão de obra e/ ou demandante dos produtos gerados. Não obstante a emergência do novo cenário econômico, esse processo não assegura o controle sobre os problemas sociais, conforme aponta Glaeser (2008), especialmente quando uma região se defronta com uma rápida expansão urbana, oriunda de processos migratórios desordenados. Tal fato é oriundo das oportunidades de emprego e de renda que se criam, mas que não são capazes de atender ao contingente que as demandam. Assim, paradoxalmente, são os mesmos níveis de crescimento que ocasionam, a posteriori, estagnação e marginalização nas regiões menos atrativas, criando um círculo vicioso de conflitos econômicos e sociais.

Nesse sentido, o processo de urbanização retrata o aspecto territorial, social, político e econômico pelo qual surgem novas configurações urbanas gerando, ao mesmo tempo, avanços relacionados à urbanização e ao crescimento ao passo em que gera também diferenças sociais que, segundo Azzoni (1986), o novo que traz mais oportunidades e crescimento é também o que exclui parte da população dos ganhos desse capital. Por essa razão, compreender as dimensões sob as quais se assentam o desenvolvimento e os aspectos urbanos e espaciais são determinantes para a proposição de políticas públicas. Assim, os fatores relacionados à urbanização e à infraestrutura ao assegurarem maior qualidade de vida têm, ao mesmo tempo, o poder de atrair investimentos privados, o que resulta em melhor desempenho econômico, e também ampliação das oportunidades no mercado de trabalho, especialmente se houver maior grau de especialização. Por tudo isso, analisar as variáveis de dimensão social e educacional é relevante na compreensão da dinâmica espacial.

Destarte, esta breve revisão sintetiza a importância deste trabalho e das abordagens teóricas acerca do tema, pois as transformações no processo de urbanização geram efeitos distintos sobre uma intrincada rede que delinea a dinâmica da cidade e suas interações no espaço e entre diferentes espaços.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Neste trabalho, escolheu-se o Estado da Bahia por se constituir em 2015, segundo dados do Ipeadata/ Datasus (2015), no estado brasileiro com maior número de morte por homicídio. Para compreender esse fenômeno foram analisados os 417 municípios que compõem o estado.

3.2 Os dados

A criminalidade na Bahia foi tratada a partir de 18 variáveis, distribuídas em quatro dimensões: 1) urbanização e infraestrutura, 2) econômica, 3) social e 4) educação (Quadro 1). A escolha das variáveis e dimensões baseou-se na literatura apresentada nos itens 1 e 2 deste trabalho.

Dimensão 1) urbanização e infraestrutura é composta das características urbana, demográfica e infraestrutura dos municípios. Esta dimensão reflete o espaço na análise da distribuição do número de homicídios no estado. Espera-se que quanto maior a distância do município à capital menor o índice de criminalidade, conforme assinala Hudson (2014). As variáveis demográficas população e densidade demográfica foram introduzidas como indicador de urbanização, pois segundo Hoch (1973) e Myers (1982) áreas com maior contingente e densidade populacional tenderiam a maiores registros de criminalidade. Incluiu-se a variável domicílios com banheiro e água encanada por população a fim de captar uma infraestrutura mínima, o que também revela o processo de urbanização de um local.

Dimensão 2) Econômica: a) PIB de serviços, b) industrial, c) emprego formal e d) renda. Essas variáveis retratam o crescimento econômico, investimento e capacidade do local em gerar emprego e renda. Entende-se que o maior número de emprego formal inibiria a presença da atividade criminosa, gerando assim mais segurança e atratividade a investimentos no local. Ademais, espera-se que quanto mais urbanizado seja um local, maior a participação do PIB industrial e de serviços no total do PIB do município.

Dimensão 3) Social: a) índice de Gini, b) expectativa de vida, c) taxa de envelhecimento e d) população entre 15 e 24 anos (considerada a mais

vulnerável para o crime). As cidades com menores taxas de criminalidade devem também ter menor desigualdade e ser mais atrativas para a população.

Dimensão 4) Educação: a) taxa de analfabetismo total e b) percentual de mães chefes de

família sem fundamental e com filho menor, no total de mães chefes de família. Nesta dimensão inclui-se a educação como fator redutor dos índices de criminalidade e propiciador de acesso ao mercado de trabalho.

Quadro 1 — Definição das variáveis utilizadas neste trabalho

Variável	Unidade de medida	Período	Fonte
VARIÁVEL DEPENDENTE			
Criminalidade			
CRIM (criminalidade)	Nº de homicídios per capita	1991	http://www.ipeadata.gov.br/
CRIM (criminalidade)	Nº de homicídios per capita	2010	http://datasus.saude.gov.br/
DIMENSÕES			
1) Urbanização e Infraestrutura			
DISTC (distância à capital)	Km		http://sim.sei.ba.gov.br/sim/tabelas.wsp
POPURB (população urbana)	Nº de pessoas		
DENSID (densidade demográfica)	Razão entre população e área	2000	http://www.cidades.ibge.gov.br/
INFRA (infraestrutura)	% domicílios com banheiro e água encanada		http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/
2) Econômica			
PIBS (PIB serviço)	Razão entre % PIB serviços e PIB total município		http://www.ibge.gov.br/home/
PIBI (PIB indústria)	Razão entre % PIB industrial e PIB total município		
EMP (emprego per capita)	Número de pessoal ocupado	2000	http://acesso.mte.gov.br/portal-pdet/home/
RPC (renda per capita)	R\$		http://www.ibge.gov.br/home/
3) Social			
IGINI (índice de Gini)	Índice		
ESPV (esperança de vida)	Anos		
IDHM (IDH município)	Índice		
FEC (taxa de fecundidade)	Taxa		
DEP (Dependência)	Razão entre menores de 15 anos de idade e os de 60 e mais anos de idade por pessoas entre 15 e 59 anos de idade na população residente no município	2000	http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/
TENV (taxa de envelhecimento)	Nº de pessoas de 60 anos ou mais de idade para cada 100 pessoas menores de 15 anos de idade, na população residente		
PVULN (população vulnerável)	% população vulnerável de 15 a 24 anos		
4) Educação			
ANALFA (taxa de analfabetismo)	Taxa		
MANALF (mães analfabetas)	% Mães chefes de família sem fundamental e com filho menor, no total de mães chefes de família	2000	http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

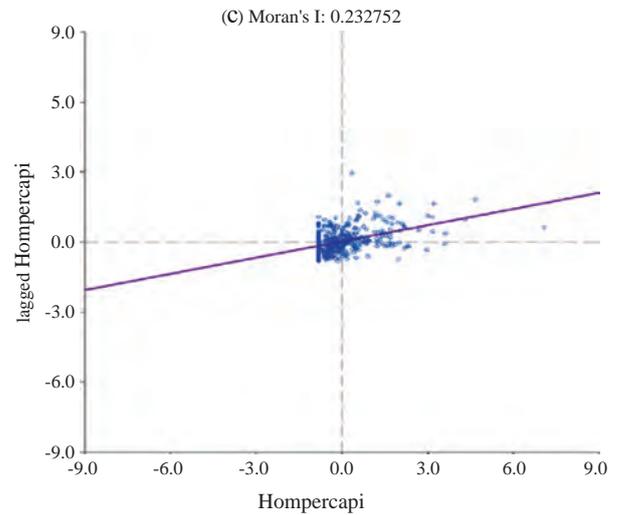
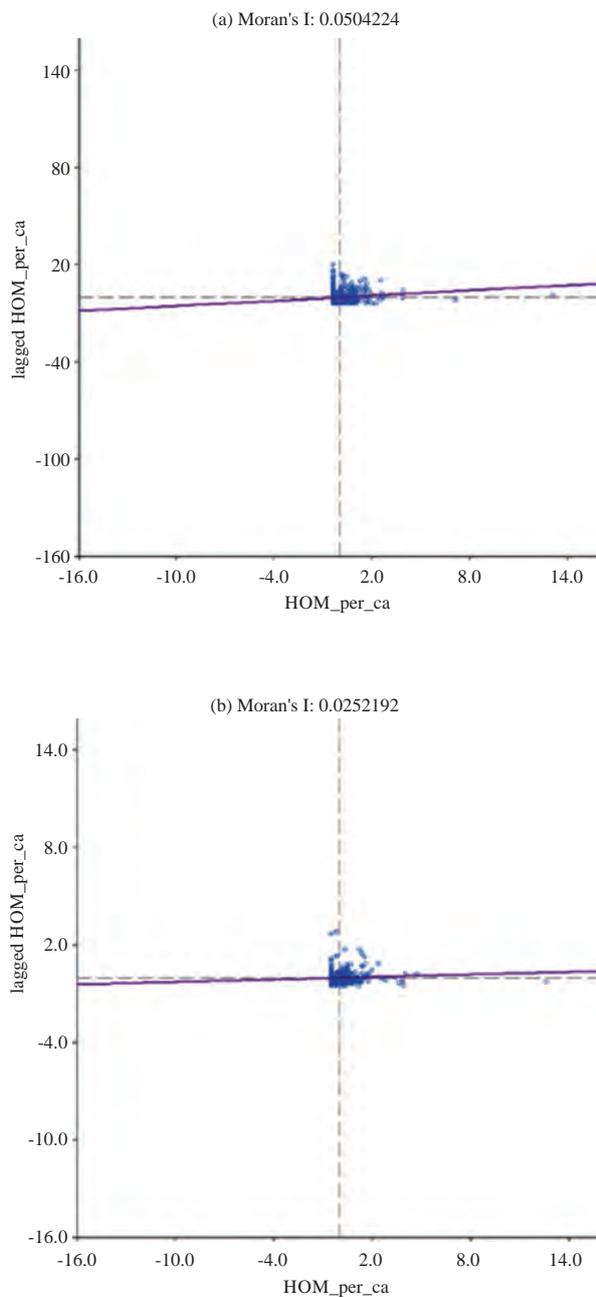
3.3 Tratamento dos dados

As análises dos dados foram feitas em quatro etapas:

- 1) Espacialização dos homicídios total e per capita.
- 2) Cálculo dos Índices de Moran para analisar a dependência espacial.

A Figura 1 retrata mudança no padrão de criminalidade na Bahia entre 1991 e 2010. Há uma associação positiva dos homicídios per capita entre municípios nos anos de 1991 e 2010 e negativa somente no ano 2000. A partir do comportamento da criminalidade exposto na Figura 1, partiu-se para as etapas seguintes do trabalho.

Figura 1 – Diagrama de espalhamento do Índice de Moran para o número de homicídios per capita dos municípios da Bahia, 1991 (a), 2000 (b) e 2010 (c)



- 3) Cálculo do índice de associação local (Lisa) para identificar agrupamentos e padrões significativos de associação espacial da criminalidade.
- 4) A última etapa foi a análise de regressão. Inicialmente, aplicou-se o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) - Eq. 1 e, posteriormente, o modelo de defasagem espacial (SAR), Eq. 2.

A equação estimada no modelo de MQO foi:

$$Y = X\beta + \varepsilon \tag{1}$$

Em que:

Y = taxa de homicídios per capita no ano 2010; e X, as variáveis incluídas na análise: LDISTC = distância à capital; LPOPURB = população urbana; DENSID = densidade demográfica; INFRA= infraestrutura das residências; PIBS = PIB serviços; PIBI = PIB industrial; LRPC = renda per capita; EMP = emprego formal; IGINI = Índice de Gini; LESPV = esperança de vida ao nascer; IDHM = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; FEC = taxa de fecundidade; DEP = razão de dependência; ENV = taxa de envelhecimento; LPVULN = população vulnerável; ANALFA = taxa de analfabetismo; MANALF = percentual de mães chefes de família sem fundamental e com filho menor, no total de mães chefes de família; ε = erro aleatório. As variáveis iniciadas em L indicam que foram logaritmizadas.

Espera-se sinal positivo para as variáveis população urbana, densidade demográfica, PIB de

serviços, PIB industrial, taxa de fecundidade, razão de dependência, população vulnerável, Índice de Gini, taxa de analfabetismo e percentual de mães chefes de família sem fundamental e com filho menor, no total de mães chefes de família. E sinal negativo para as variáveis distância da capital, infraestrutura das residências, renda per capita, emprego formal, esperança de vida, IDHM e taxa de envelhecimento.

Na regressão espacial aplicou-se o modelo de defasagem espacial (SAR) misto, pois, conforme Almeida (2012), esse modelo permite compreender a multidirecionalidade da dependência espacial, e como a criminalidade se dispersa nas regiões vizinhas. Assim, incluiu-se na Eq. 1 o componente (ρW_y) no lado direito do modelo, assim:

$$Y = \rho W_y + X\beta + \varepsilon \quad (2)$$

O modelo SAR misto é especificado para que o valor da variável dependente (Y), observado em uma região, seja determinado pela média dos valores da variável dependente observados na vizinhança (W_y), pelos valores das variáveis explicativas exógenas (X) e, ainda, sejam influenciados aleatoriamente por um termo de erro (ε), conforme Almeida (2012).

A escolha do modelo SAR baseou-se na busca de se identificar a influência da variável dependente, y (criminalidade), sobre as variáveis dependentes que estão nas regiões vizinhas (w_y), neste estudo, municípios. Assim, a variável w_y é endógena em função da multidirecionalidade da dependência espacial, o que ocasiona o processo de causação circular de y . Portanto, embora haja outros modelos de defasagem espacial que pudessem atender a esta etapa, o modelo proposto atende ao que se pretende: analisar a dependência espacial de criminalidade entre os municípios baianos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Analisando a criminalidade sob a ótica do espaço para o território baiano

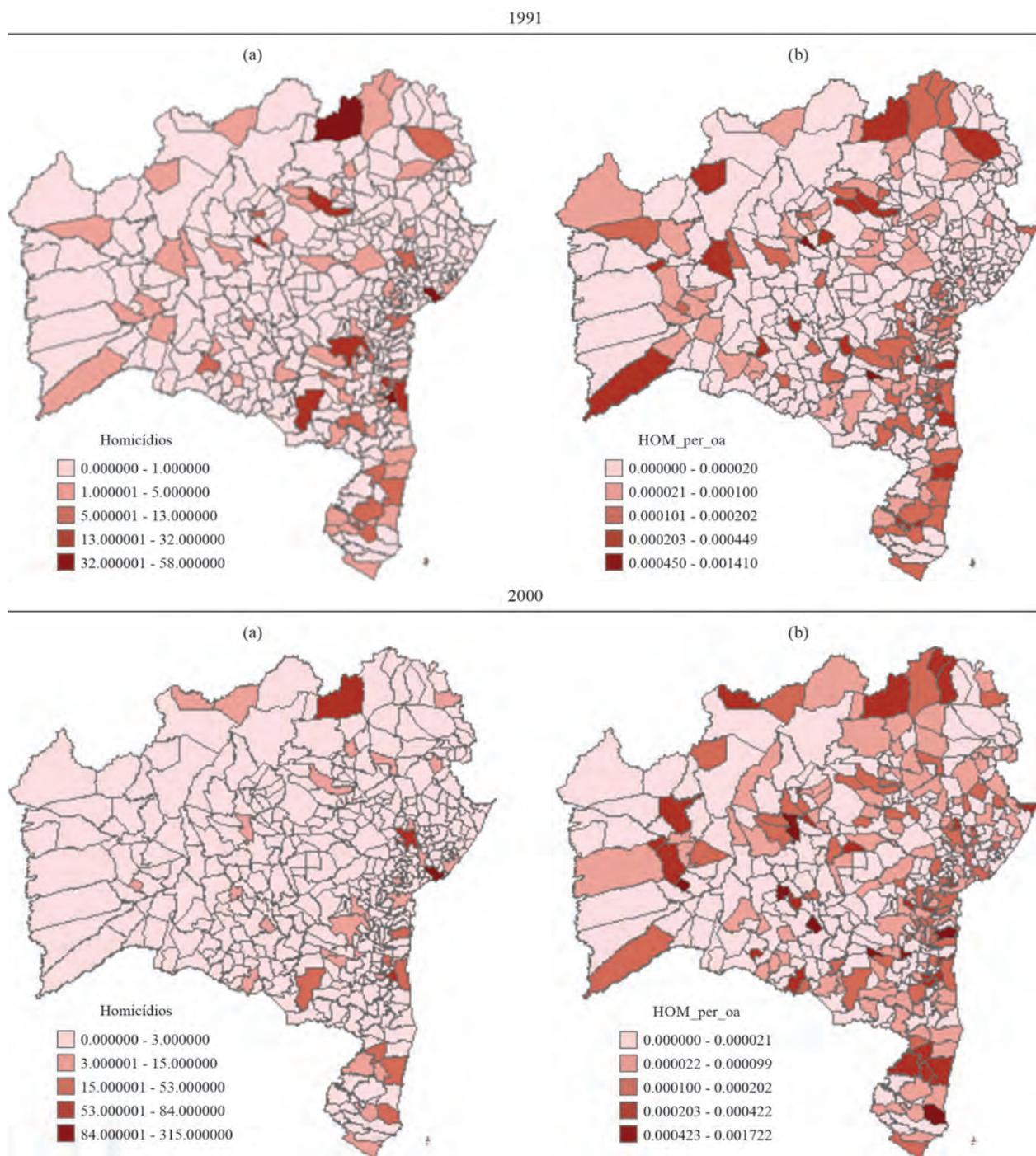
Segundo Waiselfisz (2014), os índices de violência e criminalidade na Bahia encontram-se acima da média nacional e distintos territo-

rialmente no estado. Tal assertiva revela a importância em compreender como esse fenômeno se dispersa no território baiano e se é possível detectar algum tipo de padrão espacial.

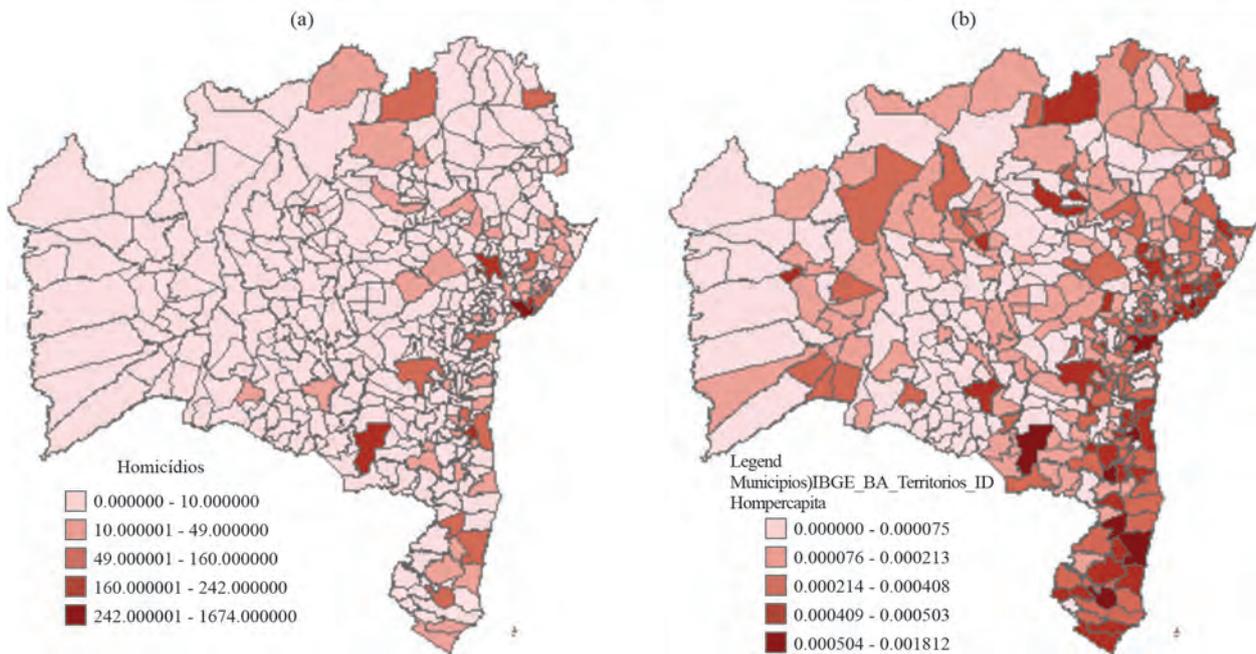
De acordo com a Figura 2 nota-se aumento no número de homicídios (total e per capita) na Bahia no período compreendido entre os anos censitários de 1991-2010. Isso ocorre, principalmente, nas maiores cidades do Estado, como Salvador, capital do estado, Feira de Santana, Itabuna, Vitória da Conquista, Juazeiro, Simões Filho, Lauro de Freitas. Porém, percebe-se espalhamento desse fenômeno para todo o território, passando a atingir municípios com população inferior a 20.000 habitantes, em especial, naqueles localizados na zona costeira da Bahia.

A concentração da criminalidade observada na região costeira, especialmente na capital Salvador e parte sul do estado (Figura 2), pode ser explicada por fatores como densidade demográfica, problemas relacionados à infraestrutura das moradias, taxa de analfabetismo, renda per capita, emprego formal, percentual de mães chefes de família sem fundamental e com filho menor e população vulnerável (15 a 24 anos), por exemplo. Neste sentido, infere-se que esses fatores estão mais presentes em locais mais urbanizados, uma vez que, como apontado na literatura, o crescimento urbano ocasiona a atração de pessoas para estes lugares, no entanto, os mesmos não possuem infraestrutura adequada para atendê-las, o que contribui para a elevação dos problemas sociais. Além disso, a proximidade de cidades como Salvador, Ilhéus e Itabuna, além daquelas que compõem a região metropolitana da capital — centros com altas taxas de criminalidade — aos grandes centros como Rio de Janeiro, Vitória e Recife — lugares com também altas taxas de crimes — pode contribuir para o efeito espraiamento, dado que a conexão entre estas cidades poderia ser feita através de duas importantes rodovias federais: BR 116 e BR 101, bem como via marítima. Acrescentam-se, também, fatores socioeconômicos, como a grave crise econômica pela qual passou a região sul baiana (conhecida como região cacauceira) a partir dos anos 1990, a qual expulsou mão de obra rural, sem qualificação, para zonas urbanas de cidades baianas como Ilhéus, Itabuna, Porto Seguro, Salvador e Vitória no Espírito Santo.

Figura 2 – Distribuição espacial do número de homicídios para os municípios da Bahia, absoluto (a) e per capita (b) para os anos de 1991, 2000 e 2010



2010

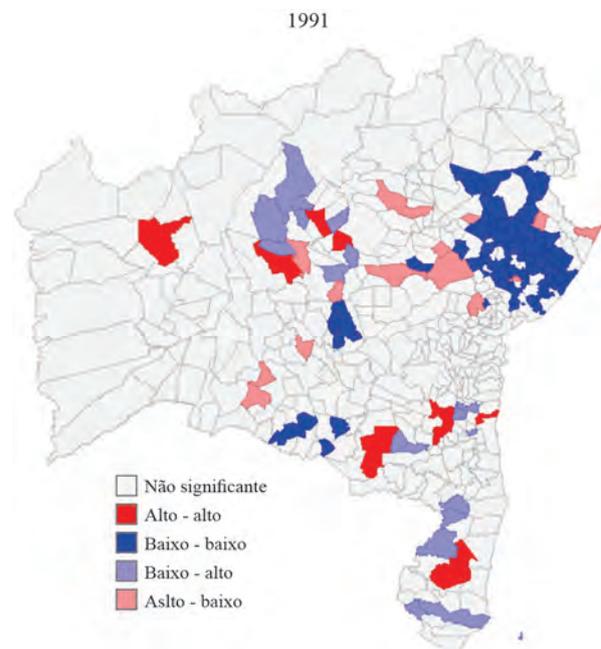


Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Datasus/ Ipeadata (2015).

Pode-se notar, conforme Figura 3, mudança nos clusters da criminalidade na Bahia entre os anos 1991 e 2010. Enquanto em 1991 os maiores registros de criminalidade se concentravam no extremo-sul e em pequenas áreas do semiárido do estado, em 2010 observa-se um maior espalhamento do fenômeno no estado e a presença de dois importantes agrupamentos (clusters) de elevada criminalidade (alto-alto) nos municípios da região metropolitana de Salvador e região sul, embora a Figura 4 indique que a significância seja para poucos municípios, e os menores índices de criminalidade (baixo-baixo) no sudoeste do estado. Poucas são as áreas de transição (alto-baixo e baixo-alto) em relação à criminalidade, as quais permaneceram relativamente semelhantes em relação aos períodos analisados.

Verifica-se, portanto, que alguns municípios baianos demandam políticas públicas mais específicas, a fim de enfrentar a criminalidade – além de medidas colaborativas entre eles –, e reduzir os efeitos negativos da criminalidade e evitar o transbordamento desse fenômeno. Apesar das “fronteiras” entre os municípios, essas são muito tênues e, portanto, as ações devem ser feitas entre municípios.

Figura 3 – Mapa do espalhamento do Índice de Moran local para o número de homicídios per capita, municípios da Bahia, 1991, 2000 e 2010



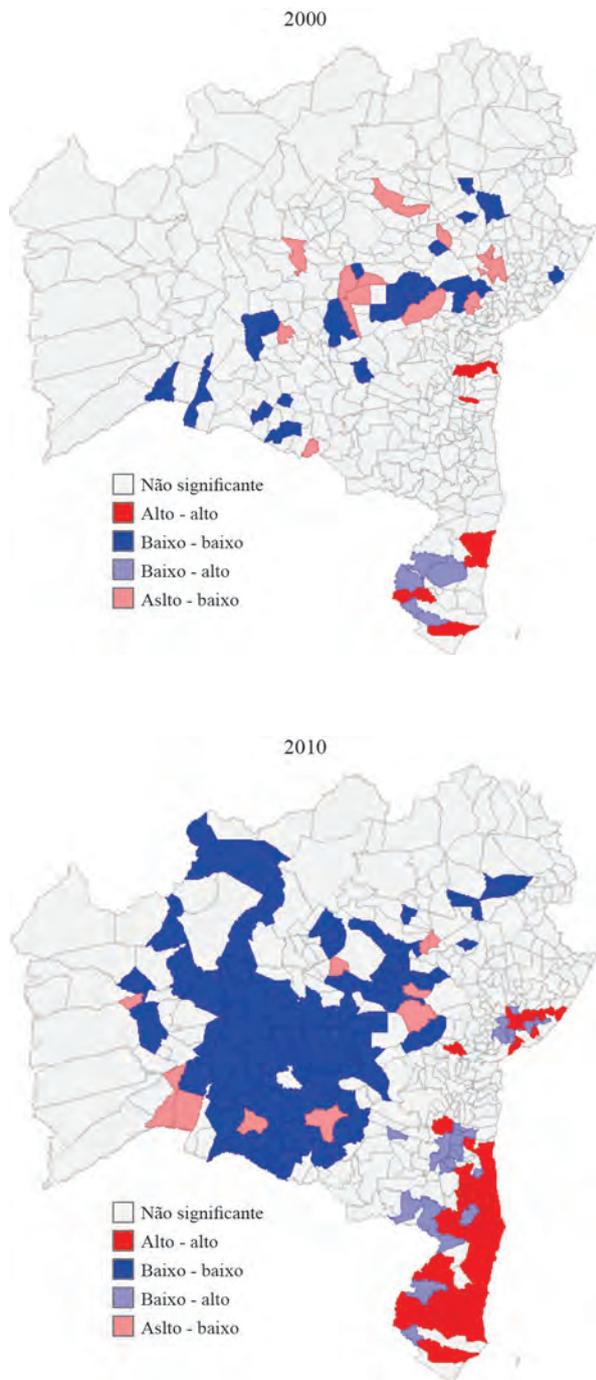
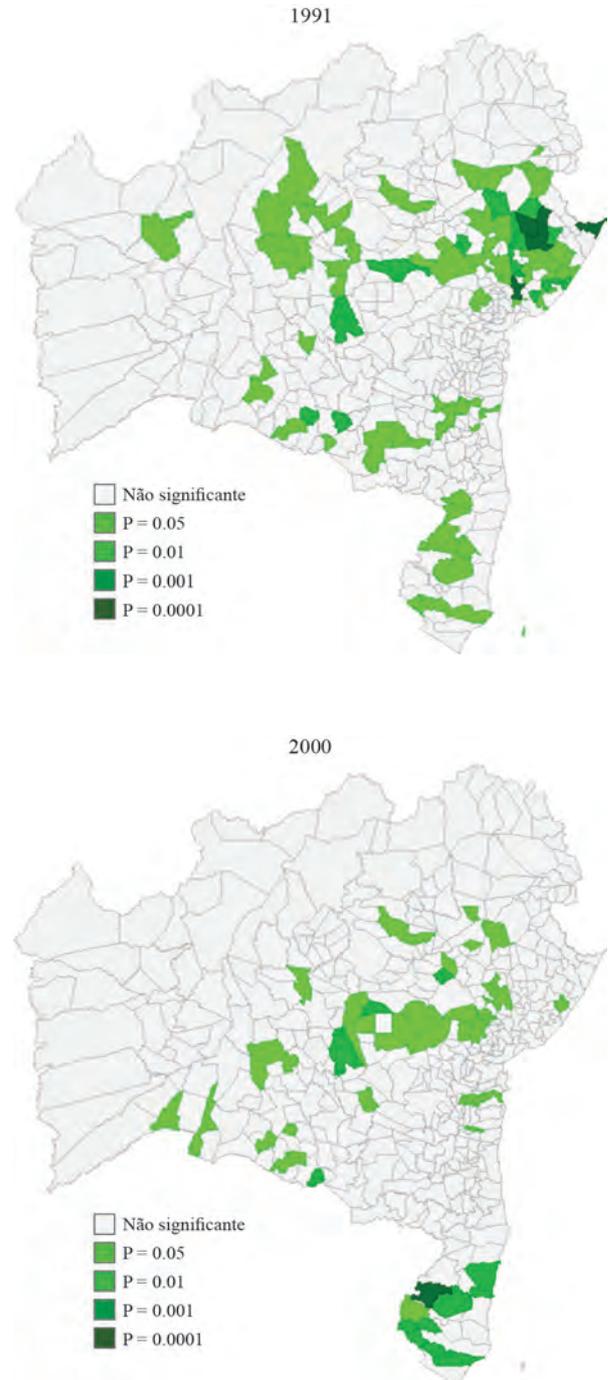
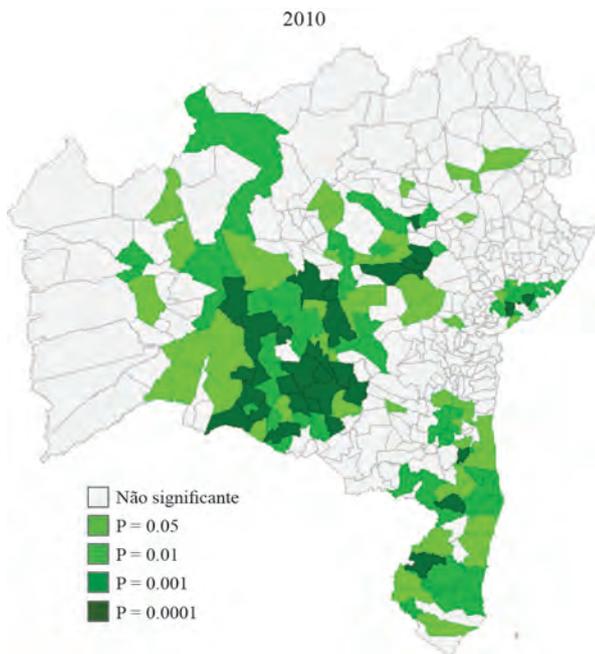


Figura 4 – Mapas de significância da autocorrelação espacial local de Moran para o número de homicídios per capita dos municípios da Bahia, 1991, 2000 e 2010



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Na Figura 4, vê-se o aumento no número de homicídios e poucos municípios sem ocorrência desse fenômeno, em que há “bolsões” dentro do Estado da Bahia concentrados, predominantemente, na parte litorânea do Estado (p-valor = 0,001 e p-valor = 0,0001). Tal constatação revela a geografia do espaço, especialmente porque ao se melhorar o acesso entre as cidades são estabelecidas mais conexões entre elas, resultando em fatores positivos, mas também negativos, como o transbordamento da criminalidade.



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

O fato de os maiores valores dos indicadores de criminalidade serem registrados na zona costeira baiana, sugere um nexos causal entre a atividade criminosa e a proximidade do município a vias de acesso terrestre. Diante disso, buscou-se averiguar como então um conjunto de fatores relacionados à precariedade da infraestrutura, economia e educação pode corroborar para a prática e perpetuação de problemas so-

ciais dessa natureza. Assim, no tópico seguinte, apresentam-se os modelos MQO e SAR para explicar como a criminalidade se relaciona com esses elementos.

4.2 As complexas relações entre criminalidade e fatores socioeconômicos

As estimações feitas pelos métodos MQO e SAR estão expostas no Quadro 2. Nota-se, de maneira geral, que as variáveis incluídas na dimensão socioeconômica possuem alto poder explicativo para a criminalidade na Bahia. A maior parte das variáveis incluídas mostrou-se relevante para explicar a criminalidade no Estado da Bahia. Analisando as quatro dimensões, verifica-se que na dimensão urbanização e infraestrutura, a distância à capital é a única variável significativa, nos dois modelos estimados. Nesse contexto, Santos e Santos Filho (2011) observaram convergência das taxas de crimes intrarregionais, em que localidades menos violentas apresentam também crescimento nas taxas de criminalidade. Assim, o que se observa é uma tendência na diminuição das diferenças entre as regiões no que diz respeito a estas questões. Para a dimensão econômica, a participação relativa do PIB industrial e renda per capita se mostraram significativos nos dois modelos.

Quadro 2 – Resultados do modelo MQO e SAR para a criminalidade na Bahia

Dimensão/Variável		MQO	Spatial LAG
Constante		-0.0106 (-2.9815)	-0.0100 (-309784.0000)
Urbanização e infraestrutura	LDISTC (Distância à capital)	-0.0010*** (-3.3359)	0.0000*** (-310466.0000)
	LPOPURB (População urbana)	0.0001 (0.2732)	-0.0100 (0.0000)
	DENSID (Densidade demográfica)	0.0001 (1.4962)	0.0001 (0.4700)
	INFRA (Infraestrutura das residências)	0.0001 (-0.9635)	-0.3000 (-16789.0000)
Econômica	PIBS (PIB serviços)	0.0003 (1.2749)	0.0001** (195815.0000)
	PIBI (PIB industrial)	0.0007** (2.5843)	0.0001** (215588.0000)
	LRPC (Renda per capita)	-0.0285*** (-2.6242)	-0.0200*** (-268987.0000)
	EMP (Emprego formal per capita)	-0.0006*** (-1.7220)	0.0001 (-15466.0000)

	Dimensão/Variável	MQO	Spatial LAG
Social	IGINI (Índice de Gini)	-0.0002 (-0.5232)	4.6900 (0.1400)
	LESPV (Esperança de vida ao nascer)	-0.0003 (-0.5055)	0.0001 (0.5300)
	IDHM	0.0007 (0.6935)	0.0001 (0.5100)
	FEC (Taxa de fecundidade)	0.0001 (0.4413)	1.2000 (0.2700)
	DEP (Razão de dependência – faixa da população dep. economicamente)	0.0000 (-0.1237)	-0.2000 (-0.4800)
	TENV (Taxa de envelhecimento)	-0.0001** (-2.4150)	-4.4200*** (-310185.0000)
	LPVULN (Pop. vulnerável de 15-24 anos)	0.0100*** (2.8400)	0.0100*** (290384.0000)
Educação	ANALFA (Taxa de analfabetismo)	0.0001** (2.3430)	0.4200 (101265.0000)
	MANALF (% de mães chefes de família sem fundamental e com filho menor, no total de mães chefes de família)	0.0001 (1.4539)	0.7200 (0.7700)
	W-hompc		0.4100*** (452221.0000)
	R ²	0,437	0,2544
	Log likelihood	-	2753
	Número de observações	417	417

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Notas:***nível de significância a 1%, **nível de significância a 5%, *nível de significância a 10%. Os valores entre parênteses correspondem aos valores da estatística T.

A variável taxa de envelhecimento possui relação negativa com a criminalidade, o que indica que locais com maior número de população idosa possuem menores indicadores de criminalidade. Colabora também para menores números de ocorrências criminosas a maior taxa de emprego e renda per capita e maior distância à capital do Estado, Salvador. Por outro lado, à medida que a densidade demográfica aumenta e maior é a população urbana do município, maior é o número de homicídios per capita nos municípios (Quadro 2).

Daí, infere-se que a urbanização tenderia a amplificar e favorecer as atividades criminosas. Na presença de emprego, menor densidade demográfica e maior distância aos grandes centros urbanos, menores são os indicadores de criminalidade (Quadro 2). Desta feita, quanto mais próximos e maior a interação entre os municípios, maior tende a ser o efeito contágio. Além disso, as evidências mostram que a criminalidade tenderia a aumentar na fase de depressão da economia e reduzir na fase de prosperidade

econômica, quando se criam estruturas que dão suporte ao emprego e renda. Na ausência de possibilidades de renda, o indivíduo tenderia a buscar formas “não legais” de obtê-la, como as atividades criminosas.

Na dimensão social, as variáveis significativas são taxa de envelhecimento e população vulnerável de 15 a 24 anos, revelando que a criminalidade tende a reduzir a expectativa de vida das pessoas e vitimizar principalmente a parcela da população jovem do município. Quanto à dimensão educação, a taxa de analfabetismo apresenta uma relação positiva com a criminalidade. Tal fato sinaliza a importância da educação como instrumento minimizador de ações criminosas.

Vê-se que a criminalidade é um fenômeno complexo e relacionado a inúmeros condicionantes. Do conjunto de variáveis aqui analisadas nem todas se mostraram significativas nos modelos estimados, o que pode ser resultante do tipo de dado utilizado ou mesmo da sua qualidade para retratar tal fato. No entanto, percebe-se

que as variáveis que se mostraram significativas são aquelas mais referenciadas na literatura sobre o tema (ENGELLEN; LANDER; ESSEN, 2016)⁵.

Os resultados obtidos expressam os distintos efeitos das dimensões analisadas, porém, sinalizam que as medidas de política deveriam priorizar educação, emprego e saúde, pois essas tenderiam a arrefecer o “potencial” à prática de atos criminosos, gerando assim segurança à população e servindo também de atrativo às empresas.

Esses resultados se assemelham aos obtidos por Cerqueira, Lobão e Carvalho (2005), os quais apontam que no Brasil há maior probabilidade de ocorrência de homicídios nos municípios vizinhos àqueles com maior registro de criminalidade, maior desigualdade de renda, maior proporção da população de jovens, maior taxa de urbanização, maior grau de vulnerabilidade socioeconômica, menores indicadores de infraestrutura das residências, maiores taxas de desocupação e maior proporção de analfabetos. Tais fatos foram observados também por Lobo e Fernandez (2003) em estudo para a região metropolitana de Salvador.

Soares (2015) acrescenta que a criminalidade tende a reduzir à medida que aumenta o nível educacional da população, em função do aumento do capital humano local; e Shikida (2008), ao analisar o Estado do Paraná, verificou que à medida que ampliam os indicadores de desenvolvimento social os crimes violentos tendem a diminuir.

O conjunto de variáveis das dimensões social e econômica aponta para a importância da dinamicidade econômica captada pela produção industrial, renda per capita, emprego, taxa de envelhecimento e menor vulnerabilidade como fatores importantes na redução da criminalidade. À medida que aumenta emprego, renda e expectativa de vida, maior é o dinamismo do local, “afugentando” o crime. E na presença de políticas que deem o suporte a isso, gerando um círculo virtuoso de crescimento.

Se, por um lado, os municípios mais urbanizados da Bahia apresentam os maiores indicadores de produção e renda (Salvador, Simões Filho, Camaçari, Vitória da Conquista, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras, por exemplo), esses convivem também com as mais altas taxas de criminalidade do Estado, retratando um processo de desenvolvimento ainda não consolidado e que demanda investimentos, a fim de combater os efeitos negativos de longo prazo da presença desses altos registros de criminalidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se que o aumento da criminalidade na Bahia pode ser explicado por fatores relacionados ao crescimento populacional dos grandes centros urbanos, os quais não têm capacidade de suporte para atender ao aumento exponencial observado nos últimos 20 anos no estado. Assim, nota-se que na zona costeira do estado tem-se a região com o maior número de criminalidade, necessitando de medidas de políticas públicas para seu combate.

Observou-se, ainda, que o crescimento econômico da Bahia não foi acompanhado da oferta de infraestrutura e serviços, surgindo um progressivo empobrecimento de regiões que estão à margem desse processo, especialmente nos municípios mais distantes dos centros mais urbanizados da Bahia. Ao mesmo tempo, nota-se dificuldade de se estabelecer nexos causais entre criminalidade e desenvolvimento, pois enquanto cresce uma região e melhora seus indicadores socioeconômicos, se esses não forem consistentes e aportados por infraestrutura adequada, a tendência é a existência de ciclos de prosperidade seguidos por depressão e maior pobreza.

Verifica-se que o aumento da criminalidade, pobreza e marginalização em torno das grandes cidades baianas é um fenômeno que revela a fragilidade das políticas públicas relativas à educação, saúde e renda. Dessa forma, os problemas a serem enfrentados são muitos, necessitando ampliar a capacidade industrial do estado, maior capilaridade dos investimentos, políticas direcionadas à população jovem entre 15 a 24 anos, aportando recursos na educação e na cria-

⁵ As estimações iniciais foram feitas diversas vezes através da inserção e exclusão de variáveis as mais distintas, todas referenciadas pela literatura pertinente. Ao final, optou-se por manter aquelas que tiveram melhor desempenho estatístico, embora algumas ainda permanecessem sem significância.

ção de empregos, de forma que esses jovens não sejam atraídos para atividades criminosas.

Apesar do elevado número de crimes nas maiores cidades da Bahia essas são as que apresentam maior crescimento econômico, revelando que tal aumento tem “ao seu lado” problemas sociais de dimensões mais abrangentes. Entretanto, a expansão desse fenômeno não se restringe a esse tipo de cidade, pois nota-se expansão desse fenômeno para as pequenas cidades, especialmente quanto mais próximas estão de centros mais urbanizados do estado. Dessa forma, as ações dos governos locais devem ser conjuntas, a fim de obter maior eficiência no seu enfrentamento.

Destarte, a pobreza, isoladamente, não gera criminalidade, mas é resultado de um conjunto de elementos que a reforça e reduz a capacidade de desenvolvimento local, a qual pode ser amplificada, quando sujeita a débeis medidas de segurança pública.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, S. Crime e violência na sociedade brasileira contemporânea. **Jornal de Psicologia-PSI**, p. 7-8, abr./jun. 2002.
- ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.
- ALVES, F. D. Notas teórico-metodológicas entre geografia econômica e desenvolvimento regional. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n.37, v.1, p.5-21, jan./jul. 2015.
- ATLAS BRASIL. Bahia. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_uf/bahia>. Acesso em: 29 abr. 2016.
- AZZONI, C. R. Indústria e reversão da polarização no Brasil, **Technical report**, FIPE-USP, 1986.
- BAGNASCO, A. Desenvolvimento regional, sociedade local e economia difusa. In: URANI, A. et al. (Org.) **Empresários e empregos nos novos territórios produtivos: caso da Terceira Itália**. Rio de Janeiro: DP & A, 2002.
- BEATO FILHO, C. C. **Crime e cidades**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2012. p. 291.
- BECKER, G. Crime and punishment: an economic approach. **Journal of Political Economy**, v. 76, n. 1, p. 169-217, 1968.
- BOUDEVILLE, J. R. **Os espaços econômicos**. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1973.
- CARVALHO, S. R. B. **Estudo exploratório dos custos da (in) segurança na Bahia: correlações socioeconômicas**. Salvador, 2007. Disponível em: <http://tede.unifacs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=121>. Acesso em: 04 ago. 2014.
- CERQUEIRA, D. R. C. **Causas e consequências do crime no Brasil**. 2010. 196 f. Tese (Doutorado em Economia) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Departamento de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, Rio de Janeiro, 2010,
- CERQUEIRA, D; LOBÃO, W; CARVALHO, A. X. **O jogo dos sete mitos e a miséria da segurança pública no Brasil**. Texto para discussão n. 1.144. IPEA, dez. 2005. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1778/1/TD_1144.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2015.
- CHRISTALLER, W. **Die Zentralen Orte in Süddeutschland**. Fischer. Jena (Alemanha). 1935.
- COELHO, E. C. A criminalização da marginalidade e a marginalização da criminalidade. **Revista de Administração Pública**, v. 12, n. 2, p. 139-161, abr/jun 1978. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/7458>>.
- CRUZ, G. T. **Estudo da criminalidade violenta na cidade do Recife: o espaço realmente é relevante?** 2013. 59 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – UFPE-PE, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-graduação em Economia. Recife, 2013.

- DATASUS. Óbitos por causas externas-BAHIA. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defctohtm.exe?sim/cnv/ext10ba.def>>. Acesso em: 15 set 2016.
- ENGELEN, P; LANDER, M. W; ESSEN, M. V. What determines crime rates? An empirical test of integrated economic and sociological theories of criminal behavior. **The Social Science Journal**, v. 53, p. 247-262, 2016.
- FARIAS, C. A; FIGUEIREDO, A. M; LIMA, J. E. Dependência espacial e análise de agrupamento de municípios para diferentes tipos de crime em Minas Gerais. Belo Horizonte: **Reuna**, v. 13, n. 3, p. 67-83, 2008.
- FEITOSA, C. O. **Aglomeracões industriais como fator de desenvolvimento regional: um estudo de caso no Nordeste brasileiro**. Brasil, 2009. Edição eletrônica gratuita. Disponível em: <<http://www.eumed.net/libros/2009a/521>>. Acesso em: 17 mar. 2011>.
- FRANCISCO FILHO, L. L. **Distribuição espacial da violência em Campinas: uma análise por geoprocessamento**. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Geografia)- Programa de pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.. Rio de Janeiro, Mar. 2004.
- GAVIRIA, A.; PAGÉS, C. Patterns of crime victimization in Latin American cities. **Journal of Development Economics**, v. 67, p. 181-203, 2002.
- GLAESER, E. L. **Cities, agglomerations and spatial equilibrium**. New York: Oxford University Press, The Lindahl Lectures. 2008.
- GUIMARÃES, M. F. Desenvolvimento regional, efeito de localização e clusters agroindustriais no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, n. 2, p. 56-62, 2006.
- HADDAD, P. R. A concepção de desenvolvimento regional. In: HADDAD, P. R. et al. (Org.). **A competitividade do agronegócio e o desenvolvimento regional no Brasil: estudos de clusters**. Brasília, DF: CNPq: Embrapa, 1999.
- HOCH, I. Factors in urban crime. **Journal of Urban Economics**, v. 1, p. 184-229, 1973.
- HUDSON, R. Thinking through the relationships between legal and illegal activities and economies: Spaces, flows and pathways. **Journal of Economic Geography**, n.14, v. 4, p. 775-95. 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE CIDADES**. Densidade Demográfica. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/panorama>>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEADATA). **Regional**. Temas. Segurança Pública. Número de homicídios. Disponível em: <<http://ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em 20 maio 2016.
- ISARD, W. Location and Space Economy. **MIT Press**. Cambridge (Estados Unidos). 1956.
- LEVY, S. Prólogo. In: **Los costos del crimen y la violencia en el bienestar en America Latina y el Caribe**. BID. Laura Jaitman Editora, 2015.
- LOBO, L. F; FERNANDEZ, J. C. A criminalidade na região metropolitana de Salvador. XXXI Encontro Nacional de Economia da ANPEC. 2003. **Anais...**, 2003. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2003/artigos/D26.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2016.
- LOCHNER, L. Education, work and crime: a human capital approach. **International Economic Review**, Pennsylvania, v. 45, n. 3, p. 811-45, 2004.
- LÖSCH, A. **Die räumliche ordnung der wirtschaft**. Verlag von Gustav Fischer, 1944.
- MACAULAY, F. Parcerias entre Estado e sociedade civil para promover a segurança do cidadão no Brasil. **SUR — Revista Internacional de Direitos Humanos**, n. 2, 2005.

- MARINI, M. J.; SILVA, C, L. Desenvolvimento regional e arranjos produtivos locais: uma abordagem sob a ótica interdisciplinar. *G&DR*, v. 8, n. 2, p. 107-29, 2012.
- MENDONÇA, M. J. C; LOUREIRO, P. R. A; SACHSIDA, A. Criminalidade e desigualdade social no Brasil. *IPEA*, texto para discussão 967, Rio de Janeiro, jul. 2003.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). Número de pessoal ocupado. Disponível em: <https://sso.aceso.gov.br/login?client_id=servicos.mte.gov.br>. Acesso em: 13 jun. 2016.
- MYERS, S. Crime in urban areas: New evidence and results. *Journal of Urban Economics*, v. 11, p. 148-58, 1982.
- OLIVEIRA, C. A. D. Análise espacial da criminalidade no Rio Grande do Sul. *Revista de Economia*, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 35-60, set./dez. 2008.
- OLIVEIRA, C. A. D.; MARQUES JÚNIOR, L. D. S. Uma análise da criminalidade na região do Corede Produção a partir da teoria econômica do crime (1997-2005). *Revista Análise*, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 65-83, jul./dez. 2009.
- PERROUX, F. **A economia do século XX**. Porto: Herder, 1967.
- PORTER, M. **The competitive advantage of nations**. Nova York (Estados Unidos): Free Press., 1990.
- PUECH, F. **Education, inequality and violent crime in Minas Gerais**. CERDI-CNRS Université d`Auvergne. September 2005.
- RESENDE, J. P. **Crime social, castigo social: o efeito da desigualdade de renda sobre as taxas de criminalidade nos grandes municípios brasileiros**. Belo Horizonte, MG. UFMG/Cedeplar- Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, 2007. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/seges/EPPGG/produção_Academica/Dissertacao_JOAO%20PAULORESENDE.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2012.
- SAMPSON, R. J. Crime in cities: The effects of formal and informal social control. *Crime and Justice*, v. 8, p. 271-311, 1986.
- SANTOS, M. J. Dinâmica temporal da criminalidade: mais evidências sobre o “efeito inércia” nas taxas de crimes letais nos estados brasileiros. *Revista Economia*. UEPG, Paraná, janeiro/abril 2009. Disponível em: <http://anpec.org.br/revista/vol10/vol10n1p169_194.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2012.
- SANTOS, M. J. **Uma abordagem econômica das causas da criminalidade: evidências para a cidade de São Paulo**. 2012. 93 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Esalq/ Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- SANTOS, M. J. D.; SANTOS FILHO, J. I. D. Convergência das taxas de crimes no território Brasileiro. *Economia*, Brasília, v. 12, n. 1, p. 131-47, jan./abr. 2011.
- SHIKIDA, P. F. A. Crimes violentos e desenvolvimento socioeconômico: um estudo para o estado do Paraná. *Direitos Fundamentais & Justiça*, n. 5, out./ dez. 2008. Disponível em: <http://dfj.inf.br/Arquivos/PDF_Livre/5_Doutrina_6.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2016.
- SOARES, R. R. Um marco conceptual para interpretar los costos del crimen en el bienestar. Cap. 2. In: **Los costos Del crimen y La violencia en el bienestar em America Latina y el Caribe**. BID. Laura Jaitman Editora, 2015.
- SOUZA, N. J. Teoria dos polos, regiões inteligentes e sistemas regionais de inovação. *Análise*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 87-112 jan./jul. 2005.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Distância à capital. Disponível em: <<http://sim.sei.ba.gov.br/sim/index.wsp>>. Acesso em: 01 nov. 2016.
- WAISELFISZ, J. J. **Mapa da violência 2014: Homicídios e juventude no Brasil**. Brasília, 2014.

WEISBURD, D. The importance of social characteristics of places in the prevention of crime. **Criminology & Public Policy**, v. 11, p. 317-26, p. 2012.

WEISBURD, D. GROFF, E. R. YANG, S. **The criminology of place: street segments and our understanding of the crime problem**. OUP USA, nov. 2012.

WEBER, A. **Über den Standort des Industrien**. Tübingen. Tradução inglês: Alfred Weber's Theory of the Location of Industries. University of Chicago Press, 1929. Chicago (Estados Unidos), 1909.

ANÁLISE DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS POR GÁS E SETORES ECONÔMICOS PARA O GRUPO DOS SETE E BRIC

Analysis of atmospheric emissions by gas and economic sectors for the Group of Seven and BRIC

Irene Domenes Zapparoli

Economista. Doutora em Educação (PUC/SP). Universidade Estadual de Londrina. zapparoli@uel.br

Almir Bruno Jacinto Tavares

Economista. Mestre em Economia Regional(UEL). Universidade Estadual de Londrina. brunnotavares100@gmail.com

Umberto Antonio Sesso Filho

Engenheiro agrônomo. Doutor em Economia Aplicada (Esalq/USP). Universidade Estadual de Londrina. umasesso@uel.br

Patrícia Pompermayer Sesso

Engenheira agrônoma. Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas (Esalq/USP).

Estágio pós-doutoral em economia na UEL. papomper2004@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo é analisar as variações das emissões atmosféricas, por gás e setores econômicos no Grupo dos Sete (G-7) e nos países signatários do BRIC. A metodologia da matriz insumo-produto aplicada utiliza a base de dados do World Input-Output Database (WIOD), para os efeitos intensidade das emissões e tecnologia, contempla 35 setores econômicos, de 2000 a 2009. Os setores com as maiores emissões no G-7 e BRIC são Madeira e produtos da madeira, para o gás CO₂, Índia com acréscimo de 1.800,25%; CH₄, Alemanha com 5.325,16%; CO, Índia com 1.800,25%. Setor Saúde e assistência social, N₂O, China com 433,58%; e, NMVOC, com 696,02%. Setor Agropecuária, caça, silvicultura e pesca, NO_x, Índia com 1.322,25%; SO_x, China com 7.522,66%. Setor Outros minerais não metálicos, NH₃, Itália com 3.090,02%. Em bloco, o controle de emissões os resultados foram médios para EUA e Canadá e crescimento das emissões no Reino Unido, Alemanha e França. Já nos países do BRIC os piores resultados são a China e na sequência a Índia e os melhores do Brasil, especialmente, por possuir uma matriz energética composta por fontes de recursos naturais renováveis.

Palavras-chave: Matriz ambiental insumo-produto; Estimativa de emissões de GEE; Blocos G-7; BRIC.

Abstract: The aim was to analyze variations in atmospheric emissions, gas and economic sectors in the Group of Seven (G-7) and in the BRIC signatory countries. The methodology of the Insumo-product matrix applied uses the database of the World Input-Output Database (WIOD), for the effects intensity of emissions and technology, includes 35 economic sectors, from 2000 to 2009. The sectors with the highest emissions in the G-7 and BRIC are Wood and products for CO₂ gas, India with an increase of 1,800.25%; CH₄, Germany with 5,325.16%; CO, India with 1,800.25%. Health sector and social assistance, N₂O, China with 433.58%; and, NMVOC, with 696.02%. Sector Agriculture, hunting, forestry and fishing, NO_x, India with 1,322.25%; SO_x China with 7,522.66%. Sector Other non-metallic minerals, NH₃, Italy with 3,090.02%. In block, the emission control results were average for USA and Canada and emissions growth in the UK, Germany and France. In the BRIC countries the worst results are from China and following India and the best in Brazil, especially because it has an energy matrix consisting of sources of renewable natural resources.

Keywords: Input-output environmental matrix; GHG emissions estimation; G-7; BRIC.

1 INTRODUÇÃO

O dilema preponderante no âmbito econômico ambiental é como o processo produtivo tem contribuído para o aumento da poluição atmosférica e alteração climática. Potencialmente, a queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão) e o desmatamento são responsáveis pelo aumento dos gases do efeito estufa (GEE). Dessa forma, uma parte significativa nos níveis de acréscimos dos GEE são causados pelas atividades antrópicas e podem levar a alterações na temperatura média do planeta.

A poluição atmosférica e alteração climática observadas, nesta pesquisa, são compostas por excedentes de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis não metanos (NMVOC) e amônia (NH₃), totalizando oito gases.

Este estudo remete aos setores da estrutura produtiva de cada país, mais precisamente aos que contribuem para alteração de emissões atmosféricas relacionada ao aquecimento global. Então, em termos de blocos de países, qual a contribuição do Grupo dos Sete (G-7) e do BRIC na poluição atmosférica?

O objetivo é efetuar análise das variações das emissões de poluição atmosférica, para os efeitos intensidade e tecnologia, por setores econômicos no Grupo dos Sete (G-7) composto por: Estados Unidos, Alemanha, Canadá, França, Itália, Japão e Reino Unido; e nos países signatários do BRIC: Brasil, Rússia, Índia e China, no período de 2000 a 2009.

A metodologia consiste em decompor as variações das emissões atmosféricas por setor econômico, no período de 2000 a 2009, dispostas no World Input Output Database (WIOD), a partir dos dois efeitos sobre a Matriz Insumo-Produto (MIP) mundial: intensidade das emissões e tecnologia. A decomposição estrutural contempla os efeitos na estrutura produtiva intensidade e tecnologia. A intensidade informa as modificações específicas em cada setor e a tecnologia apresenta as variações na cadeia produtiva como um todo em relação a um determinado setor. Para o caso dos BRICS (inclusive África do Sul) não existem dados no WIOD

acerca desse país para estes anos, assim a abordagem contempla apenas os países BRIC.

Os dados disponibilizados pelo WIOD são as matrizes de insumo-produto dos países e emissões de gases de efeito estufa, os quais estão disponíveis no período 1995-2009. Os gases de efeito estufa se referem ao dióxido de carbono, o metano, o óxido nitroso e compostos de fluorcarbono. Portanto, o presente estudo utilizou dados de todos os gases responsáveis pelo efeito estufa no período mais recente de disponibilidade dos dados.

Este artigo está dividido em quatro seções além desta introdução. Na segunda faz-se a apropriação dos conceitos e problematização sobre economia e o meio ambiente, no contexto do G-7 e do BRIC. A terceira seção se refere aos aspectos metodológicos e descreve os critérios e teorias para obter-se o resultado das respectivas emissões. Já na quarta seção, os resultados contemplam os objetivos, trazendo a decomposição estrutural das emissões. Nas considerações finais, resumem-se os principais entendimentos sobre alterações climáticas no G-7 e BRIC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Setores Produtivos e Riscos de Alteração do Clima

É notório que a poluição atmosférica não reconhece fronteiras regionais, assim fenômenos como o aumento da temperatura são efetivamente globais (POWELL, 2012; SOUZA et al., 2015; ZAPPAROLI et al., 2018). O impacto ambiental é um dos aspectos negativos da globalização que através do crescimento da demanda por bens industriais e de consumo vêm aumentando a escala de uso dos recursos naturais. A globalização trouxe efeitos positivos como a velocidade da informação com a circulação de conhecimentos científicos e intercâmbio cultural, mas também os efeitos negativos, entre eles, a degradação ambiental e especulação financeira. Sobretudo, pode-se admitir que a globalização não é fenômeno recente, a economia global compreende novas tendências que estão, por um lado majorando as pressões ambientais e, por outro, reduzindo a disponibilidade de recursos naturais.

A questão peculiar é que na maioria das vezes os riscos ambientais são provenientes dos impactos pela emissão do dióxido de carbono (CO₂), tipo de emissão mais abundante segundo os relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2013 - Intergovernmental Panel on Climate Change) chegando a 76%, sendo a principal ocorrência o uso de combustíveis fósseis. Já o desmatamento para agricultura e uso do solo perfaz 11% das emissões de CO₂. Também no relatório do IPCC o CH₄ gerado deriva principalmente da agricultura e gestão de resíduos, e o óxido nitroso (N₂O) está relacionado à utilização de fertilizantes. Os processos industriais, a refrigeração e a utilização de diversos produtos de consumo contribuem para as emissões de gases fluorados, que incluem hidrofluorcarbonetos (HFC), perflu-

orocarbonos (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

O aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera é devido principalmente à utilização dos recursos naturais não renováveis nas atividades econômicas. Os relatórios do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013) são a principal referência científica para os estudos sobre mudança do clima desde a década de 1990. Portanto, o IPCC relaciona o Global Warming Potencial (GWP) tomando por base o dióxido de carbono (CO₂), um dos principais causadores do aquecimento global. Para efeito de comparação, os GEE são indexados de acordo GWP que mede a capacidade de um gás de efeito estufa (GEE) de capturar calor na atmosfera em relação a quantidade igual de dióxido de carbono (CO₂), Tabela 1.

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potencial - GWP) United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

Denominação comum	Fórmula química	Meia-vida (anos)	Força Radiativa (Wm ⁻² ppb ⁻¹)	PAG100 anos	20 anos	100 anos	500 anos
Principais gases do efeito estufa							
Dióxido de Carbono	CO ₂	-	1.4x10 ⁻⁵	1	1	1	1
Metano	CH ₄	12	3.7x10 ⁻⁴	21	72	25	7.6
Óxido Nitroso	N ₂ O	114	3.03x10 ⁻³	310	289	298	153
Algumas substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal							
CFC-11	CCl ₃ F	45	0,25	3,800	6,730	4,750	1,620
CFC-12	CCl ₂ F ₂	100	0,32	8,100	11,000	10,900	5,200
Hidrofluorcarboneto							
HFC-23	CHF ₃	270	0,19	11,700	12,000	14,800	12,2
Compostos Perfluorcarbonos							
Hexafluoretodecarbono	SF ₆	3.200	0,52	23,900	16,300	22,800	32,6

Fonte: elaborada pelos autores a partir do IPCC (2013).

Este cenário se agrava com o crescimento do uso de recursos naturais a partir do aumento da população mundial (MORAES, 2009; ARROW, 2009). As economias desenvolvidas, como os EUA, estão entre os países com alto crescimento populacional; quanto às economias em desenvolvimento, a Índia apresenta altas taxas de crescimento com projeções para se tornar o país mais populoso do mundo superando a China nos próximos sete anos (UNITED NATIONS, 2017).

A população mundial deverá chegar a 8,6 bilhões, em 2030, e a concentração do crescimento da população global nos países mais pobres representa um dos desafios adicionais para o cumprimento da Agenda de Desenvolvimento Sustentável para 2030 (UNITED NATIONS, 2017; SCHETTE, 2014). A agenda estabeleceu em 2015 através de reuniões com diversos chefes de Estado, na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), os 17 objetivos comuns globais para o desenvolvimento sustentável e

metas para 2030, que preconizam a eliminação da pobreza e da fome, expansão dos sistemas de saúde e educação, trabalho decente, igualdade de gêneros e redução da desigualdade (UNFCCC, 1998; WORLD BANK, 2012; UNFCCC, 2015).

Uma das saídas para esta crise do uso de recursos naturais foi a formulação do mercado de carbono, pensado décadas atrás, que é um mecanismo de compensação internacional ambiental, em que empresas capitalistas podem comprar permissões de emissões a partir de áreas preservadas, isto não significou efetivamente reduções das emissões nos países ricos (MERCADOS ENERGÉTICOS; 2017).

Todavia, países com industrialização recente vêm exercendo novas pressões sobre recursos naturais, especialmente nas emissões de GEE. O aumento do comércio internacional requer inevitavelmente mais transportes, que é uma das principais fontes de emissão de carbono. Sistema utilizado pela administração que tudo deve ser comprado, produzido e transportado de acordo com o momento exato da efetiva demanda (JACOBS, 2007). A globalização dos mercados mais recentes e seus mecanismos de modernidade trouxeram processos mais avançados de apropriação da natureza através da velocidade de implementação da tecnologia. O advento destes processos já estava descrito no início do século XX através de conceitos como a Sociedade de Risco (BECK, 2011).

É justamente essa transformação de ameaças civilizacionais à natureza que vêm na forma de advertências as questões sociais, econômicas e políticas sistêmicas, representando o real desafio do presente e do futuro, o que justifica o conceito de sociedade de risco. O sociólogo alemão Ulrich Beck, na década de 1940, utilizou o termo “sociedade de risco” para alertar para os impactos ambientais, na qual a sociedade globalizada geraria riscos sociais cada vez maiores com o advento da nova modernidade, assim seguiriam instabilidade nos mercados, problemas ambientais e o terrorismo. A ideia central seria um momento de ruptura relativa a esta contemporaneidade (BECK, 2011).

Todavia, o pensamento econômico trouxe algumas indagações e respostas às questões ambientais, conformando-se em Economia

Ambiental e Economia Ecológica. Por conseguinte, na Economia Ambiental os limites do crescimento podem ser manipulados pelo uso da tecnologia, pois o desenvolvimento tecnológico pode trazer melhoria nos sistemas de produção a fim de mitigar a degradação ambiental. A Economia Ambiental se dividiu em Economia da Poluição e Economia dos Recursos Naturais e utilizou do arcabouço neoclássico para provar seus postulados, para tanto, apoiou-se nas ideias de Arthur Cecil Pigou, Robert Solow (1956) e Joseph Stiglitz (1974), perfazendo o sentido do desenvolvimento sustentável de forma que os recursos naturais são substituíveis e infinitos.

Já para a Economia Ecológica, o estoque de capital natural herdado por determinada geração deve ser deixado pelo menos nos mesmos patamares para a gerações seguintes. Estes teóricos evidenciam a sustentabilidade em fraca e forte. A primeira pressupõe que se pode transferir menos reposição para o meio ambiente desde que deixe para as futuras gerações mais estradas, equipamentos, tecnologia, educação. Já a sustentabilidade forte rejeita a substituição perfeita entre capital natural e transformado, pois alguns serviços dos ecossistemas seriam essenciais à vida no planeta, devendo considerar a relação intertemporal de reposição e não substituição entre os fatores de produção procedentes dos recursos naturais (GEORGESCU-ROEGEN, 1986; MORAES, 2009; PEDROSO et al., 2016).

Assim, o uso dos recursos naturais pode levar a externalidades positivas e negativas. As positivas são revertidas em bem-estar social. Já as emissões antropogênicas de GEE representam uma externalidade negativa, pois os efeitos desses gases não estão incorporados no mercado, assim os instrumentos de política pública deveriam internalizar os custos dos danos. Deriva-se desse pensamento da Economia Ambiental dois tipos de controle: encargos por poluição e os sistemas de permissões negociáveis (STIGLITZ, 1974; SOLOW, 1986; CALLAN; THOMAS, 2016).

O sistema de permissões negociáveis se refere ao mercado de carbono, já os encargos por poluição se relacionam com a cobrança de impostos sobre as externalidades negativas geradas. Sendo assim, a partir do intenso debate global dos anos 1970, os recursos naturais ga-

nharam mais destaque nos estudos da Economia Ambiental. A suposição teórica é que os limites impostos pela disponibilidade dos recursos naturais podem ser suplantados pelo progresso tecnológico que os substitui por capital ou trabalho (STIGLITZ, 1974; SOLOW, 1986; BIGARANI; ZAPPAROLI, 2014).

Nestes termos, muitos avanços teóricos foram elaborados acerca do desenvolvimento sustentável no âmbito da Economia Ambiental, a exemplo, tem-se a Curva Ambiental de Kuznets (CAK) que na década de 1990 foi aprofundada por Panayotou (1993) Bigarani e Zapparoli, (2014). A CAK aborda a existência de uma curva em formato U invertido entre poluição e renda. No caso das emissões, à medida que a renda alcança determinado nível, a taxa de crescimento das emissões se reduz. Por outra ótica, tem-se o modelo da convergência de emissões que compreende que a poluição tende a uma taxa de crescimento equilibrado das emissões no longo prazo que leva a um estado estacionário. Os modelos de convergência advêm desde Solow (1956) que trata do crescimento econômico, no qual a economia tende a uma taxa de crescimento que leva a um estado estacionário, no entanto, mais recentemente, estudos como de List (1999) e Sathindrakumar (2003) apresentaram a questão das emissões e do crescimento econômico dentro dos modelos de convergência.

No estudo da CAK decorre que o crescimento de um país pobre resulta em aumento da poluição, até porque não existirá elevados gastos no controle da poluição, com o aumento da renda as prioridades são mais alocadas para a sustentabilidade, permitindo melhor ajuste. Portanto, a CAK exprime que o crescimento econômico pode ser combinado com as políticas ambientais para se objetivar o desenvolvimento sustentável e é bastante utilizada pelos teóricos da Economia Ambiental (BIGARANI; ZAPPAROLI, 2014).

Nesta perspectiva da Economia Ambiental, danos ambientais são externalidades negativas, no caso da poluição, a mesma gera custos privados e custos sociais. Ademais, essa assimetria faz com que a quantidade efetiva de poluição seja maior que a socialmente ótima, assim, a quantidade de poluição ótima seria a que os benefícios da sociedade são máximos. Para tanto, os custos sociais devem ser internalizados nos

cálculos dos agentes geradores, como a taxação destes. Portanto, os teóricos da Economia Ambiental dividiram suas proposições com base na Economia da Poluição e na Economia dos Recursos Naturais (CHECIN, 2010).

Diante da incerteza acerca do capital natural, a Economia Ecológica se aprofunda nos questionamentos do esgotamento dos recursos não renováveis, na década de 1960, através dos estudos de Nicholas Georgescu-Roegen, Herman Daly e Kenneth Boulding (ZHANG, GUO, HEWINGS, 2014; COSTANZA et al., 2000 GEORGESCU-ROEGEN, 1986). A Economia Ecológica pensa na economia como um sistema aberto que regularmente troca matéria e energia com seu meio ambiente, uma vez que o crescimento econômico tem um custo que pode se tornar mais alto que o benefício da exploração. Neste ponto de vista, a Economia Ecológica classifica o crescimento de econômico ou antieconômico dependendo da forma de utilização dos recursos naturais (CHECIN; VEIGA, 2010, COSTANZA et al., 2000, GEORGESCU-ROEGEN, 1986).

O debate da Economia Ecológica é associada à sociedade do consumo que tomou conta do século XX e aspirações foram infladas diante do processo econômico, mas este crescimento é limitado pela finitude de matérias-primas e energia, dada a capacidade restrita de processar resíduos (BAUMAN, 2008). A pesquisa energética busca aumentar a eficiência energética e desenvolver alternativas não fósseis de energia que na verdade são fundamentais (SACHS; 2007). Por outro lado, mesmo considerando o incremento tecnológico, a humanidade deve se preparar para a estabilização das atividades econômicas no que se refere a padrões de consumo crescentes; este pensamento foi pontuado por Nicholas Georgescu-Roegen na década de 1970. Ele ressaltou que o desenvolvimento humano dependerá da retração econômica, ou decréscimo do produto, e não do seu crescimento (CHECIN, 2010; GEORGESCU-ROEGEN, 1986).

Para a Economia Ecológica, o arcabouço teórico da Economia Ambiental viola as leis da termodinâmica, em especial, a Segunda Lei da Termodinâmica, pois a quantidade de matéria e energia incorporada aos bens finais é menor que a contida nos recursos utilizados no proces-

so de produção. Portanto, parte da energia e do material de baixa entropia são transformados e se tornam resíduos. Dessa forma, aduz que não existe eficiência produtiva total. Logicamente, que a quantidade de baixa entropia desperdiçada depende da tecnologia empregada no processo. À medida que se emprega mais tecnologia para desperdiçar menos, acrescenta-se mais custos e dificuldades a cada avanço tecnológico. Então, há um limite termodinâmico da eficiência, pois sempre se perde energia ou matéria mesmo que se empregue a melhor tecnologia (CHECIN; VEIGA, 2010; MAY et al., 2018; COSTANZA et al., 2000; GEORGESCU-ROEGER, 1986).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Fontes e Base de Dados

A pesquisa contempla 41 regiões (40 países e o restante do mundo) cada um com 35 setores. Os efeitos mensurados se referem a valores de emissões. O efeito intensidade se refere à variação da relação de emissões por milhão de dólares de 2009, sendo a capacidade de reduzir emissões no próprio setor, caso o valor obtido seja negativo. O efeito tecnológico é a variação da emissão na cadeia produtiva por efeito indireto.

Conforme a base de dados, os gases estão divulgados em grandezas diferentes, por exemplo, para o CO₂ está em gigagrama (Gg) ou quilo-toneladas, segundo o Sistema Internacional de unidades (SI), cada gigagrama equivale a mil toneladas, já os demais gases estão em toneladas como CH₄, N₂O, NO_x, SO_x, CO, NMVOC e NH₃. Outrossim, a fonte de dados utilizada foi lançada em maio de 2012 pelo WIOD, ou seja, a mais atualizada para o site até a presente data da edição desta pesquisa.

As emissões de GEE na atmosfera decorre efeitos diversos para além das fronteiras nacionais e efeitos danosos em relação ao equilíbrio ambiental e sustentabilidade dos ecossistemas como aquecimento global, depleção da camada de ozônio e chuva ácida, a exemplo o SO_x e o NO_x são um dos principais responsáveis pela chuva ácida que destroem plantações, alteram o PH de rios e lagos e provoca efeitos na saúde humana.

Quadro 1 – Setores produtivos para a matriz insumo-produto, World Input-Output Database, 2014

Setores da economia	
1	Agropecuária
2	Extrativismo mineral
3	Alimentos, bebidas e fumo
4	Têxteis
5	Vestuário
6	Madeira e produtos da madeira
7	Papel, celulose e gráfica
8	Refino de petróleo e combustível nuclear
9	Indústria química
10	Borracha e plástico
11	Outros minerais não metálicos
12	Metalurgia
13	Máquinas e equipamentos
14	Eletrônicos e equipamentos ópticos
15	Equipamentos de transporte
16	Manufatura e reciclagem
17	Eletricidade, gás e água
18	Construção
19	Venda e manutenção de veículos automotores
20	Atacado
21	Varejo
22	Hotéis e restaurantes
23	Transporte terrestre
24	Transporte aquático
25	Transporte aéreo
26	Outras atividades de suporte ao transporte
27	Comunicações
28	Intermediação financeira
29	Aluguéis
30	Serviços prestados às empresas
31	Administração pública
32	Educação
33	Saúde
34	Outros serviços
35	Residências particulares com empregados

Fonte: World Input-Output Database (WIOD, 2014).

3.2 Matriz de Insumo-Produto

Leontief (1986) afirma que a forma mais simples de descrever a matriz insumo-produto nacional, é pelo que se demonstra nos fluxos de bens e serviços entre os diversos setores da economia de um país, em relação a determinado período e em termos monetários. Portanto, a matriz indica todas as inter-relações de compra e venda de uma determinada economia. É importante destacar que, de forma específica, o método de insumo-produto é uma adaptação da teoria neoclássica de equilíbrio geral para o estudo empírico da interdependência quantitativa entre as atividades econômicas inter-relacionadas (LEONTIEF, 1988, p. 73).

Chiang e Wainwright (2006), apresentam a versão estática, em que está pautado este trabalho, portanto, o modelo de Leontief apresenta a questão relacionada em que nível de produto cada uma das n indústrias de uma economia deve produzir, de modo que seja exatamente suficiente para satisfazer a demanda total por aquele produto.

Quadro 2 – Relações de Insumo-Produto em um sistema nacional (economia com três setores)

Origem da Produção (Venda)	Destino da Produção (Compra)	Demandas Intermediárias (ou Intersetoriais)			Demanda Final (C + I + G + X)	Valor Bruto de Produção
		Agricultura (Setor 1)	Indústria (Setor 2)	Serviços (Setor 3)		
Agricultura (Setor 1)		z_{11}	z_{12}	z_{13}	y_1	x_1
Indústria (Setor 2)		z_{21}	z_{22}	z_{23}	y_2	x_2
Serviços (Setor 3)		z_{31}	z_{32}	z_{33}	y_3	x_3
Importações (M)		m_1	m_2	m_3		
Imposto Indireto Líquido (IIL)		ii_{11}	ii_{12}	ii_{13}		
Valor Adicionado (salários+juros+aluguéis+lucros)		va_1	va_2	va_3		
Valor Bruto de Produção		x_1	x_2	x_3		
GEE/Gases de Efeito Estufa		gee_1	gee_2	gee_3		
Energia Renovável		er_1	er_2	er_3		
Energia Não Renovável		enr_1	enr_2	enr_3		

Fonte: adaptado pelos autores de Lopes e Vasconcellos (2008, p. 54).

A relação $X = (I - A) - 1Y$ resume a capacidade explicativa da análise de insumo-produto no tocante ao comportamento das economias nacionais. Contudo, verifica-se como um impacto na demanda final (Y) afeta o valor da produção (X) e este, por sua vez, afeta outras variáveis como emprego, salário, importação, impostos etc., assim, é possível observar a importância deste método para os países. É importante ressaltar a análise inter-regional de insumo-produto, conforme Quadro 1.

Os fluxos intersetoriais são determinados por fatores tecnológicos e econômicos em uma economia, segundo Leontief (1951, apud GUILHOTO, 2001), pode ser também representado matricialmente da seguinte forma:

$$x = Ax + y \quad (1)$$

Em que:

x = vetor ($n \times 1$) com o valor bruto da produção;

y = vetor ($n \times 1$) com a demanda final setorial e;

A = matriz ($n \times n$) com os coeficientes técnicos de produção, na qual o elemento representa a participação do produto do setor i sobre a produção do setor j .

Tomando as relações de compra e venda de insumo entre os setores presentes na economia, constrói-se a matriz de consumo intermediário, por meio da qual se obtém a matriz A . Sendo Z a matriz de consumo intermediário, o elemento z_{ij} sinaliza o valor demandado pelo setor j do setor i . Desse modo, fazendo z_{ij}/x_j obtém-se o elemento a_{ij} da matriz A .

Isolando x obtém-se:

$$x = By \quad (2)$$

$$B = (I - A)_{-1} \quad (3)$$

A matriz B recebe o nome de inversa de Leontief. De acordo com Guilhoto (2001), a partir do modelo básico, são possíveis trabalhos que abordem as extensões como endogeneização do consumo das famílias para estudos relacionados à distribuição de renda e análises estruturais e de impacto.

3.2.1 Geradores

Miller e Blair (2009) identificam que por meio dos coeficientes diretos e da matriz de Le-

ontief pode-se estimar para cada setor da economia, o quanto é gerado direta e indiretamente, no que diz respeito ao emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado e demais variáveis para cada unidade monetária produzida para a demanda final, ou seja:

$$GV_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} v_i \quad (4)$$

Em que:

GV_j é o impacto total, direto e indireto, sobre a variável em questão;

b_{ij} é o ij -ésimo elemento da matriz inversa de Leontief e

v_i é o coeficiente direto da variável em questão.

3.2.2 Multiplicadores

A divisão dos geradores pelo coeficiente direto correspondente concebe os multiplicadores, que apontam o quanto é gerado, direta e indiretamente, em termos de emprego, importações, impostos ou qualquer outra variável para cada unidade diretamente gerada desses itens. Neste sentido, pode o multiplicador de emprego indicar a quantidade de empregos criados, direta e indiretamente, para cada emprego direto criado (MILLER; BLAIR, 2009). Portanto, o multiplicador do i -ésimo setor seria dado por:

$$MV_i = \frac{GV_i}{v_i} \quad (5)$$

onde MV_i representaria o multiplicador da variável em questão e as outras variáveis são definidas conforme feito anteriormente.

Por sua vez, o multiplicador de produção que indica o quanto se produz para cada unidade monetária gasta no consumo final é definido como:

$$MP_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (6)$$

onde MP_j é o multiplicador de produção do j -ésimo setor e as outras variáveis são definidas segundo o exposto anteriormente.

Souza et al. (2015), indica que quando o efeito de multiplicação se restringe somente à

demanda de insumos intermediários, estes são chamados de multiplicadores do tipo I. Porém, quando a demanda das famílias é endogenizada no sistema, levando-se em consideração o efeito induzido, estes multiplicadores recebem a denominação de multiplicadores do tipo II. Assim, para fins desta pesquisa, os multiplicadores estão restritos ao tipo I.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A decomposição estrutural contempla os efeitos percentuais sobre a estrutura produtiva intensidade e tecnologia. A intensidade informa as modificações específicas em cada segmento econômico e a tecnologia apresenta as variações percentuais na cadeia produtiva como um todo em relação a um determinado setor.

4.1 Análise das Variações das Emissões por Setores Econômicos e Gases nos Blocos G-7 e BRIC

Os dados estão agrupados por setores econômicos, em relação aos países que compõe o G-7 e o BRIC para os oito gases analisados. Para melhor adensamento da análise, foi primeiro averiguado o efeito intensidade, relacionando o crescimento ou diminuição das emissões por milhões de dólares. Na Tabela 2 elenca-se somente os setores econômicos e países que obtiveram as maiores e menores variações percentuais em cada país, objeto da pesquisa. E os dados são apresentados de forma que todo o valor positivo terá contribuído para elevação das emissões atmosféricas em cada setor econômico. De tal modo, todos os valores negativos mostram reduções nas emissões de gases atmosféricos.

Sendo assim, analisam-se oito gases. O primeiro deles o CO₂, essencial à vida no planeta devido à fotossíntese. No entanto, o CO₂ em grandes quantidades é o principal causador do efeito estufa. As principais causas das emissões de CO₂ estão no desmatamento e na queima de combustíveis fósseis. O aumento das emissões desse gás de forma antrópica, está ligado às atividades desenvolvidas no processo produtivo da economia, na qual o crescimento econômico gera impactos na demanda de energia e aumenta a produção de resíduos e poluentes.

Tabela 2 – Efeito Intensidade e Tecnologia por setores e por gases nos países do G-7 e BRIC, 2000 – 2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Dióxido de Carbono (CO ₂)				
Índia	Madeira e produtos da madeira 1.800,25%	Correios e Telecomunicações 125,26%	Correios e Telecomunicações -155,20%	Madeira e produtos da madeira -118,71%
China	Saúde e Assistência Social 754,90%	Outras atividades de suporte ao Transporte 139,16%	Comércio no Atacado -138,27%	Comércio no Atacado -5,59%
Metano (CH ₄)				
Alemanha	Madeira e produtos da madeira 5.325,16%	Refino de petróleo e combustível nuclear 65,22%	Transporte aquático -127,37%	Madeira e produtos da madeira -438,69%
Rússia	Equipamentos de transporte 427,33%	Transporte aéreo 45,45%	Intermediação financeira -175,11%	Equipamentos de transporte -116,85%
Índia	Equipamentos de transporte 239,92%	Correios e Telecomunicações 151,29%	Atividades imobiliárias exceto construção -134,28%	Madeira e produtos da madeira -45,10%
China	Saúde e Assistência Social 433,58%	Eletrônicos e equipamentos ópticos 115,04%	Comércio no Atacado -121,67%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -4,22%
Óxido nitroso (N ₂ O)				
França	Extrativismo mineral 263,33%	Borracha e plástico 34,68%	Refino de petróleo e combustível nuclear -138,51%	Extrativismo mineral -71,61%
Índia	Transporte aquático 189,31%	Correios e Telecomunicações 147,21%	Atividades imobiliárias exceto construção -134,61%	Madeira e produtos da madeira -44,13%
China	Saúde e Assistência Social 433,58%	Eletrônicos e equipamentos ópticos 115,04%	Comércio no Atacado -121,67%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -4,22%
Óxido de nitrogênio (NOx)				
Rússia	Equipamentos de transporte 352,10%	Borracha e plástico 116,19%	Borracha e plástico -177,78%	Equipamentos de transporte -103,45%
Índia	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 1.322,25%	Correios e Telecomunicações 119,54%	Correios e Telecomunicações -152,08%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -101,44%
China	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 1.207,40%	Outras atividades de suporte ao Transporte 106,70%	Manufatura e reciclagem -147,12%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -42,23%
Óxidos de enxofre (SOx)				
Rússia	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 2.476,79%	Borracha e plástico 109,99%	Borracha e plástico -252,43%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -180,90%
Índia	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 7.375,58%	Aluguel de Equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 45,74%	Papel, celulose e gráfica -244,62%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -465,37%
China	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 7.522,66%	Outras atividades de suporte ao Transporte 111,44%	Papel, celulose e gráfica -220,31%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -216,09%
Monóxido de Carbono (CO)				
Rússia	Transporte aéreo 993,72%	Venda, Manutenção e reparação de veículos automotores 137,00%	Intermediação financeira -173,64%	Equipamentos de transporte -207,13%
Índia	Madeira e produtos da madeira 1.800,25%	Correios e Telecomunicações 125,26%	Correios e Telecomunicações -155,20%	Madeira e produtos da madeira -118,71%
China	Saúde e Assistência Social 754,90%	Outras atividades de suporte ao Transporte 139,16%	Comércio no Atacado -138,27%	Comércio no Atacado -5,59%
Compostos orgânicos voláteis não metanos (CNMVO)				
Rússia	Equipamentos de transporte 431,84%	Borracha e plástico 84,47%	Intermediação financeira -153,14%	Equipamentos de transporte -119,23%
China	Saúde e Assistência Social 696,02%	Eleticidade, gás e água 189,27%	Transporte terrestre -207,32%	Comércio no Atacado -21,58%
Amônia (NH ₃)				
Alemanha	Manufatura e reciclagem 144,39%	Transporte aquático 46,34%	Transporte aquático -122,08%	Extrativismo mineral -35,50%
Itália	Outros minerais não metálicos 3.090,02%	Correios e Telecomunicações 18,82%	Correios e Telecomunicações -104,85%	Outros minerais não metálicos -779,63%
Rússia	Transporte terrestre 687,43%	Correios e Telecomunicações 239,91%	Madeira e produtos da madeira -70,43%	Equipamentos de transporte -151,37%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

A despeito, o CO₂ nos países do G-7 tem-se que o setor Eletricidade, gás e água é o grande vilão do crescimento das emissões, com resultados positivos de 15,22%. Ademais, as Atividades de transporte corroboram com o aumento destas emissões, aduz que é necessário maiores esforços no sentido da mudança da matriz energética destas economias desenvolvidas por uso de energias renováveis. Então, que alguns setores como Intermediação financeira, reduziram as emissões em 43,16%, oportunamente, deve-se ao melhor uso da tecnologia, menos insumos, por exemplo, menor uso de papel. Quando o objeto de análise é o BRIC, aponta-se que os resultados das economias em desenvolvimento é positivo na maior parte dos setores econômicos, por exemplo, o setor Saúde e Assistência Social cresceu na proporção de 354,71% relativos as emissões de CO₂; Transporte aéreo 260,44%; Madeira e produtos de madeira 217,22%; isto demonstra menor controle das emissões de CO₂ para a totalidade no bloco do BRIC.

Os resultados demonstram que o maior crescimento percentual das emissões ocorre no setor de Transporte aéreo, isto dentro do G-7, por exemplo, o Reino Unido obteve uma grande variação do efeito intensidade na ordem de 78,86%. De tal modo, os resultados do efeito tecnologia demonstram crescimento das emissões nos setores de transporte aquático e energia, ou seja, mesmo com mudanças tecnológicas no decorrer dos anos, estes países tiveram acréscimos de emissões em sua cadeia produtiva, especialmente nestes setores demarcados na cor cinza na Tabela 2, e com variação positiva. Já nos países BRIC existe a mesma tendência observada no G-7 em relação ao setor de Transporte como o principal emissor, e na Índia observa-se que o setor Madeira e produtos da madeira demonstrou um forte crescimento no período estudado com 1.800,25%.

O Reino Unido possui uma matriz energética baseada, principalmente, em combustíveis fósseis. Por conseguinte, essa dependência é oriunda especialmente do setor de transportes; este exemplo do Reino Unido demonstra a necessidade urgente de mudanças no uso da energia. Por outro lado, reduções são observadas nas emissões de CO₂ no BRIC, especialmente no setor de Intermediação financeira. Já o G-7, o exemplo do EUA que teve melhoras em relação

ao transporte aquático, e redução das emissões considerando o efeito tecnologia em -45,60%.

Quanto ao CH₄ os resultados demonstram uma performance parecida com o CO₂, na qual os países do G-7 tiveram na maioria dos setores reduções das emissões, enquanto o BRIC obteve crescimento em diversos setores econômicos. Todavia, as economias desenvolvidas tentam implementar novas políticas ambientais com uso da tecnologia e novos métodos de produção, além de legislações mais rigorosas, a exemplo dos EUA, que sofreram modificações na legislação, como a Lei do Ar Limpo, esta foi usada para estabelecer normas e padrões para emissões de GEE, principalmente, acerca de automóveis e parques industriais. Nos países do BRIC, alguns setores como Máquinas e equipamentos, Vendas no atacado, Educação tiveram reduções nas emissões, já outros tiveram acréscimos percentuais do efeito intensidade como de transporte aéreo de 205,08% e de equipamentos de transporte no montante de 172,42%.

Tanto as economias desenvolvidas quanto as economias em desenvolvimento analisadas tiveram melhoras no setor Agropecuário em relação às emissões de CH₄ (Tabela 2), observa-se decréscimos neste setor que em termos de volume é um dos setores que mais emitem CH₄. O gás metano (CH₄), denominado comumente de gás natural e que possui um potencial de aquecimento global 21 vezes maior que do CO₂, pondera-se como agente causador das emissões da decomposição da matéria orgânica, dos lixões e das atividades agropecuárias.

Nos países do G-7, a Alemanha é um grande emissor a partir do setor de Madeira e produtos derivados da madeira, já no BRIC a Índia possui a liderança no crescimento nas emissões no setor de correios e telecomunicações para o efeito tecnologia. Os esforços para redução de GEE são verificados na Rússia no setor de Intermediação financeira e de equipamentos de transportes.

Ademais, existem reduções significativas das emissões no setor da agropecuária, no entanto, as queimadas contribuem também para emissão de CH₄ pela decomposição da matéria orgânica oriunda dos desmatamentos. Para tanto, o setor de madeira e produtos de madeira

elevou-se bastante a partir de países como Japão, Reino Unido e Alemanha com 5.325,16%.

O óxido nitroso (N_2O) é emitido por bactérias no solo e oceanos. Sendo que o uso de fertilizantes na agricultura e a pecuária são as principais fontes de óxido nitroso oriundas da atividade humana. Os resultados agregados do N_2O para os dados agrupados do G-7, observa-se que quase a totalidade dos setores tiveram decréscimos nas variações das emissões, com exceção do Setor de eletricidade, gás e água, Outros minerais não metálicos, e Transporte aéreo; isso ratifica o ressaltado quanto ao setor mais alarmante do G-7, Eletricidade, gás e energia, ou seja, um dos gargalos para a melhoria no controle das emissões das economias desenvolvidas se relaciona ao uso da energia.

As variações do efeito intensidade do N_2O para os países do BRIC, seguem a lógica crescente dos outros GEE, na qual os setores de Eletricidade, gás e água, Transporte aéreo juntamente com o setor, Refino de petróleo e combustível nuclear, são os mais preponderantes nas variações positivas do efeito intensidade. Isso corrobora o fato que a busca pelo crescimento econômico é um fator essencial para o acréscimo das emissões, mas como aborda-se neste trabalho o mal-uso dos recursos, a tecnologia obsoleta, e a abundância de recursos naturais também contribuem para o desperdício e uso inapropriado destes recursos. O BRIC se mantém nesta lógica da necessidade do uso exacerbado dos recursos naturais não renováveis para incrementar as taxas de crescimento de suas economias.

Destacam-se as emissões resultantes da queima de combustíveis fósseis em motores de combustão interna. O N_2O é o principal regulador natural do ozônio estratosférico. Por conseguinte, de acordo com a Tabela 1 do início desta pesquisa, o potencial de aquecimento global deste é 310 vezes maior que do CO_2 . No caso da França, a sua matriz energética utiliza combustíveis fósseis e representa uma das principais economias do G-7, utilizando mais intensamente energia nuclear, cujo maior problema é a geração de resíduo, no entanto, usa somente 10% de outros combustíveis fósseis. Mas como os demais países desenvolvidos falta avançar

em fontes renováveis, pois neste caso deixa a dever totalizando apenas 2%.

Por outro lado, a França, apresenta reduções significativas no setor de Refino de Petróleo, geralmente emissões de N_2O estão ligados ao uso do setor Venda e manutenção de veículos automotores como exposta anteriormente, entretanto, observa-se acréscimos no efeito intensidade no Extrativismo mineral e reduções no efeito tecnologia no mesmo setor. Isto é explicado por um aumento das emissões no setor específico do Extrativismo mineral, e reduções com uso da tecnologia na cadeia produtiva como um todo deste setor.

A propósito, o crescimento das emissões de N_2O na China atinge patamares muito altos, por exemplo, no setor Saúde e assistência social com acréscimos de 433,58% durante o período estudado, além desse fator, este gás têm aplicação na área médica e na odontologia, pois possui efeito analgésico, a adição de N_2O permite a redução do uso de agentes anestésicos mais caros.

Os óxidos de nitrogênio (NO_x) são emitidos em grande parte por motores, estufas, incineradores, caldeiras e principalmente em indústrias químicas. Note-se, que o NO_x é o termo mais geral para diversos poluentes, por exemplo, o estudado anteriormente como óxido nitroso (N_2O), também é considerado óxidos de nitrogênio (NO_x) os seguintes compostos: N_2O_2 (Hiponítrico), NO_2 (Dióxido de azoto), entre outros.

Quanto aos óxidos de nitrogênio (NO_x), estes tiveram reduções das emissões na maior parte dos setores econômicos do G-7 para os dados agrupados, assim com apenas um efeito positivo relativo ao acréscimo percentual em relação ao Transporte aéreo de 10,03%. Para tanto, reduções ao mesmo tempo são observadas no BRIC, a exceto alguns dos setores como Transporte aquático com acréscimo de 326,20% e Agropecuária de 984,51%. As economias do BRIC possuem uma produção interna e de exportação de bens agropecuários, Brasil e Índia são países voltados para o setor primário, assim a agropecuária é um setor crítico no BRIC.

Diversos resultados de crescimento das emissões de NO_x são observados na Alemanha, Reino Unido e França, já nos países do BRIC, a

Índia apresenta grande variação no setor Agropecuário no montante de 1.322,25% quando se considera sobretudo o efeito intensidade. Pois, pontua-se que além de gás do efeito estufa este contribui para formação de chuva ácida e eutrofização dos lagos. Este gás obteve acréscimos percentuais no efeito intensidade em relação ao G-7, principalmente no setor de transporte aéreo. Já os países do BRIC tiveram resultados de acréscimos de emissões no setor agropecuário.

O efeito intensidade (causado por variação no nível do uso de um indicador por unidade da produção total), aqui o indicador é o Óxidos de enxofre (SOx), apresentado na forma de variações percentuais, abrangendo a soma dos efeitos intensidade por setor de cada país que compõe o BRIC. A agropecuária ganha destaque, pois como já exposto é um dos setores preponderantes das atividades econômicas nestes países, ademais estes países utilizam grande volume de fertilizantes que contêm SOx.

No caso dos óxidos de enxofre (SOX), estes se originam do gás proveniente da oxidação dos compostos de enxofre obtido por combustíveis fósseis e da matéria orgânica quando advinda de queimadas. Igualmente, o SOx é emitido de forma natural através dos vulcões, sendo, uma das principais causas da chuva ácida. Logo, o uso de combustíveis fósseis na estrutura produtiva e queimadas de áreas de florestas para uso da agropecuária, têm elevado de forma antrópica estas emissões. A China apresenta maior problemática no crescimento das emissões de SOx, com 7.522,66%, acompanhada pela Índia com 7.375,58% onde o setor Agropecuária teve crescimento percentual nas emissões. Já no G-7, a Alemanha obteve forte crescimento no setor econômico da Agropecuária, totalizando 136,20% para o período.

Segundo Hinrichs et al., (2014) os óxidos de enxofre têm diversos efeitos nocivos à saúde, como aumento das taxas de mortalidades e de doenças graves, como danos ao sistema respiratório. Sobretudo, o carvão utilizado no setor produtivo das principais economias mundiais contém 6% de enxofre por peso e sua queima corresponde pela maior parte das emissões, aproximadamente 11 milhões de toneladas ano. Assim, as reduções das emissões no G-7 do gás SOx no âmbito do setor Extrativismo mineral,

são derivados ocasionalmente por mudanças no uso de insumos e na tecnologia empregada na cadeia produtiva, considerando-se os resultados percentuais da Alemanha e Reino Unido. Entretanto, no BRIC, Brasil e Rússia as reduções estão vinculadas ao setor Agropecuária, e Borracha e plástico. No setor Agropecuária, caça, silvicultura e pesca, a China lidera na emissão com 7.522,66%.

Quanto às fontes naturais de emissão de Monóxido de Carbono (CO), tem-se os vulcões e as fontes antrópicas relacionados ao uso de combustíveis fósseis em sua maioria para geração de energia. Também são causadoras da elevação das emissões de CO as queimadas e o gás emitido do escapamento dos veículos. A inovação tecnológica e a melhoria da composição dos insumos, sobretudo, no setor de automóveis e maior controle das queimadas nos países do G-7 coadunam com a redução do efeito intensidade do CO.

Entretanto, já nos países do BRIC, o setor de transporte aéreo obteve as maiores variações percentuais positivas de 1.308,63%, agravadas pelo uso de combustível fóssil. O setor de transportes terrestres e atividades ligadas a este setor tiveram acréscimos. Adversamente do G-7, encontram-se variações positivas no BRIC, com aumento do desmatamento oriundo das queimadas, observa-se que o setor de papel, celulose e gráfica obteve acréscimo de 98,63%, a indústria da madeira chegou ao patamar de 133,36% de crescimento das variações percentuais das emissões para o efeito intensidade. Já os processos industriais como manufatura e reciclagem, indústria química e têxtil diminuíram as emissões de CO.

Na sequência, que descreve os efeitos intensidade e tecnologia do monóxido de carbono (CO), sendo que as emissões cresceram demasiadamente na China e Índia. A Índia com o setor Madeira e produtos da madeira apresentou um acréscimo de 1.800,25%. Na sequência obtém-se dados da demonstração do esforço na redução das emissões desse gás, especialmente no setor de transportes dos países do G-7, com a diminuição do uso do transporte aquático, a exemplo dos EUA e Japão. A utilização de automóveis que emitem menos CO e uso de maior tecnologia, ou dos que usam fontes alternativas,

faz perceber que o efeito intensidade e tecnologia vieram diminuindo consideravelmente no período da pesquisa para o setor de transporte terrestre. Porventura, reduções no setor de transporte aquático e aéreo são observadas também no Brasil.

Quanto às emissões de compostos orgânicos voláteis não metanos (CNMVOC), os países do G-7 tiveram em alguns setores resultados de crescimento das emissões deste GEE, a exemplo, o setor de outros minerais não metálicos, e Alimentos, bebidas e fumo. Todavia, os países do BRIC apresentaram resultados piores, pois tiveram diversos setores com resultados que representaram acréscimo nas emissões de NMVOC, como metalurgia, refino de petróleo, eletricidade, saúde e transporte aéreo. Os compostos orgânicos voláteis não metanos (NMVOC) são emitidos por uma série de atividades, incluindo combustão, uso de solventes e processos de produção.

Estes contribuem para a formação de ozônio no solo, que pode prejudicar a saúde humana. Assim, como na aplicação de tintas, no processamento de espumas, na indústria de impressão, têm-se exemplos de atividades que eliminam o NMVOC. É relevante o estudo acerca do NMVOC para a compreensão da totalidade dos efeitos do GEE na mudança climática global. A China apresenta crescimento destas emissões no setor Saúde e assistência social com 696,02%, bem como no setor Eletricidade, gás e água com 189,27%. No G-7, tem-se que a Alemanha, a França e a Itália apresentaram reduções no Setor de transporte aéreo e aquático. Já no Setor de papel e celulose da Alemanha observa-se acréscimos de 191,63% quanto ao efeito intensidade das emissões. Nos resultados dos países EUA com -80,28% e Japão com -92,58% eles obtiveram reduções das emissões de NMVOC no setor Transportes, enquanto apresentaram crescimento no setor Outros minerais não metálicos, 71,01% e 105,28%.

O NH_3 , gás denominado de amônia, produzido pela indústria química, é base para a fabricação de produtos farmacêuticos, assim como é encontrado no ar condicionado industrial e câmaras frigoríficas. Outrossim, o NH_3 pode ter origem natural através da decomposição da matéria orgânica.

Sendo utilizado na produção de fertilizantes, e no refino de petróleo, o NH_3 apresenta diversos riscos à saúde humana quando inalado, como problemas respiratórios, considerado também um dos gases causadores do efeito estufa. Portanto, existe uma preocupação na conjectura da política governamental com a redução dos GEE nestes países do G-7 que fazem parte da Europa, sobretudo também o NH_3 . Ademais, o setor de outros minerais não metálicos e o setor de transportes, especialmente o terrestre, são os principais emissores, dificultando o atingimento das metas de redução. No BRIC, quase todos os setores apresentaram variações positivas, com acréscimos altos no efeito intensidade na qual o transporte terrestre aparece como causador do aumento das emissões.

No setor Outros minerais não metálicos, a Itália teve forte crescimento nas emissões correspondendo a 3.090,02% no período estudado para o efeito intensidade, e quanto ao efeito tecnologia, a Rússia apresentou crescimento de 239,91%. A propósito, reduções significativas sobre o efeito intensidade são apresentadas na Alemanha no setor de Transporte aquático de 104,85% e nos EUA sobre o efeito tecnologia, isto demonstra na Alemanha a substituição do transporte aquático, por outros meios de transporte, e nos EUA a melhoria da tecnologia agregada neste setor apresentando redução na ordem de 56,62%.

Contudo, destacam-se os resultados do Canadá e do Brasil, que não apresentaram setores com grande volume de emissões durante o período estudado, apesar de elencar alguns setores com crescente aumento das emissões, nenhum setor apresentou resultado percentual acima de outros países para o gás NH_3 . Destaca-se o desempenho médio dos EUA e Japão nas observações citadas quando representados junto ao conjunto dos GEE.

Dados do site Eurostat (2018), corroboram também os resultados desta pesquisa, pois acerca da União Europeia, em que fazem parte países do G-7 (Alemanha, França e Itália), e que são as principais economias da União Europeia atualmente, demonstram que nos últimos 26 anos (1990 a 2015), União Europeia registrou reduções nas emissões de vários poluentes atmosféricos. A maior queda foi reportada para

óxidos de enxofre (SO_x) que diminuíram quase 90%, seguidos de compostos orgânicos voláteis não metanos (NMVOC) que diminuíram quase 60%, enquanto a menor diminuição foi relatada para amônia (NH₃).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O debate entre o Grupo dos Sete (G-7) versus países signatários do BRIC leva a comparativos as principais economias do mundo, na contraposição de economias desenvolvida e em desenvolvimento. Esta pesquisa apreende que no volume de emissão de GEE, os EUA seguido da China lideram o ranking da poluição atmosférica. Para análise, no caso do G-7 e dos BRIC, os resultados evidenciam quem obteve maior ou menor variação percentual nas emissões, por milhão de dólares, em relação à sua estrutura produtiva no âmbito dos setores econômicos analisados. No controle das emissões de GEE verifica-se quais países estão com menor empenho na aplicação da política ambiental internacional por reduções de GEE na sua estrutura produtiva e de consumo.

Nesta pesquisa, verificou-se os países que mais vêm contribuindo para ao aumento da poluição atmosférica no uso de sua estrutura produtiva nos efeitos Intensidade e Tecnologia. Na emissão de CO₂, a Índia teve a maior participação na poluição atmosférica com 1.800,25% no setor “Madeira e produtos da madeira”. Na emissão de CH₄ a Alemanha com 5.325,16% no segmento econômico “Madeira e produtos da madeira”. Nas emissões de N₂O na China atinge acréscimos de 433,58%, no setor de “Saúde e assistência social”. Nas emissões de NO_x a Índia apresenta grande variação no setor agropecuário no montante de 1.322,25%. Nas emissões do gás SO_x a China lidera no segmento econômico “Agropecuária, caça, silvicultura e pesca” com 7.522,66%. Para o gás CO, as emissões cresceram na Índia com o setor “Madeira e produtos da madeira” com acréscimo de 1.800,25%. Para o gás NMVOC a China apresenta crescimento destas emissões no setor de “Saúde e assistência social” com 696,02%. Para o gás NH₃ o setor de “Minerais não metálicos” da Itália teve forte crescimento nas emissões correspondendo a 3.090,02%.

Em bloco, os resultados do controle de emissões demonstram resultados médios para EUA e Canadá, por exemplo, abaixo do crescimento das emissões do Reino Unido, Alemanha e França. No entanto, a Alemanha possui a liderança na União Europeia na implantação de energias renováveis em sua matriz energética. Já nos países do BRIC os piores resultados são da China e os melhores do Brasil, especialmente, por possuir uma matriz energética composta por fontes de recursos naturais renováveis.

Então, é possível concluir que o controle das emissões atmosféricas nos países do BRIC é tão relevante quanto a diminuição das emissões nas economias desenvolvidas. Sendo assim, o papel do bloco do BRIC em se comprometer com as metas para a redução das emissões atmosféricas de GEE assumem importância neste panorama de novos acordos do clima.

As medidas tomadas durante este período analisado para redução das emissões ainda não tiveram resultados significativos, exceto de forma branda nos países do G-7. A liderança das questões ligadas às reduções das emissões ainda pertencem aos países do G-7 que se comprometeram em reduzir as emissões. Então, afirma-se, o aquecimento global e as medidas de redução têm sido insuficientes na busca de frear tanto o efeito estufa quanto a poluição atmosférica.

REFERÊNCIAS

- ARROW et al. Economic growth, carrying capacity, and the environment. **Science**, n. 268, p. 520-21, 1995. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/01ea/c2548adbb9f2adcf0c414d3c27d20ec609dd.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2009.
- BAUMAN, Z. **Vida para o consumo: a transformação das pessoas em mercadoria**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.
- BECK, U. **Sociedade e risco: rumo a uma outra modernidade**. 2. ed. São Paulo: Ed. 34, 2011.
- BIGARANI, F. A.; ZAPPAROLI, I. D. Relação mundial per capita entre renda e emissão de dióxido de carbono. **Economia & Região**, v. 2, n. 2, p.25-47, 2014.

- CALLAN, S. J.; THOMAS, J. M. **Economia ambiental: aplicações, políticas e teoria**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- CECHIN, A. **A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen**. São Paulo: Editora Senac; Edusp, 2010.
- CECHIN, A.; VEIGA, J. E. da. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, P. H. (Org.) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; Campus, 2010.
- CHIANG, A. C.; WAINWRIGHT, K. **Matemática para economistas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2006.
- COSTANZA, R., et al. **An introduction to ecological economics**. ISEE. International Society for Ecological Economics. Florida: St Lucie Press Boca Raton, 2000.
- EUROSTAT. **Estimates that in 2018 carbon dioxide**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat>. Acesso em: 02 abr. 2018.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. The entropy law and the economic process in retrospect. **Eastern Economic Journal**, volume XII, n. 1, jan./mar. 1986.
- GUILHOTO, J. J. M. **Leontief e insumo-produto: antecedentes, princípios e evolução**. Technical report. Esalq, 2001. Disponível em: https://mpr.a.ub.uni-muenchen.de/54649/1/MPRA_paper_54649.pdf. Acesso em: 5 jun. 2017.
- HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L. B. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- IPCC. Intergovernmental panel on climate change. The physical scientific basis-working group i contribution to the fifth assessment report. Summary for policymakers, 2013. Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf. Acesso em: 12 abr. 2017.
- JACOBS, M. O meio ambiente, a modernidade e a terceira via. In: GIDDENS, A. (Org.) **O debate global sobre a Terceira Via**. São Paulo, SP: Editora UNESP, 2007.
- LEONTIEF, W. **Input-output economics**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1986.
- LIST, J. A. Have air pollutant emissions converged among U.S. regions? evidence from unit root tests. **Southern Economic Journal**, v. 66, n. 1, p 144-55, 1999. Disponível em: http://econpapers.repec.org/article/sejancoec/v_3a66_3a1_3ay_3a1999_3ap_3a144-155.htm. Acesso em: 07 abr. 2017.
- LOPES, L. M.; VASCONCELLOS, M.A. **S. Manual de macroeconomia: básico e intermediário**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MAY, P.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. **Economia do meio ambiente**. 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018
- MERCADOS ENERGÉTICOS. 2017. **Matriz energética de Reino Unido**. Disponível em: <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/mercados/matriz/Trabajo%20F%20Aceituno%20y%20F%20Hentzschel.htm>. Acesso em: 19 out. 2017.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. 2. ed. London: Cambridge University Press, 2009.
- MORAES, O. J. de. **Economia ambiental: instrumentos econômicos para o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Centauro, 2009.
- PANAYOTOU, T. **Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development**. Working Paper WP238, Technology and Employment Programme (Geneva: International Labor Office), 1993. Disponível em: http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1993/93B09_31_engl.pdf. Acesso em: 06 abr. 2017.
- PEDROSO, F. P. et al. Variações dos gases do efeito estufa (GEE): Um estudo por meio da decomposição da matriz insumo-produto do mundo de 1995 a 2009. **Racre** (Creupi), v. 20, p. 61-81, 2016.

- POWELL, L. As potências em ascensão e as mudanças climáticas: o caso da Índia. In: *Cadernos Adenauer XIII* (2012), n. 2. **Potências emergentes e desafios globais**. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2012.
- SACHS, I. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, USP, 19, n. 55, p. 197-214, 06/2005. USP, 21, n. 59, p. 21-38, 2007.
- SATHIENDRAKUMAR R. Greenhouse emission reduction and sustainable development, **International Journal of Social Economics**, v. 30, n. 12, p.1233-48, 2003.
- SCHETTE, G. R. Crise econômica ameaça liderança da união europeia no debate sobre energia e mudanças climáticas. **Boletim de Economia e Política Internacional**, n. 15, jan./abr. 2014. Disponível em: [Crishttp://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3787/1/BEPI_n16_criseeconomica](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3787/1/BEPI_n16_criseeconomica). Acesso em: 15 mai. 2017.
- SESSO FILHO, U. A. et al. Decomposição estrutural da variação do emprego no Brasil, 1991-2003. **Revista de Economia Aplicada**, v. 14, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-80502010000100007&script=sci_arttext&tlng=es. Acesso em: 4 jun. 2017.
- SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, V. 70, n.1, p 64-94, 1956.
- SOLOW, R. M. A. On the intergenerational allocation of natural resources. **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 88, n. 1, p.141-49, mar. 1986.
- SOUZA, A. M. et al. Estrutura produtiva do Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC) e seus impactos nas emissões de dióxido de carbono (CO₂). **Desenvolvimento e Meio Ambiente** (UFPR), v.1, p.10-15, 2015.
- STIGLITZ, J. Growth with exhaustible natural resources: efficient and optimal growth paths. *The Review of Economic Studies*, v. 41, **Symposium on the Economics of Exhaustible Resources**, p. 123-137, 1974.
- UNITED NATIONS. The world population prospects: the 2017 revision, 2017. Disponível em: https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf. Acesso em: 14 dez. 2017.
- UNFCCC. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE CONVENÇÃO. **21° Conference of the Parties**. Acordo de Paris, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/cop21/>. Acesso em: 21 nov. 2017.
- _____. **Kyoto Protocol**. United Nations, 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2017
- WIOD. **World Input-Output Database**. 2014. Disponível em: <http://www.wiod.org>. Acesso em: 01 out. 2016.
- WORLD BANK. **World Development Indicators 2012**. World Bank-free PDF, 2016.
- ZAPPAROLI, I. D. et al. Análise dos transbordamentos nas emissões de dióxido de carbono: Brasil, Rússia, Índia e China - BRIC. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 48, p.149-164, 2018.
- ZHANG, Z.; GUO, J.; HEWINGS, G. J.d. The effects of direct trade within China on regional and national CO₂ emissions. Elsevier BV, **Energy Economics**, v. 46, p.161-175, nov. 2014.

ANEXO A – ALTERAÇÃO ATMOSFÉRICA NO GRUPO DOS SETE (G-7) E PAÍSES SIGNATÁRIOS DO BRIC, EFEITO INTENSIDADE E TECNOLOGIA PARA OS GASES CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, SO_x, CO, NMVOC E NH₃, 2000-2009

Tabela 3 – Efeito intensidade e tecnologia do CO₂ por setores nos países do G-7 e BRIC, 2000-2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Estados Unidos	Eletricidade, gás e água 27,26%	Intermediação financeira 10,29%	Atividades imobiliárias exceto construção -50,22%	Transporte aquático -45,60%
Japão	Extrativismo mineral 69,41%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 28,29%	Eletrônicos e equipamentos ópticos -53,80%	Extrativismo mineral -24,67%
Alemanha	Manufatura e reciclagem 30,12%	Transporte aquático 46,18%	Transporte aquático -125,09%	Extrativismo mineral -37,38%
Reino Unido	Transporte aéreo 78,86%	Transporte aquático 43,22%	Transporte aquático -87,86%	Extrativismo mineral -47,51%
França	Vestuário 59,55%	Refino de petróleo e combustível nuclear 63,49%	Refino de petróleo e combustível nuclear -135,49%	Extrativismo mineral -47,34%
Itália	Transporte aéreo 56,78%	Correios e Telecomunicações 24,08%	Correios e Telecomunicações -58,22%	Transporte aéreo -45,29%
Canadá	Vestuário 24,98%	Extrativismo mineral 21,27%	Refino de petróleo e combustível nuclear -50,79%	Vestuário -25,58%
Brasil	Transporte aéreo 75,85%	Extrativismo mineral 18,83%	Intermediação financeira -57,12%	Madeira e produtos da madeira -37,22%
Rússia	Transporte aéreo 302,93%	Venda, manutenção e reparação de veículos automotores 64,96%	Intermediação financeira -147,09%	Equipamentos de transporte -77,30%
Índia	Madeira e produtos da madeira 1.800,25%	Correios e Telecomunicações 125,26%	Correios e Telecomunicações -155,20%	Madeira e produtos da madeira -118,71%
China	Saúde e Assistência Social 754,90%	Outras atividades de suporte ao Transporte 139,16%	Comércio no Atacado -138,27%	Comércio no Atacado -5,59%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

Tabela 4 – Efeito intensidade e tecnologia do CH₄ por setores nos países do G-7 e BRIC, 2000-2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Estados Unidos	Eletricidade, gás e água 24,38%	Intermediação financeira 8,55%	Comércio no Atacado -64,26%	Transporte aquático -41,72%
Japão	Papel, celulose e gráfica 76,04%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 27,39%	Borracha e plástico -45,46%	Papel, celulose e gráfica -32,61%
Alemanha	Madeira e produtos da madeira 5.325,16%	Refino de petróleo e combustível nuclear 65,22%	Transporte aquático -127,37%	Madeira e produtos da madeira -438,69%
Reino Unido	Papel, celulose e gráfica 6,33%	Transporte aquático 43,17%	Transporte aquático -93,58%	Extrativismo mineral -34,42%
França	Transporte terrestre 1.707,02%	Borracha e plástico 34,67%	Refino de petróleo e combustível nuclear -139,41%	Transporte terrestre -91,75%
Itália	Transporte aéreo 80,14%	Correios e Telecomunicações 21,41%	Correios e Telecomunicações -105,26%	Transporte aéreo -59,52%
Canadá	Vestuário 39,23%	Metalurgia 16,94%	Refino de petróleo e combustível nuclear -42,59%	Vestuário -27,06%
Brasil	Refino de petróleo e combustível nuclear 96,99%	Intermediação financeira 14,54%	Intermediação financeira -53,59%	Madeira e produtos da madeira -55,33%
Rússia	Equipamentos de transporte 427,33%	Transporte aéreo 45,45%	Intermediação financeira -175,11%	Equipamentos de transporte -116,85%
Índia	Equipamentos de transporte 239,92%	Correios e Telecomunicações 151,29%	Atividades imobiliárias exceto construção -134,28%	Madeira e produtos da madeira -45,10%
China	Saúde e Assistência Social 433,58%	Eletrônicos e equipamentos ópticos 115,04%	Comércio no Atacado -121,67%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -4,22%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

Tabela 5 – Efeito intensidade e tecnologia do N2O por setores nos países do G-7 e BRIC, 2000-2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Estados Unidos	Eletricidade, gás e água 24,04%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 0,58%	Intermediação financeira -87,34%	Eletricidade, gás e água -42,04%
Japão	Extrativismo mineral 97,66%	Transporte aquático 22,95%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras atividades comerciais -73,96%	Outros minerais não metálicos -28,55%
Alemanha	Madeira e produtos da madeira 192,92%	Transporte aquático 46,23%	Transporte aquático -127,29%	Extrativismo mineral -43,80%
Reino Unido	Transporte aéreo 70,85%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 23,76%	Transporte aquático -93,50%	Eletrônicos e equipamentos ópticos -34,57%
França	Extrativismo mineral 263,33%	Borracha e plástico 34,68%	Refino de petróleo e combustível nuclear -138,51%	Extrativismo mineral -71,61%
Itália	Refino de petróleo e combustível nuclear 48,09%	Correios e Telecomunicações 24,42%	Indústria química -87,62%	Transporte aéreo -40,04%
Canadá	Vestuário 47,94%	Extrativismo mineral 18,76%	Extrativismo mineral -40,96%	Vestuário -28,53%
Brasil	Refino de petróleo e combustível nuclear 94,40%	Extrativismo mineral 17,25%	Indústria química -61,24%	Madeira e produtos da madeira -55,19%
Rússia	Equipamentos de transporte 150,79%	Venda, manutenção e reparação de veículos automotores 63,12%	Intermediação financeira -132,68%	Equipamentos de transporte -64,20%
Índia	Transporte aquático 189,31%	Correios e Telecomunicações 147,21%	Atividades imobiliárias exceto construção -134,61%	Madeira e produtos da madeira -44,13%
China	Saúde e Assistência Social 433,58%	Eletrônicos e equipamentos ópticos 115,04%	Comércio no Atacado -121,67%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -4,22%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

Tabela 6 – Efeito intensidade e tecnologia do NOx por setores nos países do G-7 e BRIC, 2000-2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Estados Unidos	Eletricidade, gás e água 24,04%	Intermediação financeira 7,44%	Intermediação financeira -87,34%	Eletricidade, gás e água -42,04%
Japão	Extrativismo mineral 66,95%	Transporte aquático 27,08%	Equipamentos de transporte -65,94%	Outros minerais não metálicos -24,12%
Alemanha	Madeira e produtos da madeira 155,87%	Transporte aquático 46,74%	Transporte aquático -127,39%	Extrativismo mineral -34,21%
Reino Unido	Transporte aéreo 80,49%	Transporte aquático 43,19%	Transporte aquático -87,83%	Extrativismo mineral -52,78%
França	Vestuário 44,78%	Refino de petróleo e combustível nuclear 64,17%	Refino de petróleo e combustível nuclear -137,50%	Extrativismo mineral -48,30%
Itália	Indústria química 37,58%	Correios e Telecomunicações 23,82%	Correios e Telecomunicações -76,22%	Transporte aéreo -35,81%
Canadá	Vestuário 33,40%	Extrativismo mineral 18,75%	Indústria química -47,21%	Vestuário -23,19%
Brasil	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 310,70%	Extrativismo mineral 19,53%	Correios e Telecomunicações -79,40%	Transporte aquático -32,15%
Rússia	Equipamentos de transporte 352,10%	Borracha e plástico 116,19%	Borracha e plástico -177,78%	Equipamentos de transporte -103,45%
Índia	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 1.322,25%	Correios e Telecomunicações 119,54%	Correios e Telecomunicações -152,08%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -101,44%
China	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 1.207,40%	Outras atividades de suporte ao Transporte 106,70%	Manufatura e reciclagem -147,12%	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca -42,23%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

Tabela 7 – Efeito Intensidade e Tecnologia do SOx por setores nos países do G-7 e BRIC, 2000-2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Estados Unidos	Transporte aéreo 57,91%	Intermediação financeira 8,51%	Atividades imobiliárias exceto construção -75,82%	Transporte aquático -43,21%
Japão	Transporte aéreo 121,66%	Transporte aquático 27,90%	Equipamentos de transporte -72,00%	Outros minerais não metá- licos -32,72%
Alemanha	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca 136,20%	Transporte aquático 44,65%	Transporte aquático -120,23%	Extrativismo mineral -36,16%
Reino Unido	Transporte aéreo 96,93%	Transporte aquático 42,87%	Venda, manutenção e repara- ção de veículos automotores -128,29%	Extrativismo mineral -43,50%
França	Vestuário 8,29%	Refino de petróleo e com- bustível nuclear 50,18%	Refino de petróleo e com- bustível nuclear -134,86%	Transporte aquático -35,82%
Itália	Outros serviços comunitá- rios, sociais e pessoais 78,42%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras ativi- dades comerciais 8,54%	Correios e Telecomunica- ções -129,60%	Transporte aéreo -39,79%
Canadá	Vestuário 33,28%	Refino de petróleo e com- bustível nuclear 19,23%	Refino de petróleo e com- bustível nuclear -51,36%	Vestuário -21,87%
Brasil	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca 1.067,52%	Extrativismo mineral 15,04%	Correios e Telecomunica- ções -107,73%	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca -26,54%
Rússia	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca 2.476,79%	Borracha e plástico 109,99%	Borracha e plástico -252,43%	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca -180,90%
Índia	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca 7.375,58%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras ativi- dades comerciais 45,74%	Papel, celulose e gráfica -244,62%	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca -465,37%
China	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca 7.522,66%	Outras atividades de suporte ao Transporte 111,44%	Papel, celulose e gráfica -220,31%	Agropecuária, caça, silvicultu- ra e pesca -216,09%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

Tabela 8 – Efeito intensidade e tecnologia do CO por setores nos países do G-7 e BRIC, 2000-2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Estados Unidos	Outros minerais não metálicos 20,18%	Intermediação financeira 7,44%	Transporte aquático -80,20%	Eletricidade, gás e água -39,94%
Japão	Metalurgia 45,13%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 21,61%	Transporte aquático -92,59%	Outros minerais não metálicos -24,12%
Alemanha	Vestuário 53,96%	Transporte aquático 44,25%	Transporte aquático -136,47%	Extrativismo mineral -37,73%
Reino Unido	Transporte aéreo 54,34%	Transporte aquático 43,03%	Venda, manutenção e reparação de veículos automotores -101,19%	Extrativismo mineral -43,41%
França	Transporte aquático 38,79%	Refino de petróleo e combustível nuclear 62,13%	Refino de petróleo e combustível nuclear -131,72%	Transporte aquático -65,67%
Itália	Transporte aéreo 45,69%	Correios e Telecomunicações 19,61%	Correios e Telecomunicações -106,50%	Transporte aéreo -44,13%
Canadá	Vestuário 26,77%	Metalurgia 19,89%	Transporte aquático -52,53%	Vestuário -18,78%
Brasil	Transporte aéreo 448,92%	Extrativismo mineral 77,61%	Transporte aquático -72,01%	Transporte aéreo -130,18%
Rússia	Transporte aéreo 993,72%	Venda, Manutenção e reparação de veículos automotores 137,00%	Intermediação financeira -173,64%	Equipamentos de transporte -207,13%
Índia	Madeira e produtos da madeira 1.800,25%	Correios e Telecomunicações 125,26%	Correios e Telecomunicações -155,20%	Madeira e produtos da madeira -118,71%
China	Saúde e Assistência Social 754,90%	Outras atividades de suporte ao Transporte 139,16%	Comércio no Atacado -138,27%	Comércio no Atacado -5,59%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

Tabela 9 – Efeito intensidade e tecnologia do NMVOC por setores nos países do G-7 e BRIC, 2000-2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Estados Unidos	Outros minerais não metálicos 71,01%	Intermediação financeira 9,81%	Transporte aquático -80,28%	Eletricidade, gás e água -38,90%
Japão	Outros minerais não metálicos 105,28%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 32,00%	Transporte aquático -92,58%	Outros minerais não metálicos -36,33%
Alemanha	Papel, celulose e gráfica 191,63%	Transporte aquático 46,49%	Transporte aquático -129,01%	Extrativismo mineral -42,65%
Reino Unido	Agropecuária, caça, silvicultura e pesca 189,78%	Transporte aquático 41,80%	Aluguel de equipamentos para empresas e outras atividades comerciais -95,98%	Extrativismo mineral -34,90%
França	Transporte aquático 31,37%	Refino de petróleo e combustível nuclear 65,15%	Refino de petróleo e combustível nuclear -137,60%	Transporte aquático -64,22%
Itália	Transporte aéreo 41,99%	Correios e Telecomunicações 19,81%	Correios e Telecomunicações -105,53%	Transporte aéreo -47,44%
Canadá	Vestuário 37,93%	Extrativismo mineral 19,07%	Transporte aquático -54,44%	Vestuário -22,79%
Brasil	Refino de petróleo e combustível nuclear 111,81%	Extrativismo mineral 31,52%	Equipamentos de transporte -65,46%	Venda, manutenção e reparação de veículos automotores -41,80%
Rússia	Equipamentos de transporte 431,84%	Borracha e plástico 84,47%	Intermediação financeira -153,14%	Equipamentos de transporte -119,23%
Índia	Metalurgia 301,31%	Correios e Telecomunicações 136,51%	Transporte aéreo -190,77%	Madeira e produtos da madeira -58,85%
China	Saúde e Assistência Social 696,02%	Eletricidade, gás e água 189,27%	Transporte terrestre -207,32%	Comércio no Atacado -21,58%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

Tabela 10 – Efeito intensidade e tecnologia do NH3 por setores nos países do G-7 e BRIC, 2000-2009

Países	Maior variação percentual positiva		Menor variação percentual negativa	
	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia	Efeito Intensidade	Efeito Tecnologia
Estados Unidos	Transporte terrestre 88,02%	Intermediação financeira 12,24%	Refino de petróleo e combustível nuclear -38,87%	Transporte aquático -56,62%
Japão	Extrativismo mineral 21,80%	Aluguel de Equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 21,40%	Aluguel de Equipamentos para empresas e outras atividades comerciais -73,60%	Extrativismo mineral -22,75%
Alemanha	Manufatura e reciclagem 144,39%	Transporte aquático 46,34%	Transporte aquático -122,08%	Extrativismo mineral -35,50%
Reino Unido	Transporte aéreo 921,87%	Aluguel de Equipamentos para empresas e outras atividades comerciais 16,35%	Transporte aquático -118,02%	Transporte aéreo -276,25%
França	Outros serviços comunitários, sociais e pessoais 123,18%	Refino de petróleo e combustível nuclear 57,36%	Refino de petróleo e combustível nuclear -130,68%	Transporte aquático -65,86%
Itália	Outros minerais não metálicos 3.090,02%	Correios e Telecomunicações 18,82%	Correios e Telecomunicações -104,85%	Outros minerais não metálicos -779,63%
Canadá	Vestuário 51,23%	Extrativismo mineral 25,55%	Extrativismo mineral -58,25%	Vestuário -30,43%
Brasil	Educação 97,80%	Intermediação financeira 26,66%	Extrativismo mineral -18,60%	Madeira e produtos da madeira -58,66%
Rússia	Transporte terrestre 687,43%	Correios e Telecomunicações 239,91%	Madeira e produtos da madeira -70,43%	Equipamentos de transporte -151,37%
Índia	Transporte terrestre 295,46%	Correios e Telecomunicações 192,84%	Manufatura e reciclagem -112,33%	Madeira e produtos da madeira -43,70%
China	Transporte terrestre 1.003,73%	Outras atividades de suporte ao Transporte 214,26%	Equipamentos de transporte -91,04%	Comércio no Varejo -11,57%

Fonte: elaborada pelos autores a partir da decomposição estrutural dos dados do WIOD (2012).

VANTAGENS COMPETITIVAS DAS MICRORREGIÕES NORDESTINAS NO PERÍODO DE 2006 A 2017¹

Competitive advantages of northeast micro-regions in the period from 2006 to 2017

Angelo Antonio Paula da Cunha

Economista. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES/UFPE). Avenida dos Economistas, s/n, Cidade Universitária, Centro de Ciências Sociais Aplicadas. angeloantonio198@gmail.com

Lucilena Ferraz Castanheira Corrêa

Economista. Prof.^a Doutora do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGECON/UFPE). Rodovia BR 104 Km 59, Nova Caruaru. CEP: 55002-970 - Caruaru, PE. lucilena.fcastanheira@gmail.com

Roberta de Moraes Rocha

Economista. Prof.^a Doutora do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco (PPGECON/UFPE). Rodovia BR 104 Km 59, Nova Caruaru. CEP: 55002-970 - Caruaru, PE. roberta_rocha_pe@yahoo.com.br

Resumo: Este trabalho analisa a dinâmica do emprego nas microrregiões da Região Nordeste, tendo como interesse a vantagem ou a desvantagem competitivas para cada um dos 21 setores das microrregiões, em relação ao mesmo setor no âmbito regional. A análise baseia-se no método *shift-share*, expansão de Esteban-Marquillas, e utiliza os dados extraídos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para o período de 2006-2017. Os dados indicam que o emprego continua concentrado nas microrregiões onde estão localizadas as capitais dos estados nordestinos, tendo o setor da Administração Pública o que mais concentra emprego formal. Na decomposição do método, os resultados indicaram que o efeito teórico possui a maior participação na explicação da variação do emprego formal nas microrregiões e que existe uma característica em comum quanto à vantagem competitiva em setores não especializados.

Palavras-chave: Economia regional; Planejamento regional; Nordeste; *Shift-Share*.

Abstract: This paper analyzes the dynamics of employment in the microregions of the Northeast Region, having as interest the competitive advantage or competitive disadvantage for each of the 21 sectors of the microregions, in relation to the same sector at the regional level. The analysis is based on the *shift-share* method, Esteban-Marquillas expansion, and data extracted from the Annual List of Social Information (RAIS) for the period 2006-2017 are used. The data indicate that employment remains concentrated in the micro-regions where the capitals of the northeastern states are located, with the Public Administration sector being the most concentrated in formal employment. In the decomposition of the method, the results indicated that the theoretical effect has the greatest participation in explaining the variation of formal employment in the micro-regions and that there is a common characteristic regarding the competitive advantage in non-specialized sectors.

Keywords: Regional economic; Regional planning; Northeast; *Shift-Share*.

¹ “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001”.

1 INTRODUÇÃO

Na literatura há duas abordagens no que se refere ao problema da desigualdade de renda. Segundo Pessôa (1999), a primeira refere-se à disparidade de renda per capita entre as regiões e a segunda questão é o problema da concentração de produção não ser distribuída uniformemente entre as regiões. Diante dessa perspectiva, pode-se mencionar que os desafios regionais no Brasil estão diretamente relacionados com aspectos de ordem estrutural, em que é possível identificar um cenário de acentuadas desigualdades tanto no âmbito social quanto na concentração de renda. Esses problemas estruturais, segundo Santos (2011), são resultantes da acentuada concentração das atividades econômicas que tinham como o sujeito principal o desenvolvimento do país.

É importante ressaltar que as concentrações das atividades produtivas, principalmente as industriais, fizeram-se predominantemente nas regiões Sul e Sudeste, culminando em uma trajetória ascendente no que se refere à concentração de renda em detrimento das regiões menos favorecidas do país, as regiões Norte e Nordeste, respectivamente (TAVARES, 1989; FURTADO, 1968; ARAÚJO; SOUZA, 1997; ARAÚJO; SANTOS, 2009; SANTOS, 2011). No entanto, a pauta “desequilíbrio regional” ganha espaço na agenda de governo com maior ênfase a partir do final dos anos 1950² com a criação do Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), transformada em Conselho de Desenvolvimento do Nordeste (Codeno) e, em 1959, com a criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene)³ em substituição aos dois órgãos (GTDN e Codeno).

As tentativas posteriores de promover um desenvolvimento regional tinham como cerne a busca por um “desenvolvimento de integração nacional”, direcionando os investimentos para os “polos de concentração” nos anos 1964. Chegando aos anos 1980, é promovida a extinção dos “programas de cunho regional” como

da própria Sudene (LIMA, 1994; COLOMBO, 2012). No ano de 2001, esse movimento é retomado com a criação da Agência Nacional de Desenvolvimento do Nordeste (Adene)⁴, com a implementação do Programa de Desenvolvimento Regional (PNDR) e com o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). No ano de 2006, foi possível observar que, mesmo sendo identificada uma forte disparidade de desenvolvimento entre as regiões, as diretrizes dessas políticas regionais e dos investimentos contribuíram para que a economia da Região Nordeste tivesse uma participação de 13,1% do Produto Interno Bruto brasileiro. Ainda segundo Mendes e Neto (2011), no ano de 2017, essa participação saltou para 14,4%.

Nesse sentido, é importante pontuar que o bom desempenho desses indicadores econômicos na Região Nordeste foi acompanhado pela expansão do emprego formal que apresentou crescimento de 38% em 2006-2017, ou seja, um aumento de cerca de 2 milhões de empregos formais, com concentração nos setores da Administração Pública, do Comércio e da Indústria de Transformação, embora os setores das Atividades Imobiliárias e das Atividades Profissionais tenham sido os que apresentaram maiores taxas de crescimento no período.

Diante do exposto, fica clara a importância das políticas direcionadas para a Região Nordeste que vêm se apresentando como instrumentos canalizadores para a redução dos indicadores de pobreza e de concentração de renda tão presente junto à sociedade local. É importante ressaltar que os investimentos de infraestrutura física, distribuição de energia elétrica, agricultura, educação, habitação, saneamento, coleta de lixo, incentivos fiscais (concedidos pelo governo às empresas que migraram para a região) e as transferências financeiras (a exemplo do Bolsa Família) contribuíram para o impacto em maior escala nas regiões menos favorecidas, sendo um importante instrumento na melhora da qualidade de vida dos que eram privados de seus direitos.

2 Foi com a criação do Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN) que são apontados os pontos de estrangulamentos e soluções para o crescimento da economia nordestina.

3 Foi idealizada no governo do presidente Juscelino Kubitschek, tendo à frente o economista Celso Furtado como parte do programa desenvolvimentista então adotado.

4 Foi criada pela Medida Provisória nº 2.146-1, de 04 de maio de 2001, alterada pela Medida Provisória nº 2.156-5, de 24 de agosto de 2001 e instalada pelo Decreto nº 4.126, de 13 de fevereiro de 2002. A Adene substituiu a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – Sudene.

Posto isso, o objetivo deste trabalho é identificar os componentes da dinâmica do emprego nas microrregiões nordestinas no período de 2006-2017, utilizando o método de análise *shift-share* para 21 setores econômicos, permitindo uma verificação das componentes setorial, regional, nacional e alocação, que busca averiguar vantagens competitivas e especialização dessas microrregiões.

Este trabalho tem como uma das motivações a escassez de trabalhos que utilizam o método *shift-share* para o Nordeste, analisando suas microrregiões. Monte et al. (2013) utilizaram o método, modificado, proposto por Esteban-Marquillas (1972), para o Nordeste com foco em seus estados. Enquanto Lima e Simões (2010) utilizam o método para analisar as microrregiões nordestinas tratando de 14 setores econômicos por meio dos dados do IBGE.

Nesse contexto, este estudo apresenta algumas novidades analíticas, tais como: utiliza uma quantidade de informações superior a artigos anteriores, pois trabalha com 188 microrregiões e 21 setores classificados a partir da CNAE 2.0 – divulgados pelo Ministério do Trabalho (MTE), através do Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS) – e atualidade dos dados, visto que o período de análise é de 2006-2017.

A fim de atingir a análise acima especificada, este trabalho encontra-se dividido em mais cinco seções, além desta introdução. Com o intuito de contextualizar a discussão, a seção seguinte apresenta um panorama geral da evolução da economia nordestina e dos seus planos regionais de desenvolvimentos com enfoque no período de 2006-2017. Na terceira seção, será apresentado o método *shift-share*. A quarta seção reporta-se à apresentação e discussão dos principais resultados. Por fim, na última seção, são feitas as considerações finais a respeito deste estudo.

2 DESENVOLVIMENTO NORDESTINO E POLÍTICAS REGIONAIS

2.1 Do desenvolvimentismo ao liberalismo

Ao longo dos anos, a imagem de um Nordeste “pré-Sudene”, como chama Santos (2011), é a de uma região com pobreza em sua totalidade, baixo rendimento nas atividades agrícolas

e industriais, domínio político de uma burguesia agrícola coronelista, migrações, carcaças de bois pela caatinga e muita seca.

Nesse cenário, surgem as primeiras intervenções do Estado para o combate à seca, como a Inspeção de Obras Contra as Secas (IOCS) em 1909⁵. Ressalta-se que as políticas regionais destinadas à região a fim de combater a seca tinham um caráter assistencialista e essas iniciativas pouco mudaram a carência daquela população, especialmente porque se tratava de um programa que pretendia garantir o acesso à água, mas não visava a mudar a estrutura produtiva da Região Nordeste (SILVA, 2017).

Com o período desenvolvimentista do governo Juscelino Kubitschek, tendo como cerne a industrialização intensiva concentrada na Região Sudeste, o cenário resultou por agravar ainda mais a desigualdade regional (FURTADO, 1984; SANTOS, 2011; JOAQUIM, 2008; MONTIBELER et al., 2011; GUMIERO, 2014; STEINBERGER, 1988).

É notória a disparidade de renda per capita em 1956, existente entre a Região Nordeste e a Centro-Sul, com esta última sendo 68% maior que a primeira (BRASIL. GTDN, 1967, p. 15). Quando observado pelas atividades econômicas, o setor agropecuário nordestino cresceu em uma média anual de 2,8% no período de 1948 a 1956, pouco mais da metade do crescimento correspondente do setor industrial na mesma região que foi de 5,2% – enquanto o Centro-Sul crescia a taxas anuais de 3,6% para o setor agropecuário e 7,7% no setor industrial (BRASIL. GTDN, 1967, p. 23).

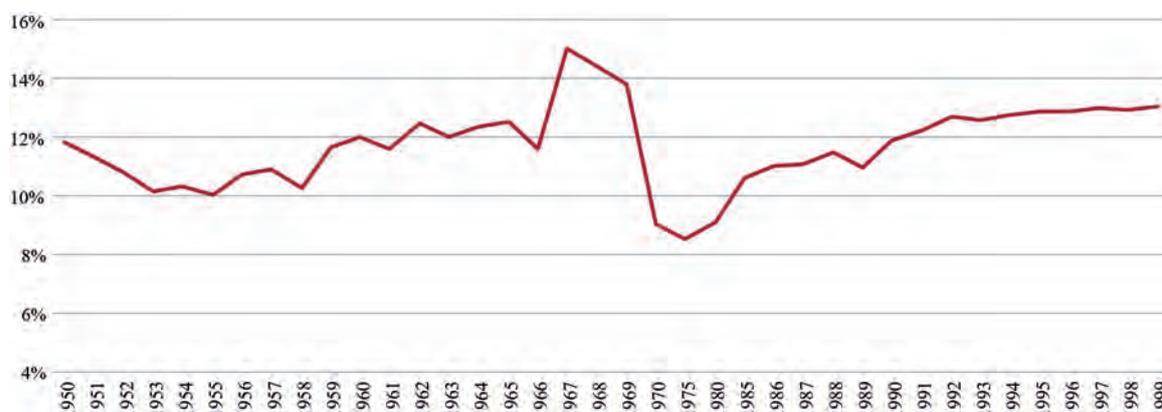
Nesse sentido, é criado o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN) com o propósito, segundo Vieira (2004) de levantar os problemas estruturais e econômico-sociais nordestinas, tendo em vista formulação de ações que pudessem levar a um ciclo de crescimento econômico regional. Em seu relatório, o GTDN conclui que: “A disparidade de níveis de renda existente entre o Nordeste e o Centro-Sul do país constitui, sem lugar a dúvida, o mais grave problema a enfrentar na etapa presente do desenvolvimento econômico nacional” (BRASIL. GTDN, 1967, p. 9).

5 Que em 1945 viria a ser chamada de Departamento Nacional de Obras Contra às Secas (DNOCS).

Como resultado do relatório da GTDN, foi criada a Sudene, um órgão planejador e coordenador das atividades, públicas e privadas, a fim de reduzir a vulnerabilidade, promovendo crescimento e desenvolvimento a partir de investimentos em todos os setores econômicos na Região Nordeste,

mas que contemplaria também parte dos estados de Minas Gerais e de Goiás. Mais do que propor planejamentos regionais, a Sudene, segundo Colombo (2012), visava à superação da política local da região, buscando reduzir o poder das oligarquias rurais, fortalecendo os governos nordestinos.

Gráfico 1 – Participação do Nordeste no PIB do Brasil



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do Ipeadata e do IBGE.

Em sua concepção inicial, os Planos Diretores da Sudene mostraram-se positivos, como mostra o Gráfico 1, com aumento da participação do PIB nordestino no País que foi de 10% para cerca de 12% nos primeiros anos da política. Essa rápida recuperação da economia nordestina, como mostra Furtado (1963, p. 84), a partir de 1959, não é resultado apenas das políticas cambiais, mas dos investimentos em fábricas para produzir manufaturas de sisal para exportação (PB, BA e PE); moinho de trigo (AL); fábrica de negro de fumo (BA); fábricas de tubos galvanizados e eletrodutos (PB); equipamentos para expansão da indústria de mineração (RN); equipamentos para construção de fábrica de soda cáustica eletrolítica e de fosfato de cálcio (PE); e instalação de um grande conjunto de produtos alimentícios (BA, CE e PB) (SAMPAIO, 1999).

Com o Golpe Militar de 1964, profundas reestruturações foram feitas na economia brasileira. O regime militar direcionou melhoria da agricultura na Região Nordeste a fim de que houvesse uma maior produtividade nesse setor, voltando a olhar a seca como entrave ao desenvolvimento e passando a direcionar políticas para estados mais desenvolvidos do Nordeste (COLOMBO, 2012).

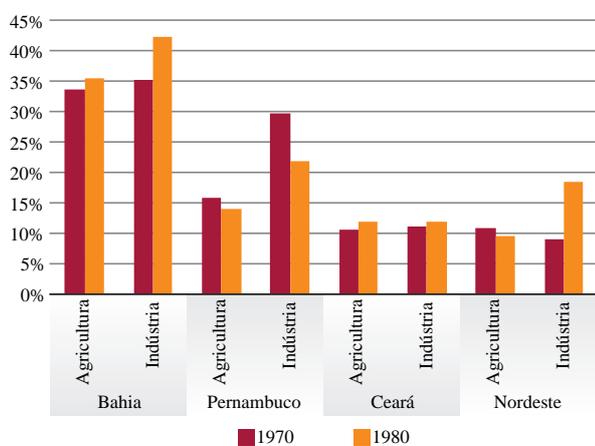
É importante ressaltar que, a partir do ano 1967, foi possível verificar alterações profundas na Sudene, podendo citar a sua incorporação ao Ministério Extraordinário para a Cooperação dos Organismos Regionais (MECOR) transformado, posteriormente, em Ministério do Interior (MINTER). Nesse processo, observa-se que as responsabilidades do desenvolvimento regional ficam subordinadas às Superintendências de Desenvolvimento Regional: Superintendência da Região Sul (Sudesul); Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa); Superintendência da Região Centro-Oeste (Sudeco); e Superintendência do Vale do São Francisco (Suvale); Sudene; Banco Nacional da Habitação (BNH); e outras instituições (CARVALHO, 2014; BRASIL PAEG, 1964; COLOMBO, 2012).

Em 1969, o Ministério do Planejamento e Coordenação Geral instituiu o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND). Como mostra Steinberger (1988), a estratégia de desenvolvimento regional do plano estava baseada na política nacional de integração que buscava desenvolver o Nordeste sem prejudicar o crescimento do Centro-Sul.

Assim, os Planos Diretores da Sudene foram absorvidos pelo I PND, dando espaço ao Plano de Desenvolvimento do Nordeste com ênfase na

implantação de um centro dinâmico de produção industrial nordestina e em uma maior integração desta região com a economia brasileira, com recursos financeiros direcionados aos estados mais desenvolvidos da Federação, como Pernambuco, Bahia e Ceará – voltando-se para a implantação do Complexo Petroquímico de Camaçari, na Bahia; do Complexo Cloroquímico de Alagoas; do Complexo Industrial Portuário de Suape, em Pernambuco; do Polo Siderúrgico do Maranhão; do Complexo Industrial de Base de Sergipe; do Polo Têxtil e de Confecções de Fortaleza, no Ceará; do Complexo Agroindustrial do Médio São Francisco, em Petrolina; do Polo de Fruticultura Irrigada do Vale do Açu, no Rio Grande do Norte, e diversos outros empreendimentos nas cidades nordestinas⁶, iniciando uma fase federativa de cooperação apenas vertical, onde as desigualdades – antes apenas regionais – passam então a ser, concomitantemente, interestaduais no Nordeste (SANTOS, 2011; COLOMBO, 2012; ARAÚJO, 1995).

Gráfico 2 – Participação da agricultura e indústria no PIB da região Nordeste



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE – Estatística do Século XX.

Nesse período, como foi possível observar no Gráfico 1, um pouco mais acima, os efeitos da crise internacional do petróleo causam uma queda na participação do Nordeste no PIB brasileiro, chegando a representar 8,5%, em 1975, e 9,1%, em 1980. Já no Gráfico 2, observa-se que a economia nordestina teve uma mudança na composição do seu PIB, com aumento da participação do setor industrial, que foi de 8,93%, em 1970, para 18,4%, em 1980, impul-

sionado pelos investimentos acima mencionados, com destaque para os estados da Bahia e de Pernambuco.

A década de 1980 traz com a Constituição de 1988 dois importantes elementos no tocante às políticas regionais, cujo objetivo centra-se na promoção de desregulamentação regional, tais como: (1) combate às desigualdades regionais; (2) fortalecimento dos estados e municípios que passam a ser atores políticos influentes, inclusive para propor, unilateralmente, agendas de desenvolvimento para suas regiões (COLOMBO, 2012, p. 156). Dessa forma, houve grande enfraquecimento das instituições de planejamento de políticas de desenvolvimento regional, levando ao desaparecimento das políticas regionais das agendas políticas e ao enfraquecimento da Sudene, ocasionando mais tarde a sua extinção.

Essa maior autonomia dos estados e municípios, segundo Silva (2014), dinamizou a competição na atração de investimentos através da chamada “guerra fiscal”, na qual os estados mais ricos são os beneficiados, pois possuem melhor estrutura para as empresas, corroborando Colombo (2012), que afirma a necessidade de maior autonomia a esses estados, pois argumenta que, enquanto os mais pobres mantiverem dependência das transferências financeiras do governo, as disparidades regionais tendem a se agravar.

Outra importante contribuição da Constituição de 1988 foi a criação dos fundos regionais para o Nordeste (FNE), Norte (FNO) e Centro-Oeste (FCO). Segundo Colombo (2012), a União deve repartir 47% do Imposto de Renda e do Imposto sobre Produtos Industrializados da seguinte forma: a) 21,5% para o Fundo de Participação dos Estados e do Distrito Federal; b) 22,5% para o Fundo de Participação dos Municípios; c) 3% para a aplicação em programas de financiamento do setor produtivo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, assegurando ao Semiárido do Nordeste a metade dos recursos destinados à Região.

Os anos de 1990 são caracterizados pela retomada da democracia atrelada à herança de alta inflação e com financiamento baseado em endividamento externo, continuidade a políticas de combate à inflação⁷, abertura econômi-

6 Para mais detalhes desses investimentos, vide Lima (1994).

7 Para mais informações sobre os planos de estabilização, vide

ca e por uma política neoliberal que defende o afastamento do Estado da gestão da política econômica, através da desregulamentação dos mercados, das privatizações⁸ de empresas públicas e da redução dos gastos sociais, ou seja, o estado mínimo.

No que tange à abertura econômica, a estrutura produtiva brasileira foi afetada, como mostra Carvalho (2012), com reduções de tarifas e eliminação de controles não tarifários sobre importações que levou a uma modernização tecnológica, principalmente no setor industrial intensivo no uso de tecnologia e capital brasileiro que, em consonância com resultados de Carvalheiro (2003), apresentou crescimento da produtividade. Esse processo de incorporação de tecnologia e crescimento produtivo pode ser considerado uma resposta da abertura econômica e da exposição econômica brasileira a produtos com uma maior qualidade, o que causou impacto na dinâmica do emprego brasileiro ao exigir trabalhadores qualificados e uma busca de aumento da produtividade com investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para a utilização de melhores máquinas.

Não obstante, as políticas regionais que vigoraram no período fazem parte do chamado Plano Plurianual de Investimento⁹ (PPA), com uma primeira etapa prevista para 1996-1999, tendo estratégias de investimentos para promover a integração e o desenvolvimento do Brasil, como um todo, e investimentos em setores prioritários como energia elétrica, telecomunicação, ciências e tecnologia, educação e setor agrícola que buscam reduzir os entraves em torno das regiões.

Colombo (2012) destaca os programas “Brasil em Ação”, lançado em 1996, e o “Avança Brasil”, em 1998. Nesses projetos não constava uma política regional, nem eles incluíam a Região Nordeste diretamente, apenas mencionavam que essa região se beneficiaria com o crescimento nacional. O autor destaca ainda que para o Nordeste os programas foram no sentido de resistência à seca com o Proágua, a fim de introduzir um novo modelo de irrigação ao de-

envolvimento sustentável e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), com o objetivo de financiar projetos que gerassem renda para agricultores familiares e assentados da reforma agrária.

Em suma, a direção das políticas regionais para o Nordeste, desde o início do século, fez-se com a mudança da visão de que o entrave para o desenvolvimento da região não era a seca, mas sim a forma de aplicação dessas políticas. Nesse sentido, cabe ressaltar que o setor agropecuário perdeu participação do PIB, enquanto os setores de Serviços e Indústria participaram em média com 13% e 10%, respectivamente, nos anos de 1985 a 2002.

Quanto aos indicadores sociais, a taxa de analfabetismo caiu significativamente de 40,22% da população para 23,31% em 2002; a taxa de mortalidade infantil foi reduzida de 154,9 por mil nascidos vivos para 41,7 por mil; e a esperança de vida do nordestino aumentou de 43,5 para 66,7 anos (SANTOS et al., 2011).

É inegável que o controle da inflação e o Plano Real influenciaram os anos seguintes atrelados ao cenário favorável da abertura econômica no aumento da produtividade, principalmente pela importação de máquinas (COLOMBO, 2012; REZENDE, 2009). Nesse sentido, foi possível observar que o início dos anos 2000 se dá com o desaparecimento das políticas das agendas políticas, com a perda de força da Sudene e com maior autoridade aos estados e municípios para realização de políticas regionais.

2.2 Ações para a retomada de investimentos regionais

O período pós-2000 foi marcado por uma política que seguia um tripé macroeconômico: superávit primário, meta inflacionária e câmbio flutuante – além de ser marco nas retomadas das políticas sociais, como afirma Steinberger (2013), no combate à fome e à pobreza. No ano de 2001, é criada a Agência Nacional de Desenvolvimento do Nordeste (Adene), em substituição à Sudene, para a retomada das discussões de políticas regionais.

Silva (2015), Resende et al. (2015) e Gumiero (2014) afirmam que a retomada das políticas regionais se dá no ano de 2003 com a proposta

Giambiagi (2011).

8 Programa Nacional de Desestatização de 1990, vide Saurin e Pereira (1998).

9 Tendo os Planos Plurianuais aprovações para os anos de 2000-2003, 2004-2007, 2008-2011, 2012-2015 e 2016-2019.

elaborada e formulada da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), vindo a ser instituída em 2007. A PNDR, segundo Pessoa (2016), partiu de um diagnóstico socioeconômico para redução das disparidades regionais com objetivo de explorar suas potencialidades.

Em sua primeira fase de 2008-2011, mas com uma diferença estratégica, o PNDR apresentava uma política preocupada com o sustentável em uma área de atuação, definida em quatro níveis, segundo Silva (2015) e Brasil (2007), de escala macrorregional: áreas de atuação da Sudene, da Sudam e da Sudeco, com exceção dos espaços de alta renda; escala intermediária: Semiárido, Faixa de Fronteira e regiões integradas de desenvolvimento (Rides); uma escala sub-regional: mesorregiões diferenciadas, territórios rurais e territórios da cidadania; e microrregiões de alta renda, dinâmicas, estagnadas e de baixa renda. Nesse sentido, as políticas regionais atuam com uma estratégia de Arranjos Produtivos Locais (APLs), que se originam em atividades locais como artesanato, confecção, calçado, turismo e outras atividades próprias das regiões, valorizando as diversidades locais (RESENDE et al., 2015).

Cabe ressaltar que as superintendências de desenvolvimento regional (Sudam, Sudene¹⁰ e Sudeco) estavam em plena recriação, segundo Alves e Neto (2014) e Santos (2011), com uma atuação de autarquia especial, administrativa e financeiramente autônoma, integrando-se ao Sistema de Planejamento e de Orçamento Federal, vinculada ao Ministério da Integração Nacional.

Os planos de execução do PNDR¹¹ são planos especificados em âmbito macrorregional: no Norte foi instituído o Plano Amazônia Sustentável (PAS); no Centro-Oeste o Plano Estratégico de Desenvolvimento do Centro-Oeste (PDCO); e na Região Nordeste foi criado o Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste (PDNE). Em relação às mesorregiões foram criados: o Programa de Desenvolvimento da Faixa de Fronteira (PDFF); o Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável

do Semiárido (Conviver); e o Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (PDSA).

Os instrumentos de financiamento das atividades do PNDR constituem-se pelo Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), pelo Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), pelo Fundo de Desenvolvimento da Amazônia (FDA), pelo Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO), pelo Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FNDE) utilizado no PNDR, segundo Brasil (2009), e pelos instrumentos de incentivos fiscais. Estes foram usados no sentido de conceder para empresas instaladas nas áreas de atuação das antigas Sudam e Sudene:

- i) redução do imposto sobre a renda e adicionais, calculados com base no lucro da exploração;
- ii) aplicação de parcela do imposto de renda em depósitos para reinvestimento;
- iii) isenção do IOF nas operações de câmbio para importação de bens;
- iv) isenção do adicional ao frete para renovação da Marinha Mercante (AFRMM);
- v) maior incentivo para contratação no exterior de assistência técnica ou científica e de serviços especializados;
- vi) maior subvenção do valor da remuneração de pesquisadores, titulados como mestres ou doutores;
- vii) depreciação acelerada incentivada;
- viii) desconto, no prazo de 12 meses, contados da aquisição dos bens, dos créditos da contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins (BRASIL, 2007 A, p. 18).

Ainda no início de 2007, junto ao PNDR, o governo lançou o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Diferentemente, o PAC não se constitui um plano nacional de desenvolvimento. Ele se configura um plano setorial de integração regional que viria a complementar o PNDR com o desenvolvimento do País, combinando crescimento econômico e distribuição de renda, fazendo das obras de infraestrutura um instrumento para todas as regiões.

Destacam-se os investimentos em infraestrutura subdivididos em: logística (rodovias, ferrovias, hidrovias, portos e aeroportos), visando aos investimentos de R\$ 58,3 bilhões; energia (geração e transmissão de energia elétrica, petróleo, gás natural e combustíveis renováveis) com R\$ 274,8 bilhões; e infraestrutura social (saneamento, habitação e recursos hídricos) com R\$ 170,8 bilhões, no que diz respeito aos

10 Como destaca Pessoa (2016), a recriação deu-se através da criação do Grupo de Trabalho Interministerial para Recriação da Sudene (GTI-Sudene).

11 Cabe ressaltar que alguns desses planos constituem objetos de programas específicos nos Planos Plurianuais (PPA).

estímulos ao crédito e aumento do volume, sobretudo no crédito habitacional e investimentos de longo prazo, tendo como principais medidas redução da taxa de juros, redução dos spreads do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e crédito da União através da Caixa Econômica Federal para habitação e saneamento, sendo este último um dos mais importantes projetos vinculados ao PAC pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). O PMCMV que teve início em 2009 com o objetivo de construir, segundo Macedo (2011), 1 milhão de unidades habitacionais. A terceira diretriz esteve focada na liberação de investimento em infraestrutura e construção civil para incentivar o aumento do investimento privado e, em uma perspectiva regional, a recriação das superintendências Sudene e Sudam (BRASIL, 2007).

Em uma concepção inicial, os primeiros anos da retomada de políticas regionais são marcados pelo volume de investimentos do PNDR com a PDNE, perfazendo um total de R\$ 41,230 bilhões. Como mostra o PDNE (2006), a sub-região Litorânea Sul receberá um montante, cerca de R\$ 11 bilhões, equivalentes a 21,8% do total dos investimentos, com concentração no estado da Bahia; a Litorânea Leste com R\$ 9,8 bilhões, com concentração no estado de Pernambuco; a Litorânea Norte com investimentos concentrados no Ceará e no setor da indústria com investimento total de R\$ 12,05 bilhões; o Cerrado tem o segundo menor total dos investimentos a serem aplicados, superando o Meio Norte que tem um montante de R\$ 75 milhões, consistindo apenas em projetos de infraestrutura; a Ribeira do São Francisco tem a previsão de R\$ 3,45 bilhões com um importante projeto que é a revitalização do Rio São Francisco, firmando a nova visão sustentável do período; o Sertão Norte e o Sertão Sul fazem parte do semiárido, onde cabe destacar importantes projetos como a integração do São Francisco e a Transnordestina.

Todavia, pode-se observar que a concentração dos investimentos se dá nos três maiores estados do Nordeste, direcionada para investimentos em estaleiro, refinaria, complexo portuário e termelétrico como o Porto de Suape (Pernambuco), Camaçari (Bahia) e Pecém (Ceará), além de outros investimentos como parques eólicos e terminal saleiro no Rio Grande do Norte

e trechos da Ferrovia Transnordestina. Em paralelo a esses investimentos, observa-se a expansão da fronteira agrícola através da produção de grãos, principalmente milho e soja, nos estados da Bahia e do Maranhão (BNB - Relatório de Gestão - FNE, 2008-2015).

Na segunda fase do PNDR, de 2012-2015, os objetivos foram redefinidos: 1) sustentar uma trajetória de reversão das desigualdades inter e intrarregionais, valorizando os recursos endógenos e as especificidades culturais, sociais, econômicas e ambientais; 2) criar condições de acesso mais justo e equilibrado aos bens e aos serviços públicos no território brasileiro, reduzindo as desigualdades de oportunidades vinculadas ao local de nascimento e de moradia (CASTRO, 2012).

Assim, a PNDR II tomou como espaço prioritário de atuação já definida na PNDR I, como alguns espaços no Sul e Sudeste, desde que classificados como de média e baixa renda (RESENDE et al., 2015). Os eixos estratégicos foram classificados como: a) Governança – visando aos diálogos com os entes federados de diferentes níveis de coordenação e execução dos planos de desenvolvimento para o combate à desigualdade; b) Financiamento – o financiamento da PNDR II tem os mesmos instrumentos citados no PNDR I; c) Elegibilidade dos espaços – esses critérios permitem priorizar as áreas de atuação citadas acima e estabelecer programas de desenvolvimento regional com prioridade aos já definidos antes, enquanto outros podem ser definitivos ou temporários; d) Desenvolvimento Regional Sustentável – este se divide em quatro vertentes estratégicas: 1) estrutura produtiva, visando a um maior fortalecimento das cadeias produtivas regionais; 2) rede de cidades – atualiza os estudos sobre as cidades brasileiras a fim de destinar políticas eficientes que tornem mais competitivas as estruturas e o aumento da capacidade de atrair investimentos; 3) infraestrutura – projetos de infraestrutura regionalmente estratégicos em escala macrorregional com interesse de consolidar os corredores logísticos que constituem os eixos de desenvolvimento; 4) educação, capacitação e P&D – expansão da rede federal de ensino superior, profissional e tecnológico, criar e estimular pesquisas, desenvolvimento e inova-

ção para as temáticas estratégicas para atração de empresas inovadoras.

Para os anos seguintes, o PAC também foi relançado com vigência de 2011-2014 e 2015-2018, mas desta vez com diretrizes de investimentos fundamentadas em infraestrutura: Transporte, Energia, Água e Luz para Todos, PMCMV e Comunidade Cidadã (MINISTÉRIO DAS CIDADES). Jardim e Silva (2015) observam uma ênfase maior na inclusão social nesta fase do PAC, com investimentos em infraestrutura que visam a fornecer cerca de R\$ 955 bilhões de 2011-2014, com cerca de 50% do investimento direcionado para Energia, 30% para o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e 11% para o Transporte. O grande destaque no PAC 2 são os investimentos do PMCMV¹², que foram importantes no aquecimento do mercado de habitação e na geração de emprego formal no setor da construção civil no Nordeste e no país (TEXEIRA, 2018).

De 2006-2017, o PIB brasileiro teve aumento médio de 2,2%, com seu melhor desempenho em 2010, quando apresentou crescimento de 7,54%. Nesse mesmo período, os setores da Indústria, da Agropecuária e de Serviços apresentaram mudanças na participação relativa no produto brasileiro. A Agricultura cresceu 5,31% na sua participação relativa, junto ao setor de Serviços, que obteve alta de 11,19%, passando esses setores a representar 4,6% e 48,14% do PIB brasileiro. Já o setor da Indústria reduziu na sua participação em 22,78%, passando de 23,54% do PIB para 18,18%.

As tomadas de decisões de 2011, com forte intervenção governamental na economia com política monetária de redução da taxa de juros e política fiscal com elevação nos gastos, concessões de subsídios e intervenção em preços ficaram conhecidas como a Nova Matriz Econômica (NME) e serão apontadas como uma das causas da crise econômica brasileira de 2014¹³, sentida não só no crescimento brasileiro, mas também na Região Nordeste. Como podemos observar no Gráfico 3, a seguir, temos uma queda do PIB brasileiro em 3,5%, em 2015, e 3,3%, em 2016, enquanto a economia nordestina, que cresceu

em uma média de 2% de 2006-2017, apresentou os piores desempenhos nos anos 2015 com -2% e 2016 com -2,2%.

Gráfico 3 – Crescimento Brasil X Crescimento Nordeste



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do Ipeadata e do IBGE.

Quando aos setores nordestinos, podemos constatar também mudança na participação relativa dos setores no PIB do Nordeste, iniciando no mesmo período em que as medidas da NME foram adotadas. O setor da Agricultura reduziu sua participação, indo de 7,37% para 5,81% do PIB, o setor da Indústria retraiu 17%, enquanto o setor de Serviços passou de 38,35% do PIB para 43,41%.

Nesse sentido, o mercado de trabalho formal brasileiro, analisado pelos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) no período de 2006-2017, expandiu 38% de postos de trabalhos, aumentando 11 milhões de empregos formais. Verifica-se concentração da criação de novos postos de trabalhos nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul enquanto as regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste apresentam crescimento do emprego acima da taxa nacional.

Esse significativo resultado nas regiões Norte e Centro-Oeste pode estar relacionado ao desempenho do setor da Agricultura, com destaque para a produção de soja que refletiu no crescimento significativo do emprego formal dessas duas regiões, aumento de 125 mil empregos nas regiões, ou seja, crescimento de 48% entre 2006-2017. As regiões Sul e Sudeste apresentaram alta do emprego abaixo da taxa nacional, provavelmente pelo desempenho das

12 Mais detalhes dos financiamentos do PMCMV, vide MINISTÉRIO DAS CIDADES (2009) - Plano Nacional de Habitação.

13 Para mais informações sobre a crise de 2014, vide Barbosa Filho (2017).

regiões menos desenvolvidas com melhores taxas de crescimento.

Esse resultado corrobora o trabalho de Monte et al. (2013), que verificou no período de 2000-2009 nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste maiores taxas de crescimento do emprego. O estudo observou ainda que as regiões Sul e Sudeste perderam concentração de emprego, principalmente no setor de Indústria de Transformação, onde essa desconcentração continuou com as políticas regionais voltadas a elevar a renda daquelas regiões menos desenvolvidas com incentivos para a instalação de empresas e investimentos em obras públicas.

Através da análise dos setores econômicos, é possível pontuar dois cenários. O primeiro refere-se ao crescimento do emprego formal em todos os setores da economia no período de análise, com exceção do setor de Serviços Domésticos que reduziu quase 70%. O segundo cenário observado é que a trajetória de alta do emprego formal em todos os setores foi uniforme para todas as regiões brasileiras analisadas. Os setores que mais contribuíram para o crescimento do emprego formal no País foram Atividades Financeiras, Atividades Profissionais e Científicas e Saúde Humana e Serviços Sociais, tendo os setores de Serviços Domésticos, Agricultura e Indústrias de Transformação contribuído em menor proporção.

Ao analisar a Região Nordeste por unidades da federação, é possível observar concentração do emprego entre os três estados mais ricos da região, Bahia, Pernambuco e Ceará, sendo possível notar que o emprego formal cresceu mais representativamente nos estados do Maranhão e do Piauí. Contudo, estes estados ocupam pequena parcela do emprego no Nordeste, com cerca de 7% e 5%, respectivamente.

Na Tabela 1.A observa-se ainda que, no período de análise, apenas os estados do Ceará, do Maranhão, da Paraíba e do Piauí cresceram acima do verificado para a Região. O setor da Agricultura apresentou alta nos estados da Bahia, do Piauí e do Maranhão, que se mostraram os maiores produtores de soja do Nordeste, além dos investimentos de irrigação no polo frutífero de manga e de uva na Bahia.

As indústrias extrativas e de transformação aumentaram o pessoal ocupado em grande parte dos estados impulsionados pelo crédito para

aquisição de máquinas e implantação de fábricas, o que vale lembrar que a indústria extrativa é extensiva em mão de obra. Já os setores de Eletricidade e Gás e Água e Esgoto cresceram na maioria dos estados pelos investimentos indiretos do setor de Construção e pela implantação de termelétricas no estado de Alagoas, campos de geração de energia eólica e combustível gás natural no Rio Grande do Norte.

Dando continuidade à análise dos dados expostos na Tabela 1.A, identifica-se que o setor da Construção apresentou taxa de crescimento expressivo. Mesmo que no decorrer dos anos houve melhores taxas, seus investimentos em construções de habitação, infraestrutura ferroviária e infraestrutura rodoviária proporcionaram evolução no setor de Atividades Imobiliárias e Atividades Financeiras.

O setor de Educação foi positivo em todos os estados nordestinos, sendo um reflexo da política de interiorização da rede federal de escolas técnicas e de ensino superior relacionadas com o setor de Atividades Profissionais e Científicas. Por fim, podemos observar que o setor de Administração Pública apresentou taxas maiores nos estados do Maranhão, do Ceará e do Piauí, podendo ser um indicativo de que essas regiões possuem certa dependência desse setor.

É nesse contexto de crescimento econômico nordestino favorável ao mercado de trabalho, ampliação do crédito, estímulo ao consumo e dos investimentos em parcerias públicas privadas que se pretende analisar a dinâmica do emprego no Nordeste a partir de suas microrregiões pelo método *shift-share*.

3 METODOLOGIA *SHIFT-SHARE*

O método *shift-share* é um importante instrumento de análise da estrutura produtiva, tendo sua formulação feita por Dunn (1960) que, como salienta Junior e Galete (2010), descreve o crescimento de uma região ao decompor seus componentes em uma análise descritiva. Segundo Souza (2009), o crescimento das regiões deve-se a dois fatores: um relacionado ao nível regional, decorrente das características naturais e econômicas da própria região, conferindo-lhe vantagens produtivas para determinados seto-

res; e o outro representado pelas atividades locais que estão crescendo nacionalmente.

Por ser de uma fácil aplicação, o método tem sido amplamente utilizado na literatura de análise regional. Em se tratando de áreas menores¹⁴, como este trabalho que aborda os estados, podem-se fazer as adaptações das nomenclaturas necessárias sem alterar o modelo original, atendendo as suas limitações e ao objetivo deste trabalho.

Cabe destacar que, para a utilização do método, dados sobre produção são preferíveis, pois, de acordo com Souza (2009), refletem melhor a contribuição de cada um dos fatores no processo de produção, mas a variável emprego tem sido utilizada devido à disponibilidade dos dados no âmbito estadual.

O propósito do método, segundo Herzog e Olsen (1977), é o de decompor a variação setorial do emprego de cada microrregião, entre o ano inicial e o ano final, em três componentes. Definindo, com base em Souza (2009), a variação total do emprego do setor i na microrregião j (ΔE_{ij}) é igual ao nível de emprego final menos o emprego inicial:

$$E_{ij} = E_{ij}^1 - E_{ij}^0 \quad (1)$$

A variação total do emprego do setor i da microrregião j pode ser expressa em termos do emprego inicial, multiplicado por sua taxa de variação no período, como segue:

$$\Delta E_{ij} = E_{ij}^0 e_{ij} \quad (2)$$

Em que $e_{ij} = [(E_{ij}^1 - E_{ij}^0) / E_{ij}^0]$. Definem-se as demais taxas de variação do emprego entre o ano inicial e o final como: total regional: $e = [(E^1 - E^0) / E^0]$ e setor i regional: $e_i = [(E_i^1 - E_i^0) / E_i^0]$.

Adicionadas as variáveis estrutural e diferencial, finalmente chega-se à equação que mostra a variação real do emprego:

$$(E_{ij}^1 - E_{ij}^0) = (E_{ij}^0 e) + E_{ij}^0 (e_i - e) + E_{ij}^0 (e_j - e_i) \quad (3)$$

A equação (3) mostra que a variação real do emprego (Total) do setor i na microrregião j é igual à variação Teórica (N_{ij}), primeiro termo à es-

¹⁴ Neste trabalho, nossos cálculos foram feitos com microrregião, sendo mencionado como a região da metodologia e o nível nacional é nossa região de análise.

querda da equação – que representa o acréscimo de emprego que a microrregião teria se crescesse à taxa da região –, somada à variação Estrutural (P_{ij}) – que representa o emprego que a microrregião poderá obter como resultado de sua composição industrial – e a variação Diferencial (D_{ij}) – que representa o montante de emprego que a microrregião conseguirá devido à taxa de crescimento ser maior ou menor que a média da região.

Segundo Souza (2009), se uma variação do emprego total de um setor i de um estado j for maior que a variação teórica, significa que o emprego desse setor cresceu mais que a média regional e que existem elementos dinâmicos, internos ou externos que atuam de forma positiva na região. Caso a variação do emprego total seja menor que a teórica, significa que não está havendo dinamismo do setor i no estado j , pois está crescendo abaixo da média regional.

Para tanto, é possível observar quatro efeitos dessa construção:

- O efeito Total será positivo quando os efeitos estrutural e diferencial forem positivos ou quando um deles for positivo suficiente para superar a magnitude negativa do outro;
- O efeito Teórico corresponde à variação do emprego que o setor teria se ele crescesse na mesma taxa da Região;
- O efeito Estrutural ou Setorial, se positivo, indica que o setor i da economia estadual cresceu mais do que a economia da região, tendo o estado j esse dinamismo positivo quando o setor i estiver representado, localizado no estado;
- O efeito Diferencial, Competitivo ou Regional, se positivo, indica que o crescimento do setor i no estado j foi superior ao crescimento deste mesmo setor no âmbito regional, ocorrendo, segundo Souza (2009), porque o estado possui vantagens locacionais específicas para a atividade i .

3.1 Aprimoramento do *shift-share*

Contudo, algumas limitações¹⁵ no modelo de Dunn (1969) são apontadas por Galeano et al. (2012): 1) influências exógenas sobre a região; 2) interdependência das componentes estrutural

¹⁵ Para mais discussões sobre as limitações, vide Ashby (1968) e Houston (1967).

e regional; 3) uso do método sob análise estática comparativa; 4) dificuldade para identificar o impacto de mudanças na composição setorial sobre o crescimento da região, no período de análise. Essas limitações foram abordadas por autores como Stilwell (1969), Chalmers (1971), Edwards et al. (1978), Stokes (1974), Mackay (1968), Arcelus (1984) e Esteban-Marquillas (1972) que reformularam o modelo original a fim de sanar essas limitações.

No entanto, o método de análise utilizado neste trabalho consiste na aplicação da reformulação do *shift-share* feita por Esteban-Marquillas (1972) cuja finalidade era resolver um dos problemas de limitação em Dunn (1960): os efeitos estrutural e diferencial estarem entrelaçados e não considerarem as mudanças na estrutura do setor regional durante o período em que todas as taxas de crescimento são ponderadas pelos níveis de emprego do ano base, não levando em consideração a mudança entre o ano base e o ano final¹⁶.

Esteban-Marquillas (1972) reorganiza a equação (3) para resolver o problema dos efeitos entrelaçados, introduzindo uma variável, o emprego esperado ou emprego homotético, no lugar do emprego efetivo do período inicial no efeito diferencial, sendo o emprego esperado do setor *i* do estado *j* definido como:

$$E_{ij}^{0*} = E_j^0(E_i^0/E^0) \quad (4)$$

Em que E_{ij}^{0*} é o emprego esperado, o E_j^0 é o emprego total do estado *j* no ano base, E_i^0 é o emprego total do setor *i* no nível da região no ano base e E^0 é o emprego total da região do ano base. Com essa introdução do emprego esperado no efeito diferencial, o mesmo é definido como:

$$D_{ij}' = E_{ij}^{0*}(e_{ij}-e_i) \quad (5)$$

De acordo com Souza (2009), ao substituir o emprego esperado no lugar do emprego efetivo, do efeito diferencial, Esteban-Marquillas (1972) procurou eliminar a influência estrutural do efeito diferencial. Essa influência estrutural foi definida como a diferença entre o efeito diferencial com o emprego efetivo e o efeito diferencial com o emprego esperado, definida como:

$$A_{ij}' = (E_{ij}^0/E_{ij}^{0*})(e_{ij}-e_i) \quad (6)$$

A equação (6) mostra que o efeito alocação (é igual à multiplicação do efeito especialização com o efeito vantagem comparativa, que capta desvantagens ou vantagens nos setores de uma região. O efeito alocação indica se a região é especializada (naqueles setores que apresentam vantagens comparativas). Segundo Herzog e Olsen (1977), podem surgir quatro resultados possíveis, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Possíveis efeitos de alocação

Descrição	Efeito Alocação (Aij)	Especialização (Eij - Eij0*)	Vantagem Competitiva (eij - ei)
Desvantagem Competitiva Especializada (DCE)	-	+	-
Desvantagem Competitiva Não Especializada (DCNE)	+	-	-
Vantagem Competitiva Não Especializada (VCNE)	-	-	+
Vantagem Competitiva Especializada (VCE)	+	+	+

Fonte: elaborada pelos autores com base em Herzog e Olsen (1977).

Segundo Souza (2009), as regiões mais dinâmicas são as que possuem vantagem competitiva especializada, o setor encontra-se bem representado na região e cresce mais na região do que no País.

Um efeito alocação positivo indica que a região é especializada na produção do setor *i* e que

esse setor está crescendo mais na região do que nacionalmente – na figura acima é representada pela VCE – ou pode indicar que a região não é especializada e que está crescendo menos que a média nacional, DCNE. Se o efeito alocação for negativo, pode significar que a região não é especializada, mas seu setor está crescendo acima da média nacional, VCNE, ou pode ser

¹⁶ Pode-se observar essa ponderação na equação (3).

que a região é especializada no setor, mas está crescendo abaixo da média nacional, DCE.

$$(E_{ij}^1 - E_{ij}^0) = E_{ij}^0 e + E_{ij}^0 (e_i - e) + E_{ij}^{0*} (e_{ij} - e_i) + (E_{ij}^0 - E_{ij}^{0*}) (e_{ij} - e_i) \quad (7)$$

Em que o crescimento econômico regional passa a ter quatro componentes: a variação teórica mais a variação estrutural mais a variação diferencial mais a variação diferencial com a eliminação da influência estrutural.

3.2 Base de dados

Este trabalho usa dados sobre emprego formal que são divulgados pelo Ministério do Trabalho através do Relatório Anual de Informações Sociais, que todas as empresas formais do país são obrigadas a preencher anualmente.

A análise *shift-share* contemplou as 188 microrregiões nordestinas para o período de análise de 2006 a 2017, com um recorte setorial da Classificação Nacional da Atividade Econômica (CNAE 2.0) de um dígito, abrangendo os seguintes setores: Seção A: Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura (Agricultura); Seção B: Indústrias Extrativas (Ind. Extr.); Seção C: Indústria de Transformação (Ind. Transf.); Seção D: Eletricidade e Gás; Seção E: Água, Esgoto, Atividades de Gestão de Resíduos e Descontaminação (Água e Esgoto); Seção F: Construção¹⁷; Seção G: Comércio, Reparação de Veículos Automotores e Motocicletas (Comércio); Seção H: Transporte, Armazenagem e Correio (Transporte); Seção I: Alojamento e Alimentação (Alimentação); Seção J: Informação e Comunicação (Comunicação); Seção K: Atividades Financeiras de Seguros e Serviços Relacionados (Ativ. Financeiras); Seção L: Atividades Imobiliárias (Ativ. Imobiliárias); Seção M: Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas (Ativ. Profissionais); Seção N: Atividades Administrativas e Serviços Complementares (Ativ. Administrativas); Seção O: Administração Pública, Defesa e Seguridade Social (Adm. Pública); Seção P: Educação; Seção Q: Saúde Humana e Serviços Sociais (Saúde Humana); Seção R: Artes, Cultura, Esporte

Assim, a equação modificada do método *shift-share* de Esteban-Marquillas (1972) é a seguinte:

e Recreação (Arte e Cultura); Seção S: Outras Atividades de Serviço (Outros Serviços); Seção T: Serviços Domésticos (Serv. Domésticos); e Seção U: Organismos Internacionais e Outras Instituições Extraterritoriais (Organismos Internacionais), que será levado em conta no cálculo, mas não será analisado devido ao baixo nível de emprego registrado nesse setor.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta, inicialmente, os resultados gerais. Ela foi feita com o uso da metodologia *shift-share*, para microrregiões nordestinas em geral no período de 2006-2017 e depois se detalha para seus nove estados, com foco nas microrregiões. Devido à grande quantidade de microrregiões, optou-se pela discussão por estado das microrregiões com um detalhamento de 51 microrregiões que representam cerca de 80% dos empregos em seus respectivos estados, sendo essas representadas por 80,5% do emprego total do Nordeste no ano de 2017¹⁸, como pode ser visto na Tabela 2.A.

Pode-se observar na Tabela 2.A que o efeito teórico foi, em geral, positivo para as 188 microrregiões, tendo este o efeito maior participação na variação do emprego. Ademais, conforme destacam Monte et al. (2013), esta evidência pode estar relacionada às políticas destinadas aos estados nordestinos, mas com decisões que são determinadas no âmbito regional, visando ao desenvolvimento da região como um todo.

Outra informação que podemos extrair da Tabela 2.A é sobre o componente estrutural, que se apresentou negativo no geral das microrregiões, mas positivo em 18 microrregiões do total de 51, destacando as microrregiões de Salvador, Recife, Aracaju, Natal, Fortaleza, Teresina, Maceió, Aglomeração Urbana de São Luís e Campina Grande. Isto é, todas as microrregiões que representam as regiões metropolitanas dos estados e concentram pouco mais de 50% do

¹⁸ Essas microrregiões estão em negrito na Tabela 2.A.

¹⁷ Será chamado de Construção Civil ao longo do trabalho. Compreende a construção de edifícios em geral, as obras de infraestrutura e os serviços especializados para construção que fazem parte do processo de construção.

emprego na região apresentaram o componente estrutural positivo. Nesse sentido, esse resultado sugere que o crescimento do emprego nessas microrregiões se dá, em parte, pela sua estrutura produtiva.

Já o componente diferencial apresentou valores positivos nas microrregiões em geral, sugerindo que a taxa de crescimento do emprego nos setores das microrregiões foi maior que a média da Região Nordeste. Exceção para algumas microrregiões dos estados do Rio Grande do Norte, como Litoral Sul (-2910,92), no estado de Alagoas a Microrregião Alagoana do Sertão do São Francisco (-1062,35) e Bahia com a Microrregião Salvador (-250771,3).

Por fim, vamos analisar o componente alocação, pela Tabela 1.B do apêndice, que como pode ser visto, em geral, é positivo, significando que a maioria das microrregiões nordestinas está especializada em setores nos quais possuem vantagens competitivas ou não estão especializadas em setores que possuem desvantagens competitivas.

No estado do Maranhão, os maiores ganhos de emprego estão nas microrregiões de Gerais de Balsas e Baixada Maranhense, com crescimento do emprego de 90% e 92%, respectivamente, no período de 2006-2017 e estão ligados aos setores de Construção, Atividades Imobiliárias e Atividades Profissionais e Científicas. As maiores perdas de emprego estão relacionadas aos setores de Indústria de Transformação, Indústria Extrativa e Eletricidade e Gás, setores intensivos em capital, o que requer cuidado ao serem analisados uma vez que a redução de mão de obra nesses setores não necessariamente implica perda de competitividade, dada a possibilidade de introdução de novas tecnologias que demandam pouca mão de obra.

É possível observar que existem alguns setores nessas microrregiões que não são especializadas nem possuem vantagens competitivas como Indústria de Transformação e setores que possuem vantagem competitiva, mas não especialização como Construção, Alojamento e Alimento e Informação e Comunicação. Já aqueles com vantagem competitiva e especialização estão nos setores de Administração Pública, Agricultura e Comércio.

Para as microrregiões do estado do Piauí, houve aumento do trabalho em todas as microrregiões de análise, com maior ganho na microrregião de Picos com concentração desses ganhos nos setores de Água e Esgoto, Alojamento e Alimentação e Atividades Profissionais e Científicas. As maiores perdas de postos de trabalho estão ligadas a setores que, no geral, apresentaram desvantagem competitiva não especializada nas microrregiões desse estado. Uma das características dessas microrregiões é a não especialização em setores intensivos em capital como os setores da Indústria de Transformação e Indústria Extrativa e apresentar vantagem competitiva especializada no setor de Administração Pública e Comércio.

Nas microrregiões que pertencem ao estado do Ceará, os maiores ganhos foram nos setores de Construção, Alojamento e Alimento, Saúde Humana e Atividades Imobiliárias. As perdas de emprego estão concentradas nos setores de Indústria Extrativas e Eletricidade e Gás, setores intensivos em capital, o que necessariamente não implica perda de competitividade. Há especialização em setores com vantagem competitiva como o setor da Agricultura e Indústria de Transformação (onde está o setor de Calçados, característico do estado). No período de análise, as microrregiões do Ceará apresentaram, em geral, vantagem competitiva em setores não especializados como Atividades Profissionais e Científicas, Atividades Imobiliárias, Atividades Financeiras, Construção e Comércio.

As microrregiões do Rio Grande do Norte, como dito anteriormente, apresentaram um componente diferencial negativo, em geral, o que significa que o crescimento do emprego nessas microrregiões foi menor que a média da Região Nordeste. A perda de emprego é maior nos setores de Agricultura e Indústria Extrativa, com perdas nas cinco microrregiões de análise. Já os ganhos se concentraram nas microrregiões litorâneas e nos setores de Atividades Profissionais, Atividades Imobiliárias, Atividades Administrativas e Alojamento e Alimentação, cujas microrregiões apresentaram vantagem competitiva sem especialização, tendo como características das microrregiões litorâneas do Rio Grande do Norte a atividade econômica do turismo, chamando atenção para as políticas pú-

blicas que devem ser direcionadas à melhoria das vantagens locais.

Pelas microrregiões de Patos, Campina Grande, Litoral Norte e Guarabira, todas pertencentes ao estado da Paraíba, observa-se redução do crescimento do emprego nos setores da Indústria Extrativa, Eletricidade e Gás e Serviços Domésticos, tendo os ganhos desse emprego nos setores de Atividades Administrativas, Atividades Imobiliárias e Educação. Quanto às vantagens comparativas, as microrregiões não apresentam especialização nos setores de Informação e Comunicação e Atividades Financeiras e desvantagem competitiva não especializada no setor de Eletricidade e Gás.

Já as microrregiões pernambucanas Petrolina e Suape tiveram os maiores crescimentos do emprego no período com 62% e 60%, respectivamente. Os setores que mais contribuíram foram os de Informação e Comunicação, Atividades Imobiliárias e Água e Gás. É possível observar que as microrregiões pernambucanas apresentaram maior diversidade na especialização dos setores com vantagem competitiva, como os setores do Comércio, da Indústria de Transformação, da Administração Pública, do Transporte e da Agricultura – cabendo destacar ainda aqueles setores em que a vantagem competitiva se manteve, mas a especialização não foi apresentada, como os setores de Alojamento e Alimentação e de Informação e Comunicação.

Na análise das microrregiões no estado de Alagoas, observar que o componente teórico foi negativo, causando perda no emprego, principalmente nos setores de Eletricidade e Gás, Indústria de Transformação e Agricultura. É preciso destacar que os setores que mais contribuíram para o crescimento do emprego foram os de Informação e Comunicação e de Atividades Administrativas cujas microrregiões apresentaram-se com vantagem competitiva não especializada, podendo indicar mudança na dinâmica do emprego nessas microrregiões. Em termos de especialização, essas microrregiões seguem a característica de serem especializadas em setores com desvantagem competitiva, como Eletricidade e Gás e Indústria Extrativa, e não especialidade em setores com vantagem competitiva como Alojamento e Alimentação, Informação e Comunicação e Atividades Pro-

fissionais e Científicas – além de apresentarem vantagem competitiva especializada no setor de Administração Pública.

Nas mesorregiões de Agreste de Itabaiana, Agreste de Lagarto, Baixo Contiguiba, Aracaju e Estância, o componente estrutural foi negativo, o que indica que o crescimento do emprego nessas microrregiões se dá pela estrutura produtiva presente nelas. Assim, o ganho do emprego nessas microrregiões se encontra nos setores de Atividades Profissionais e Científicas e de Saúde Humana. Essas microrregiões tiveram especialização em setores que possuem vantagens competitivas como Agricultura, Indústria de Transformação e Administração Pública, além de vantagem competitiva em setores não especializados como Comércio e Alojamento e Alimentação.

Para as microrregiões baianas, o componente teórico foi o maior responsável pelo crescimento do emprego com destaque aos setores de Água e Esgoto e Atividades Imobiliárias. No que tange à especialização, essas microrregiões se caracterizaram por não serem especializadas em setores que possuem vantagem competitiva como Transporte, Alojamento e Alimentação e Atividades Imobiliárias – além de vantagem competitiva em setores especializados como Agricultura, Indústria de Transformação, Comércio, Atividades Financeiras e Administração Pública.

As demais microrregiões nordestinas, 137, que ficaram de fora do maior detalhamento da discussão, seguiram a mesma característica da maioria das microrregiões analisadas, com especialização em setores com desvantagem competitiva e vantagem competitiva em setores não especializados.

Por fim, duas características das microrregiões nordestinas neste estudo: i) mostraram ser especializadas com vantagem competitiva no setor do Comércio e da Administração Pública, neste último, forte presença do estado na promoção de empregos; ii) as microrregiões que representam as capitais dos estados parecem ser divididas em dois grupos: o primeiro é mais dinâmico quanto às vantagens competitivas especializadas, como é o caso das microrregiões de Recife, da Bahia e de Sergipe; o segundo gru-

po parece ter maior dependência dos setores do Comércio e da Administração Pública.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo principal analisar as mudanças estruturais ocorridas nas microrregiões nordestinas, utilizando o método *shift-share* para 21 setores da economia no período de 2006-2017, identificando os setores que apresentaram vantagem competitiva e especialização. Os primeiros resultados mostram uma concentração do emprego nas microrregiões onde estão as capitais dos estados e nos setores de Comércio, Indústria de Transformação e, principalmente, no setor de Administração Pública. Isto é, nas 51 microrregiões selecionadas, essa concentração neste último setor apresenta-se em menor proporção nas microrregiões dos estados de Pernambuco e Bahia, movimento também visto por Monte et al. (2010), que afirmam que esse resultado pode ser um indicativo de que nessas microrregiões o setor privado é mais dinâmico e consegue absorver grande parte da mão de obra, enquanto nas outras microrregiões há dependência do setor público para geração de empregos.

No que tange ao componente Alocação, salienta-se que as microrregiões apresentaram uma dinâmica parecida nos setores de Administração Pública e Comércio, onde no geral houve vantagem competitiva e especialização nesses setores – cabendo ainda destacar a não especialização em setores com vantagem competitiva como Atividades Imobiliárias, Atividades Profissionais e Científicas, Informação e Comunicação, Indústria Extrativa e Indústria de Transformação.

Já no caso das demais microrregiões que compõem a região Nordeste, podem ser verificados alguns padrões: i) poucas microrregiões apresentaram vantagem competitiva e especialização nos setores de Indústria de Transformação e Indústria Extrativa, os quais com vantagens locais para algumas microrregiões, como o setor de calçados no Ceará; ii) poucas microrregiões são especializadas em poucos setores, com concentração nos, já citados, setores de Administração Pública e Comércio.

Ainda que não invalide os resultados encontrados, faz-se pertinente a explicitação de algumas limitações acerca do modelo *shift-share* utilizado neste trabalho, referente ao não detalhamento e a não observação de mudanças na estrutura econômica da região.

Diante desse contexto, é importante ressaltar que as ações e execuções de políticas de desenvolvimento regional, especificamente para a região Nordeste, apresentaram-se ao longo do período analisado como forte instrumento de produtividade do trabalho e como dinamizador da infraestrutura econômica e social dessa região. Não se pode negar que o cenário foi favorável, mas em consonância com Araújo (1995), grande é a dependência dessa região de ações de gestores públicos de nível federal, seja com investimentos seja por meio de geração de emprego.

Sendo assim, o resultado encontrado reforça a necessidade de que a política de desenvolvimento regional não deve visar à concentração de atividades econômicas em uma localidade para não acarretar aumento dos custos sociais, como uma desigualdade regional, no caso da nossa análise, nordestina com disparidades dentro da própria região. Cabe à política de desenvolvimento, principalmente através de medidas fiscais, evitar esses problemas (FURTADO, 1963).

Em relação às perspectivas futuras desta pesquisa, pretende-se incluir uma análise econômica com o propósito de enfrentar certas limitações do *shift-share*, captando o impacto das políticas sobre a região e verificando o porquê de a concentração do emprego ser maior em determinada região, verificar o impacto do crescimento dessas mudanças estruturais no crescimento da região e tentar identificar os fatores regionais e/ou locais que afetam as regiões com uma análise mais detalhada no âmbito de divisão do CNAE 2.0.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, T. B. Nordeste, nordestes: que nordeste. **Federalismo no Brasil: Desigualdades Regionais e Desenvolvimento**. São Paulo: Unesp, 1995.

- ARAÚJO, T. B. Nordeste: desenvolvimento recente e perspectivas. São Paulo: Unesp, 2014.
- ARAÚJO, T. B.; SANTOS, V. M. Desigualdades regionais e Nordeste em formação econômica do Brasil. In: **50 anos de Formação econômica do Brasil**. Brasília, Ipea, 2009. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=comcontent&view=article&id=5614>.
- ARAÚJO, T. P. de; SOUZA, A. V.; LIMA, R. A. Nordeste: economia e mercado de trabalho. **Estudos avançados**, v. 11, n. 29, p. 55-77, 1997.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Relatório de Gestão–FNE. 2008.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Relatório de Gestão–FNE. 2009.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Relatório de Gestão–FNE. 2010.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Relatório de Gestão–FNE. 2011.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Relatório de Gestão–FNE. 2012.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Relatório de Gestão–FNE. 2013.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Relatório de Gestão–FNE. 2014.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). Relatório de Gestão–FNE. 2015.
- BARBOSA FILHO, F. H. A crise econômica de 2014/2017. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 51-60, 2017.
- BRASIL, G. T. D. N. **Uma política de desenvolvimento econômico para o Nordeste**. Recife, Sudene, 1967.
- CARVALHO, J. R. Desigualdades salariais entre Nordeste e Sudeste: Explicações “estruturais” através de um modelo de busca por emprego com dados retrospectivos. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 4, p. 119-140, 2012.
- COLOMBO, L. A. et al. **A ascensão e queda de uma instituição: a Sudene no sistema federativo brasileiro**. Tese (Doutorado) – UFSCAr, 2012.
- DOMINGUES, E. P.; OLIVEIRA, H. C.; VIANA, F. D. F. Investimentos em infraestrutura no Nordeste: projeções de impacto e perspectivas de desenvolvimento. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 3, p. 405-426, 2012.
- DUNN, E. S. Jr. A statistical and analytical technique for regional analysis. **Papers in Regional Science**, v. 6, n. 1, p. 97-112, 1960.
- DUNN, E. S.; ROSENFELD, F. **Une technique statistique et analytique d’analyse régionale: description et projection**. 1959. Elsevier Brasil, 2011.
- ESTEBAN-MARQUILLAS, J. M. et al. I. A reinterpretation of *shift-share* analysis. **Regional and urban economics**, v. 2, n. 3, p. 249-255, 1972.
- FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 8. ed. revista pelo autor. São Paulo: Editora Nacional, 1968.
- FURTADO, C. **Plano trienal de desenvolvimento econômico e social 1963-1965**. Brasília: Presidência da República, 1963.
- FURTADO, M. B. **Síntese da economia brasileira**. 3. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 1984.
- GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A. A. **Economia brasileira contemporânea**. São Paulo: GEN, 2016.
- GUMIERO, R. O Nordeste em dois tempos: a “Operação Nordeste” e a Política de Desenvolvimento Regional do Governo Lula. Coleção Cepal. São Paulo: UFSCar, 2014.
- HERZOG JR., H. W.; OLSEN, R. J. *Shift-share* analysis revisited: The allocation effect and the stability of regional structure. **Journal of Regional Science**, v. 17, n. 3, p. 441-54, 1977.

JOAQUIM, F. R. et al. **Plano de Metas e as consequências na industrialização brasileira**. TCC. São Paulo: UFSCar, 2008.

JUNIOR, C. A. G.; GALETE, R. A. O método estrutural-diferencial: aplicação da adaptação de Herzog e Olsen para a microrregião de Maringá frente à economia paranaense 1994/2008. **Informe Gepec**, v. 14, n. 2, p. 149-165, 2010.

LIMA, A. C. C.; SIMÕES, R. F. Centralidade e emprego na região Nordeste do Brasil no período 1995/2007. **Nova Economia**, v. 20, n. 1, p. 39-83, 2010.

LIMA, P. Economia do Nordeste: tendências recentes das áreas dinâmicas. **Análise Econômica**, v. 12, n. 21 e 22, 1994.

MACEDO, G. A. T. C. et al. Programa de Aceleração do Crescimento (PAC): Natureza, impactos e dinâmica regional. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2011.

MENDES, C. C.; NETO, A. M. **Planejamento, instrumentos e resultados**: avaliação da compatibilidade de políticas para o desenvolvimento do Nordeste. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2011.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. PAC. **Relatórios Regionais**. Cartilhas Estaduais. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/publicacoesregionais>. Acesso em: 04 de nov. 2018.

MONTE, P. A. do; SILVA, J. A. R.; GONÇALVES, M. F. A dinâmica do emprego na região nordeste no período 2000 a 2009. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 44, n. 1, p. 9-26, 2013.

MONTIBELER, E. E. et al. Análise comparativa do plano de metas com o programa de aceleração do crescimento. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 2011-08, 2011.

MORAES, S. R. de. **Desconcentração produtiva no Brasil**: olhares sobre o período 2000-2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Brasília, 2017.

PESSÔA, S. A. **Economia regional, crescimento econômico e desigualdade regional de renda**. Ensaio Econômico. São Paulo: FGV, 1999.

PESSOA, S. R. N.; MILANI, A. M. R. Análise da política nacional de desenvolvimento regional (2003-2010) sobre a economia do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 3, p. 45-60, 2016.

RESENDE, G. M. et al. Brasil: dez anos da Política Nacional De Desenvolvimento Regional (PNDR). Boletim Regional, Urbano e Ambiental, Brasília, n. 11, jan./jun. 2015.

RESENDE, G. M. **Avaliação dos impactos econômicos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste entre 2004 e 2010**. Texto para discussão. Brasília: Ipea, 2014.

REZENDE, R. P. et al. **Uma análise das políticas macroeconômicas do governo FHC, governo Lula**. TCC. UFSC, 2009.

SAMPAIO, E. O. Regulação e desenvolvimento regional: uma abordagem para o Nordeste do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 30, n. 4, p. 952-77, 1999.

SANTOS, G. B. **Estado e desenvolvimento: a importância das políticas de Estado no desenvolvimento socioeconômico da região nordeste do Brasil**. 2011. 147 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

SILVA, J. A.; TEIXEIRA, M. S. G. Desconcentração no Brasil: Nordeste, da Sudene aos anos 2000. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 45, n. 3, p. 118-34, 2014.

SILVA, M. A. N. da. **Financiamento e desenvolvimento no Nordeste: uma abordagem do FNE para o período 2010-2016**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

SILVA, S. A. da. **A PNDR e o planejamento regional brasileiro no início do século XXI**. Texto para discussão. Brasília: Ipea, 2015.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento regional**. São Paulo: Atlas, 2009.

STEINBERGER, M. (Org). **Território, estado e políticas públicas espaciais**. 1. ed. Brasília: Ler Editora, 2013.

STEINBERGER, M. Política de desenvolvimento regional: uma proposta para debates. **Revista de Administração Pública**, v. 22, n. 2, p. 117-29, 1988.

TAVARES, H. M. et al. **Uma experiência de planejamento regional: o Nordeste brasileiro**. Tese (Doutorado) – Unicamp. Campinas: 1989.

TEIXEIRA, K. H. Uma análise da estrutura espacial dos indicadores socioeconômicos do nordeste brasileiro (2000-2010). **EURE: Revista Latinoamericana De Estudios Urbano Regionales**, v. 44, n. 131, p. 101-24, 2018.

VIEIRA, Rosa Maria. **Celso Furtado: a construção do Nordeste**. 2004.

APÊNDICE A – TABELAS DE EMPREGO NO NORDESTE

Tabela 1.A – Distribuição do emprego nos estados do Nordeste de 2006-2017

Sectores	AL	BA	CE	MA	PB	PE	PI	RN	SE	NE
2006										
Agricultura	10.919	87.834	22.383	18.235	15.886	54.707	4.780	21.323	9.542	245.609
Indústrias Extrativas	774	13.814	2.359	591	1.533	1.886	620	8.021	4.074	33.672
Indústrias de Transformação	99.522	157.235	187.833	27.428	56.392	166.016	21.059	53.508	29.379	798.372
Eletricidade e Gás	1.137	4.779	1.842	1.531	2.002	3.817	1.307	846	1.560	18.821
Água e Esgoto	2.819	11.561	6.966	3.698	5.441	8.973	1.851	5.958	2.230	49.497
Construção	11.171	79.915	35.293	21.744	16.271	50.626	15.408	25.793	18.904	275.125
Comércio	52.807	290.694	141.324	77.328	56.454	192.264	49.936	74.039	42.742	977.588
Transporte	10.215	71.552	31.496	17.649	9.384	39.385	8.197	11.513	8.337	207.728
Alojamento e Alimentação	9.905	59.084	27.179	8.178	8.259	35.539	5.166	16.323	7.839	177.472
Informação e Comunicação	2.247	17.076	9.473	2.693	5.024	12.598	1.927	4.703	3.120	58.861
Atividades Financeiras	3.717	20.824	13.103	5.854	4.744	13.994	3.607	4.383	4.054	74.280
Atividades Imobiliárias	387	2.332	2.098	292	365	1.594	364	1.009	280	8.721
Atividades Profissionais e Científicas	2.582	22.543	9.389	2.808	2.816	16.137	2.579	4.962	2.667	66.483
Atividades Administrativas	15.843	138.248	84.500	23.140	17.956	113.584	10.508	25.129	18.908	447.816
Administração Pública	137.449	530.041	308.605	184.504	212.396	342.035	125.720	177.844	121.223	2.139.817
Educação	10.630	56.539	35.451	10.456	16.243	35.373	17.382	15.219	9.426	206.719
Saúde Humana	10.108	65.896	28.224	11.826	10.526	40.122	13.753	12.745	11.357	204.557
Artes e Cultura	811	5.425	3.005	657	1.045	4.278	662	1.578	1.143	18.604
Outros Serviços	10.086	45.662	38.796	18.693	7.894	29.385	8.333	10.173	5.581	174.603
Serviços Domésticos	90	391	168	127	89	210	58	188	115	1.436
Organismos Internacionais	13	28	3	1	-	33	31	-	13	122
Total	393.232	1.681.473	989.490	437.433	450.720	1.162.556	293.248	475.257	302.494	6.185.903
2017										
Agricultura	10.587	93.873	22.522	20.939	13.577	51.153	8.237	17.768	10.727	249.383
Indústrias Extrativas	1.134	14.752	2.701	1.464	1.253	1.596	760	7.683	3.048	34.391
Indústrias de Transformação	71.769	202.433	218.554	31.880	68.772	196.017	25.447	54.337	39.908	909.117
Eletricidade e Gás	275	5.216	2.457	2.136	2.586	5.568	2.472	1.167	1.841	23.718
Água e Esgoto	4.885	17.585	8.019	4.504	5.146	14.683	2.753	5.200	3.906	66.681
Construção	19.578	110.683	61.437	37.405	30.406	67.932	20.375	25.878	18.421	392.115
Comércio	84.953	434.589	256.937	145.382	102.510	294.058	88.650	113.085	65.602	1.585.766
Transporte	13.456	98.794	47.904	29.794	13.215	66.187	11.159	15.215	12.597	308.321
Alojamento e Alimentação	20.992	93.909	51.408	18.322	18.079	63.900	14.016	25.572	13.634	319.832
Informação e Comunicação	3.944	18.964	19.152	7.114	6.171	19.995	3.179	6.036	3.187	87.742
Atividades Financeiras	4.845	26.202	20.341	6.371	6.702	18.231	4.760	5.954	5.141	98.547
Atividades Imobiliárias	1.815	6.713	4.361	1.968	1.881	3.750	1.132	1.947	1.298	24.865
Atividades Profissionais e Científicas	5.506	44.041	19.464	7.590	6.567	39.150	6.949	10.868	5.764	145.899
Atividades Administrativas	34.918	182.665	151.790	43.967	40.598	160.462	40.355	57.984	36.589	749.328
Administração Pública	155.158	608.096	407.053	280.644	244.563	381.211	163.798	174.476	115.717	2.530.716
Educação	21.495	98.875	68.119	24.464	43.353	78.031	22.946	33.054	20.752	411.089
Saúde Humana	19.713	108.315	54.859	27.334	20.305	79.590	25.456	19.551	24.136	379.259
Artes e Cultura	1.824	8.816	6.973	1.527	2.076	7.260	1.292	2.520	1.635	33.923
Outros Serviços	9.836	49.000	40.815	20.177	10.491	35.902	9.488	9.902	6.526	192.137
Serviços Domésticos	25	207	80	69	18	64	5	176	32	676
Organismos Internacionais	55	47	2	-	1	40	-	-	1	146
Total	486.763	2.223.775	1.464.948	713.051	638.270	1.584.780	453.229	588.373	390.462	8.543.651

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados da RAIS.

Tabela 2.A – Resultados do *Shift-Share*

Microrregião	Diferencial	Estrutural	Teórico	Varição Real do Emprego
Litoral Ocidental Maranhense (MA)	76%	-19%	43%	3686
Aglomer. Urb. de São Luís (MA)	25%	6%	69%	126221
Rosário (MA)	73%	-19%	46%	3788
Lençóis Maranhenses (MA)	59%	-36%	78%	3452
Baixada Maranhense (MA)	70%	-12%	41%	11154
Itapecuru Mirim (MA)	73%	-13%	39%	5632
Gurupi (MA)	78%	-19%	40%	4805
Pindaré (MA)	63%	-11%	48%	15450
Imperatriz (MA)	48%	1%	51%	35707
Médio Mearim (MA)	50%	-8%	59%	10680
Alto Mearim e Grajaú (MA)	68%	-28%	59%	6096
Presidente Dutra (MA)	61%	-5%	44%	4580
Baixo Parnaíba Maranhense (MA)	80%	-8%	28%	3285
Chapadinha (MA)	54%	-23%	70%	3716
Codó (MA)	35%	-19%	84%	4649
Coelho Neto (MA)	23%	-98%	175%	924
Caxias (MA)	7%	-22%	115%	7270
Chapadas do Alto Itapecuru (MA)	77%	-11%	35%	5774
Porto Franco (MA)	70%	-14%	44%	5007
Gerais de Balsas (MA)	61%	-3%	42%	10659
Chapadas das Mangabeiras (MA)	77%	-22%	45%	3083
Baixo Parnaíba Piauiense (PI)	62%	-11%	49%	8670
Litoral Piauiense (PI)	39%	1%	60%	11711
Teresina (PI)	3%	10%	87%	89215
Campo Maior (PI)	61%	-14%	53%	5927
Médio Parnaíba Piauiense (PI)	52%	-27%	74%	2519
Valença do Piauí (PI)	48%	-25%	76%	2034
Alto Parnaíba Piauiense (PI)	86%	-8%	22%	4460
Bertolínia (PI)	74%	-30%	56%	1205
Floriano (PI)	58%	3%	39%	6873
Alto Médio Gurguéia (PI)	78%	-12%	35%	4002
São Raimundo Nonato (PI)	61%	-8%	47%	3676
Chap. do Ext. Sul Piauiense (PI)	66%	-9%	43%	2599
Picos (PI)	57%	6%	37%	10913
Pio IX (PI)	60%	-56%	96%	662
Alto Médio Canindé (PI)	61%	-20%	59%	5515
Lit. de Camocim e Acaraú (CE)	34%	-51%	117%	6950
Ibiapaba (CE)	70%	-13%	43%	11285
Coreaú (CE)	73%	-25%	52%	2350
Meruoca (CE)	67%	-31%	64%	619
Sobral (CE)	16%	-25%	109%	15140
Ipu (CE)	40%	-37%	97%	2640
Santa Quitéria (CE)	54%	-33%	80%	1793
Itapipoca (CE)	46%	-34%	88%	5274
Baixo Curu (CE)	83%	-9%	26%	11849
Uruburetama (CE)	16%	-71%	154%	1799
Médio Curu (CE)	68%	-19%	51%	3594

Microrregião	Diferencial	Estrutural	Teórico	Variação Real do Emprego
Canindé (CE)	32%	-33%	101%	2507
Baturité (CE)	56%	-18%	62%	6033
Chorozinho (CE)	217%	10%	-127%	-1524
Cascavel (CE)	-39%	-109%	248%	1885
Fortaleza (CE)	12%	11%	77%	313126
Pacajus (CE)	46%	-53%	107%	6781
Sertão de Cratêus (CE)	4%	-44%	140%	3372
Sertão de Quixeramobim (CE)	43%	-9%	66%	7676
Sertão de Inhamuns (CE)	62%	-25%	63%	3392
Sertão de Senador Pompeu (CE)	55%	-21%	66%	5066
Litoral de Aracati (CE)	39%	-33%	94%	4434
Baixo Jaguaribe (CE)	-56%	-125%	282%	4051
Médio Jaguaribe (CE)	47%	-25%	77%	1565
Serra do Pereiro (CE)	83%	-16%	33%	2589
Iguatu (CE)	-12%	-6%	118%	5348
Várzea Alegre (CE)	38%	-45%	107%	1698
Lavras da Mangabeira (CE)	35%	-44%	109%	901
Chapada do Araripe (CE)	25%	-48%	124%	1576
Caririáçu (CE)	54%	-31%	77%	1337
Barro (CE)	-8%	-59%	167%	942
Cariri (CE)	45%	1%	54%	35270
Brejo Santo (CE)	61%	-11%	50%	4140
Mossoró (RN)	-16%	-2%	119%	16690
Chapada do Apodi (RN)	69%	-10%	41%	3068
Médio Oeste (RN)	25%	-56%	131%	661
Vale do Açu (RN)	324%	49%	-272%	-2572
Serra de São Miguel (RN)	35%	-53%	119%	918
Pau dos Ferros (RN)	22%	-27%	105%	2429
Umarizal (RN)	-47%	-96%	243%	524
Macau (RN)	-41%	-86%	227%	1131
Angicos (RN)	-34%	-79%	213%	596
Serra de Santana (RN)	-21%	-40%	161%	912
Seridó Ocidental (RN)	7%	-7%	100%	3756
Seridó Oriental (RN)	30%	-22%	91%	4684
Baixa Verde (RN)	72%	-13%	41%	2395
Borborema Potiguar (RN)	25%	-36%	111%	2552
Agreste Potiguar (RN)	-22%	-64%	187%	2617
Litoral Nordeste (RN)	264%	-15%	-149%	-2355
Macaíba (RN)	25%	-40%	115%	9017
Natal (RN)	-76%	15%	161%	65055
Litoral Sul (RN)	-280%	-270%	650%	1038
Catolé do Rocha (PB)	57%	-21%	64%	3546
Cajazeiras (PB)	49%	-7%	58%	6111
Sousa (PB)	53%	-8%	54%	7268
Patos (PB)	57%	1%	42%	8250
Piancó (PB)	56%	-30%	74%	1603
Itaporanga (PB)	69%	-19%	51%	2949
Serra do Teixeira (PB)	59%	-35%	76%	2322
Seridó Ocidental Paraibano (PB)	36%	-49%	114%	900

Microrregião	Diferencial	Estrutural	Teórico	Varição Real do Emprego
Seridó Oriental Paraibano (PB)	45%	-47%	102%	1583
Cariri Ocidental (PB)	61%	-19%	58%	3946
Cariri Oriental (PB)	23%	-38%	115%	1288
Curimataú Ocidental (PB)	52%	-33%	81%	2593
Curimataú Oriental (PB)	24%	-51%	127%	1240
Esperança (PB)	19%	-9%	90%	1474
Brejo Paraibano (PB)	52%	-34%	82%	2695
Guarabira (PB)	36%	-23%	87%	5204
Campina Grande (PB)	36%	4%	60%	43015
Itabaiana (PB)	54%	-28%	74%	3278
Umbuzeiro (PB)	70%	-24%	54%	1442
Litoral Norte (PB)	60%	-42%	83%	5490
Sapé (PB)	1%	-91%	189%	1840
João Pessoa (PB)	-15%	-9%	124%	76548
Litoral Sul (PB)	28%	-78%	150%	2965
Araripina (PE)	47%	-20%	73%	7174
Salgueiro (PE)	5%	-10%	105%	3222
Pajeú (PE)	26%	-13%	88%	8016
Sertão do Moxotó (PE)	33%	-7%	73%	5720
Petrolina (PE)	44%	-5%	61%	30076
Itaparica (PE)	54%	-13%	59%	5300
Vale do Ipanema (PE)	25%	-50%	125%	2072
Vale do Ipojuca (PE)	32%	3%	64%	46793
Alto Capibaribe (PE)	65%	-10%	46%	14152
Médio Capibaribe (PE)	32%	-28%	96%	5215
Garanhuns (PE)	16%	-3%	87%	11711
Brejo Pernambucano (PE)	60%	-23%	63%	6833
Mata Setent. Pernamb. (PE)	-16%	-94%	210%	11259
Vitória de Santo Antão (PE)	48%	-16%	68%	10397
Mata Mer. Pernambucana (PE)	258%	152%	-310%	-8333
Itamaracá (PE)	48%	-28%	81%	8157
Recife (PE)	-42%	27%	116%	226955
Suape (PE)	47%	-11%	63%	26684
Fernando de Noronha (PE)	21%	37%	43%	821
Serrana do Sertão Alagoano (AL)	74%	-19%	45%	1886
Alag. do Sertão do S. Fco. (AL)	-268%	-72%	440%	396
Santana do Ipanema (AL)	56%	-21%	65%	4303
Batalha (AL)	24%	-30%	106%	1746
Palmeira dos Índios (AL)	21%	-20%	100%	3558
Arapiraca (AL)	52%	-3%	51%	20002
Traipu (AL)	58%	-43%	85%	685
Serrana dos Quilombos (AL)	610%	444%	-954%	-654
Mata Alagoana (AL)	440%	450%	-790%	-1863
Litoral Norte Alagoano (AL)	67%	-7%	40%	4089
Maceió (AL)	-23%	8%	115%	71258
São Miguel dos Campos (AL)	169%	78%	-147%	-13124
Penedo (AL)	-143%	-125%	368%	1249
Sergipana do Sert. do S. Fco. (SE)	55%	-25%	70%	4354
Carira (SE)	0%	-84%	185%	1233

Microrregião	Diferencial	Estrutural	Teórico	Variação Real do Emprego
Nossa Senhora das Dores (SE)	63%	-15%	53%	3071
Agreste de Itabaiana (SE)	46%	-4%	58%	8009
Tobias Barreto (SE)	59%	-14%	55%	4262
Agreste de Lagarto (SE)	44%	-10%	66%	4952
Propriá (SE)	36%	-29%	93%	2774
Cotinguiba (SE)	75%	-27%	52%	2890
Japaratuba (SE)	309%	360%	-569%	-426
Baixo Cotinguiba (SE)	43%	-28%	85%	5239
Aracaju (SE)	-86%	17%	169%	46608
Boquim (SE)	6%	-58%	152%	2301
Estância (SE)	-46%	-39%	185%	2701
Barreiras (BA)	68%	-5%	38%	32969
Cotegipe (BA)	49%	-47%	98%	1816
Santa Maria da Vitória (BA)	72%	-18%	47%	8713
Juazeiro (BA)	37%	-28%	91%	16518
Paulo Afonso (BA)	33%	3%	64%	7009
Barra (BA)	45%	-22%	78%	3555
Bom Jesus da Lapa (BA)	66%	-11%	45%	6571
Senhor do Bonfim (BA)	48%	-9%	61%	8814
Irecê (BA)	57%	-9%	52%	11196
Jacobina (BA)	51%	-11%	60%	11145
Itaberaba (BA)	55%	-15%	61%	8299
Feira de Santana (BA)	23%	7%	70%	56320
Jeremoabo (BA)	82%	-12%	30%	3179
Euclides da Cunha (BA)	41%	-31%	90%	4901
Ribeira do Pombal (BA)	40%	-23%	83%	6032
Serrinha (BA)	21%	-31%	110%	8909
Alagoinhas (BA)	37%	-6%	69%	12522
Entre Rios (BA)	-23%	-91%	215%	1814
Catu (BA)	-81%	-12%	192%	5947
Santo Antônio de Jesus (BA)	-4%	-7%	111%	16814
Salvador (BA)	-161%	50%	212%	155451
Boquira (BA)	43%	-28%	84%	3009
Seabra (BA)	48%	-38%	89%	5724
Jequié (BA)	21%	-11%	90%	14540
Livramento do Brumado (BA)	26%	-14%	88%	1899
Guanambi (BA)	32%	-7%	75%	10443
Brumado (BA)	59%	-12%	53%	10061
Vitória da Conquista (BA)	35%	2%	63%	33250
Itapetinga (BA)	8%	-69%	161%	5046
Valença (BA)	42%	-8%	66%	9498
Ilhéus-Itabuna (BA)	-49%	-7%	156%	24957
Porto Seguro (BA)	11%	-6%	95%	35381

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados de pesquisa.

APÊNDICE B – EFEITO ALOCAÇÃO

Tabela 1.B - Decomposição do Efeito Alocação

Microrregião	Seção A	Seção B	Seção C	Seção D	Seção E	Seção F	Seção G	Seção H	Seção I	Seção J	Seção K	Seção L	Seção M	Seção N	Seção O	Seção P	Seção Q	Seção R	Seção S	Seção T	Seção U
Litoral Ocidental Maranhense	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Aglomerado Urbana de São Luís	VCNE	VCNE	DCNE	VCE	DCE	DCE	VCE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCE	VCE	DCNE
Rosário	DCNE	VCE	DCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Lençóis Maranhenses	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	DCE	VCNE	DCNE
Baixada Maranhense	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Itapecuru Mirim	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Gurupi	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE						
Pindaré	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE
Imperatriz	DCE	DCNE	VCE	DCE	DCNE	VCNE	VCE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCE	DCNE						
Médio Mearim	VCE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCE	DCNE
Alto Mearim e Grajaú	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE									
Presidente Dutra	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE
Baixo Parnaíba Maranhense	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE
Chapadinha	DCE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE
Codó	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCE	DCNE
Coelho Neto	DCE	DCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Caxias	DCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE							
Chapadas do Alto Itapecuru	DCE	VCNE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Porto Franco	VCE	VCE	DCE	VCE	VCE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE								
Gerais de Balsas	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Chapadas das Mangabeiras	VCE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Baixo Parnaíba Piauiense	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Litoral Piauiense	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCE	VCE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE						
Teresina	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCE	DCE	DCE	VCNE	VCNE	DCE	VCE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCE	VCE	VCNE	VCE	DCNE
Campo Maior	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE
Médio Parnaíba Piauiense	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Valença do Piauí	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE						

Microregião	Seção A	Seção B	Seção C	Seção D	Seção E	Seção F	Seção G	Seção H	Seção I	Seção J	Seção K	Seção L	Seção M	Seção N	Seção O	Seção P	Seção Q	Seção R	Seção S	Seção T	Seção U
Alto Parnaíba Piauiense	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Bertolínia	VCE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Floriano	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCE	VCNE	DCE	DCNE
Alto Médio Gurguéia	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE
São Raimundo Nonato	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE
Chapadas do Extremo Sul Piauiense	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Picos	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCE	DCE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Pio IX	DCE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Alto Médio Canindé	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Litoral de Camocim e Acaraú	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE												
Ibiapaba	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE								
Coreaú	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Meruoca	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Sobral	DCNE	VCNE	DCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Ipu	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE									
Santa Quitéria	DCNE	DCE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Itapipoca	DCE	VCNE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE										
Baixo Curu	VCE	DCE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Uruburetama	VCNE	DCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Médio Curu	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE									
Canindé	DCNE	DCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCE	DCNE	DCE	DCNE	DCNE
Baturité	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE
Chorozinho	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Cascavel	VCE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Fortaleza	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	DCE	VCE	VCE	DCE	DCE	VCE	VCE	DCE	DCE	VCE	VCNE	DCE	DCNE	VCE	VCE	VCNE	DCNE
Pacajus	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE								
Sertão de Cratés	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Sertão de Quixeramobim	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE							
Sertão de Inhamuns	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE						
Sertão de Senador Pompeu	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE						

Microrregião	Seção A	Seção B	Seção C	Seção D	Seção E	Seção F	Seção G	Seção H	Seção I	Seção J	Seção K	Seção L	Seção M	Seção N	Seção O	Seção P	Seção Q	Seção R	Seção S	Seção T	Seção U
Litoral de Aracati	VCE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCE	DCNE	DCNE
Baixo Jaguaribe	DCE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE							
Médio Jaguaribe	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE
Serra do Pereiro	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Iguatu	VCNE	VCNE	VCE	DCE	DCE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCE	DCE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE
Várzea Alegre	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE
Lavras da Mangabeira	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Chapada do Araripe	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Carriáçu	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Barro	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE
Cariri	VCNE	DCE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCE	DCE	VCE	VCNE	DCE
Brejo Santo	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE						
Mossoró	DCE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE
Chapada do Apodi	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE
Médio Oeste	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE
Vale do Açu	DCE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Serra de São Miguel	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Pau dos Ferros	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE								
Umarizal	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Macau	VCE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE
Angicos	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Serra de Santana	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE
Seridó Ocidental	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCE	DCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCE	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE
Seridó Oriental	DCNE	VCE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Baixa Verde	VCE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE
Borborema Potiguar	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE
Agreste Potiguar	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE							
Litoral Nordeste	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE							
Macauíba	DCE	VCE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE								
Natal	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCE	DCE	DCE	DCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCE	VCE	DCE	DCE	DCE	VCE	DCNE
Litoral Sul	DCE	DCNE	DCE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE

Microrregião	Seção A	Seção B	Seção C	Seção D	Seção E	Seção F	Seção G	Seção H	Seção I	Seção J	Seção K	Seção L	Seção M	Seção N	Seção O	Seção P	Seção Q	Seção R	Seção S	Seção T	Seção U
Catolé do Rocha	VCNE	DCNE	VCE	DCNE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE								
Cajazeiras	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Sousa	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCE	DCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCNE
Patos	VCNE	DCE	DCE	DCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE
Piancó	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Itaporanga	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Serra do Teixeira	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Seridó Ocidental Paraibano	DCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE
Seridó Oriental Paraibano	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Cariri Ocidental	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE								
Cariri Oriental	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Curimatá Ocidental	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Curimatá Oriental	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE
Esperança	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE						
Brejo Paraibano	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Guarabira	VCE	VCNE	VCE	DCNE	VCE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE								
Campina Grande	DCNE	DCE	DCE	DCE	DCE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCE	VCNE	DCE	DCNE
Itabaiana	VCNE	DCE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Umbuzeiro	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE
Litoral Norte	VCE	DCE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE							
Sapé	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE
João Pessoa	DCNE	DCNE	DCNE	VCE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE
Litoral Sul	DCE	VCNE	VCE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE												
Arapirina	DCNE	DCE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Salgueiro	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE
Pajé	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE						
Sertão do Moxotó	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCE	DCNE	VCE	VCE	DCNE	DCE	DCNE						
Petrolina	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE
Itaparica	VCE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE						
Vale do Ipanema	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE								
Vale do Ipojuca	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE

Microrregião	Seção A	Seção B	Seção C	Seção D	Seção E	Seção F	Seção G	Seção H	Seção I	Seção J	Seção K	Seção L	Seção M	Seção N	Seção O	Seção P	Seção Q	Seção R	Seção S	Seção T	Seção U
Alto Capibaribe	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	DCNE						
Médio Capibaribe	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE									
Garanhuns	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE
Brejo Pernambucano	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE								
Mata Setentrional Pernambucana	DCE	DCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE								
Vitória de Santo Antão	DCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Mata Meridional Pernambucana	DCE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE									
Itamaracá	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCE	VCE
Recife	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCE	DCE	DCE	VCE	DCE	DCE	DCE	DCE	DCE	DCE	DCNE	VCE	DCE	DCE	DCE	DCE	DCE
Suape	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Fernando de Noronha	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCNE
Serrana do Sertão Alagoano	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Alagoana do Sertão do São Francisco	VCNE	DCNE	DCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE
Santana do Ipanema	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Batalha	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Palmeira dos Índios	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE
Arapiraca	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE						
Traipu	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Serrana dos Quilombos	VCE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE							
Mata Alagoana	VCE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE															
Litoral Norte Alagoano	VCE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Maceió	DCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCE	VCE	DCE	DCE	VCE	DCNE	DCE	VCE	DCE	DCE	DCNE	VCE	DCE	VCE	DCE	DCE	VCNE
São Miguel dos Campos	DCE	DCNE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Penedo	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Sergipana do Sertão do São Francisco	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Carira	VCE	DCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Nossa Senhora das Dores	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Agreste de Itabatiana	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCE
Tobias Barreto	VCNE	VCE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE
Agreste de Lagarto	VCNE	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE

Microrregião	Seção A	Seção B	Seção C	Seção D	Seção E	Seção F	Seção G	Seção H	Seção I	Seção J	Seção K	Seção L	Seção M	Seção N	Seção O	Seção P	Seção Q	Seção R	Seção S	Seção T	Seção U
Propriária	VCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	DCE	VCNE	DCE	DCNE
Cotinguiuba	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE
Japarutaba	DCE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE
Baixo Cotinguiuba	DCE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE
Aracaju	DCNE	DCE	DCNE	DCE	VCNE	DCE	DCNE	DCNE	DCE	DCE	DCE	VCNE	DCE	VCE	DCE	VCE	VCE	DCE	VCNE	DCE	DCNE
Boquim	VCE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Estância	VCE	VCNE	VCE	VCE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE
Barreiras	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE									
Cotegipe	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Santa Maria da Vitória	VCE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Juazeiro	DCE	VCNE	VCNE	DCE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE
Paulo Afonso	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE
Barra	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE							
Bom Jesus da Lapa	VCE	DCNE	VCNE	VCE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Senhor do Bonfim	DCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	DCE	DCE	DCE	DCNE
Irecê	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Jacobina	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE						
Itaberaba	VCE	DCE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	DCNE
Feira de Santana	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Jeremoabo	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE
Euclides da Cunha	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Ribeira do Pombal	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE							
Serrinha	VCNE	VCE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Alagoínhas	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	DCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE
Entre Rios	DCE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE									
Catu	VCNE	DCE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCE	DCNE
Santo Antônio de Jesus	DCE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE							
Salvador	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCE	DCE	DCNE	DCE	DCNE	DCE	DCE	DCE	DCE	DCE	VCE						
Boquira	DCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE
Seabra	VCE	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE								
Jequié	DCE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE

Microrregião	Seção A	Seção B	Seção C	Seção D	Seção E	Seção F	Seção G	Seção H	Seção I	Seção J	Seção K	Seção L	Seção M	Seção N	Seção O	Seção P	Seção Q	Seção R	Seção S	Seção T	Seção U
Livramento do Brumado	DCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE
Guanambi	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE
Brumado	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE
Vitória da Conquista	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCNE	VCNE	VCE	DCNE
Itapetinga	VCE	DCE	DCE	DCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCNE	DCNE	VCNE	DCNE
Valença	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCNE
Ilhéus-Itabuna	DCE	VCNE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	DCE	DCE	DCE	DCNE	DCNE	VCNE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCNE	DCE	DCE	DCNE
Porto Seguro	VCE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCNE	DCE	DCE	DCE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	VCNE	VCNE	DCNE	VCNE	DCE	VCNE	DCE	DCNE

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa.

COMPLEMENTARIEDADE E SUBSTITUTABILIDADE NA ADOÇÃO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO POR PRODUTORES DE SOJA EM GOIÁS E DISTRITO FEDERAL

Complementarity and substitutability in the adoption of precision agriculture by soybean producers in Goiás and Federal District

Heverton Eustáquio Pinto

Economista. Mestre em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás, Doutorando em Agronegócio no Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás. Endereço postal: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Campus Samambaia, Avenida Esperança, s/n. Setor de Desenvolvimento Rural, Goiânia-GO, CEP: 74.690-900. heverton.mg@uol.com.br

Érica Basílio Tavares Ramos

Economista. Mestre em Agronegócio no Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás, Doutoranda em Agronegócio no Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás. Endereço postal: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Campus Samambaia, Avenida Esperança, s/n. Setor de Desenvolvimento Rural, Goiânia-GO, CEP: 74.690-900. ericabasiliotavares@gmail.com

Marcelo Dias Paes Ferreira

Bacharel em Gestão do Agronegócio pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Mestre e Doutor em Economia Aplicada pela UFV. Professor Adjunto da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Programa de Pós-Graduação em Economia. Endereço postal: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Campus Samambaia, Avenida Esperança, s/n. Setor de Desenvolvimento Rural, Goiânia-GO, CEP: 74.690-900. marcelo.ferreira@ufg.br

Sônia Milagres Teixeira

Bacharel em Matemática pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre em Economia Rural pela University of Wisconsin - Madison, Doutorado em Economia Rural pela Purdue University. Professora Titular da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio. Endereço postal: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Campus Samambaia, Avenida Esperança, s/n. Setor de Desenvolvimento Rural, Goiânia-GO, CEP: 74.690-900. soniamilagresteixeira@gmail.com

Resumo: O presente trabalho buscou analisar as relações de complementariedade e substitutabilidade entre as tecnologias de diagnóstico de agricultura de precisão no estado de Goiás e no Distrito Federal. Utilizou-se o modelo Tobit para estimar modelos do tempo de adoção de tecnologias de diagnóstico, quantificando a complementariedade e substitutabilidade, entre elas, tecnologias a partir do efeito escala pela análise do uso de tecnologia precedente e a sua interação com o tamanho da propriedade. A adoção de tecnologias de diagnósticos aponta uma relação que favorece a substituição entre Amostra de Solo em Grade e Sensoriamento Remoto em propriedades acima de 450 hectares. Contudo, ao analisar a adoção daquelas com a tecnologia de Mapa de Produtividade, o processo de adoção se mostra complementar. Para que haja melhor difusão tecnológica em agricultura de precisão entre os produtores de soja, especialmente em diagnósticos de solo na região, é necessário que o poder público e agentes privados levem em consideração a escala da propriedade, a presença de infraestrutura tecnológica de comunicação, bem como fornecimento de pacotes tecnológicos para a adoção.

Palavras-chaves: Amostra de solo em grade; Sensoriamento remoto; Mapa de produtividade; Tobit.

Abstract: This article aimed to assess the complementarity and substitutability relation of precision agriculture diagnosis technologies in Goiás and Federal District. We use the Tobit model to explain the time of adoption between diagnostic technologies, quantifying their complementarity and substitutability from the scale effect by understanding the use of previous technology and its interaction with farm size. The adoption of diagnostic technologies indicates a substitution trend between Grid Soil Sample and Remote Sensing in farm sizes greater than 450 hectares. However, when analyzing the adoption of Yield Monitoring technology, its adoption process is complementary. Thus, for rapid improvement in technological diffusion in precision agriculture, especially among soil diagnostic technologies in the region among soybean producers, it is necessary the public authorities and private agents to consider of the scale of the property, the presence of technological infrastructure in communication as well as the provision of technological packages for the adoption.

Keywords: Grid Soil Sample; Remote Sensing; Yield Monitoring; Tobit.

1 INTRODUÇÃO

O processo de adoção e difusão tecnológica na agricultura é bastante complexo. Há uma variedade de pacotes tecnológicos que, muitas vezes, podem apresentar características similares. Em alguns casos, pacotes tidos como complementares do ponto de vista técnico podem guardar certo tipo de substitutabilidade entre si. Quando isso acontece, o processo de adoção de uma tecnologia pode inibir a adoção da tecnologia substituta. Como exemplo, podem-se citar as tecnologias de diagnóstico na agricultura de precisão, tais como Mapa de Produtividade (MP), Amostra de Solo em Grade (ASG) e Sensoriamento Remoto (SR). Essas três tecnologias estão entre as principais tecnologias de agricultura de precisão e, tem como principal atribuição diagnosticar parâmetros agronômicos do solo e do desenvolvimento de lavouras (AUBERT; SCHROEDER; GRIMAUDO, 2012; MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015; TEY; BRINDAL, 2012).

A literatura técnica aponta que essas tecnologias de diagnósticos agronômicos podem ser complementares ou substitutas na presença ou ausência de suas funcionalidades. Por exemplo, a funcionalidade de SR pode complementar ou substituir MP e/ou ASG quando a variabilidade da produção agrícola for atribuída às pragas ou aos problemas de fertilidade do solo (MOLIN et al., 2015). A mensuração realizada na colheita por MP é limitada a uma amostragem destrutiva e tardia, o que impede o diagnóstico durante o ciclo da cultura. Contudo, a presença de alto custo de coleta de amostragem em ASG pode ser um desincentivo à sua adoção, o que corrobora a substituição de tal tecnologia por outras ferramentas de diagnóstico (AUBERT et al., 2012; MOLIN et al., 2015; TEY; BRINDAL, 2012). Embora a literatura técnica indique que essas tecnologias de diagnóstico possam ser substitutas entre si, trabalhos que buscam identificar a adoção de tecnologias de agricultura de precisão tratam as tecnologias de diagnóstico como complementares (LAMBERT et al., 2015; TENKORANG; LOWENBERG-DEBOER, 2008; WATCHARAANANTAPONG et al., 2013).

O incentivo à adoção de tecnologias de agricultura de precisão pode melhorar o desempenho da agricultura. Por exemplo, tais tecnologias poderiam se configurar em uma estratégia de melhor uso de solos de baixa qualidade (KHANNA, 2001). Isso ocorre pelo fato de o uso de tecnologias de diagnóstico permitir o melhor gerenciamento do uso de fertilizantes e subsidiar a tomada de decisão com relação ao solo de forma localizada e precisa (KHANNA, 2001; LAMBERT et al., 2014).

A complementariedade ou a substitutabilidade entre tecnologias podem estar associadas às questões de economia de escala. Tal divergência se baseia nas hipóteses levantadas pelo modelo teórico de Feder (1982), em que o produtor enfrenta a decisão de adotar duas inovações agrícolas inter-relacionadas. Essas inovações se distinguem por seus retornos de escala, o que leva ao comportamento de adoção por tamanhos distintos de propriedade. Esta análise permite considerar o quanto essas tecnologias podem ser complementares ou substitutas.

Dessa forma, este trabalho buscou analisar as relações de complementariedade e substitutabilidade entre as tecnologias de diagnóstico de agricultura de precisão no estado de Goiás e no Distrito Federal. Cabe destacar que o presente trabalho não teve a intenção de avaliar se as tecnologias de diagnóstico da agricultura de precisão são complementares ou substitutas no sentido de ganho de produtividade. O que se pretendeu foi analisar se os agricultores encaram tais tecnologias como substitutas ou complementares na tomada de decisão relativa à adoção. O conhecimento a respeito dessas relações entre as tecnologias poderá auxiliar a tomada de decisão de agentes privados e públicos, caso objetivem construir políticas de difusão tecnológica a partir das funcionalidades inerentes às tecnologias de Amostra de Solo em Grade, Mapa de Produtividade e Sensoriamento Remoto como práticas de diagnóstico do solo, fertilidade e recomendações na agricultura de precisão. Assim, a hipótese nula a ser testada é: há complementariedade no processo de adoção de tecnologias em agricultura de precisão na produção de soja em Goiás e Distrito Federal, expressa nos anos de adoção (tratada aqui como proxy de difusão) entre as três tecnologias (ASG, MP e SR) por meio do modelo em-

pírico proposto por Watcharaanantapong et al., (2013).

Trabalhos que analisam a adoção de uma tecnologia geralmente utilizam modelos de variáveis dicotômicas que consideram a adoção ou não de determinada prática (CIRANI; MORAES, 2010; KOTSIRI et al., 2011; MANDA et al., 2016; MCBRIDE; DABERKOW, 2003; TEY; BRINDAL, 2012). Trabalhos empíricos, que levam em consideração o tempo no processo de adoção de tecnologias, buscam analisar a adoção precedente entre tecnologias e práticas agrícolas, além de prever a probabilidade de adoção (LAMBERT et al., 2014; PAXTON et al., 2011; ROBERTSON et al., 2012; WATCHARAANANTAPONG et al., 2013; WINSSTEAD et al., 2010). Esses trabalhos levam em consideração particularidades temporais no processo de adoção, tendo como vantagem a análise do impacto do fator tempo no fenômeno investigado. Para este tema de investigação, os modelos mais contemplados para a realização da pesquisa são modelos tobit e variações multinomiais dos modelos da classe probit e logit.

Nesta pesquisa, aplicou-se o modelo estatístico tobit para estimar o comportamento de escolha censurada. A estratégia adotada está na análise dos anos de uso de determinada tecnologia (variável dependente), explicada pelo uso precedente de outra tecnologia de diagnóstico de solos e a sua interação com o tamanho de propriedade. Dessa forma, buscou-se estimar o efeito da complementariedade e substitutabilidade entre as tecnologias de diagnóstico em agricultura de precisão. A inovação metodológica reside na mensuração da complementariedade e substitutabilidade das tecnologias em que, o tamanho das propriedades, como variável explanatória, representa componente importante na adoção tecnológica agrícola conforme destacado por Feder (1982). Além das variáveis de interesse supracitadas, foram utilizadas variáveis de controle apontadas na literatura teórica e empírica.

O artigo segue, além desta introdução, com: seção de revisão de literatura sobre o processo de adoção no que tange as implicações da complementariedade e substitutabilidade; seção de exposição da metodologia, na qual é apresenta-

do o processo de amostragem e estratégia empírica; seguida de resultados e conclusões.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Trabalhos seminais sobre adoção e difusão tecnológica são caracterizados, segundo Vieira Filho e Silveira (2012), como epidemiológicos, tratados a partir do comportamento análogo de uma epidemia ao analisar como é difundida e adotada determinada inovação biotecnológica. Os trabalhos de Griliches (1957) e Mansfield (1961) buscaram investigar como as inovações em sementes de milho híbrido se difundiram entre os potenciais adotantes em algumas regiões nos EUA. Tais trabalhos descobriram que o seu uso é guiado pela expectativa de ganhos em produtividade, maior eficiência técnica e pelo potencial retorno econômico.

O que diferencia os trabalhos em meados do século passado e as preocupações acadêmicas sobre adoção tecnológica atual, é a complexidade do processo de adoção diante de tecnologias que assumem características complementares e substitutas entre si. Feder (1982) mostra que a adoção de tecnologias na agricultura pode ser vista como um problema de escolha múltipla em que os produtores consideram adotar, a partir de um conjunto de novas tecnologias, o pacote tecnológico que maximiza a utilidade esperada do lucro.

Na mesma linha de pressuposição teórica, Dorfman (1996) argumenta que modelos que buscam investigar apenas uma determinada tecnologia “mascaram” ou “escondem” a realidade enfrentada por produtores que envolvem fatores ligados a pressões sociais, institucionais, políticas e econômicas. Desta forma, Dorfman (1996) explica que a decisão de adoção é multivariada, ou seja, contida em decisões de adoção interdependentes e simultâneas. Assim, o estudo de tais decisões de adoção multivariada é importante para a compreensão das perspectivas de práticas e políticas de produções sustentáveis.

Feder (1982) identificou que duas tecnologias aparentemente complementares podem ser substitutas em determinado contexto. Em outras palavras, duas tecnologias podem ser complementares se o seu uso em conjunto gerar um incremento na produção maior que o seu uso

individual. Contudo, essas inovações podem ser substituídas, segundo Feder (1982), se uma delas for aplicada juntamente com alguma técnica tradicional e não incorrer em maior variabilidade da produtividade agrícola, o que eleva, portanto, o risco da adoção dessas inovações.

Feder e Umali, (1993) argumentam que a escolha da tecnologia e a intensidade de seu uso pelos produtores, acompanhadas do seu uso frequente, são realizadas simultaneamente. Sunding e Zilberman (2011) afirmam que há um intervalo relevante entre o momento da disponibilidade comercial da tecnologia, ou seja, do lançamento até a sua ampla adoção por produtores. As medidas de adoção podem revelar tanto a época quanto a intensidade de utilização de inovações tecnológicas por indivíduos, havendo possibilidade de serem representados por mais de uma variável, assim a adoção pode ser uma escolha discreta ou uma variável contínua que demonstra em que medida uma inovação é usada (SUNDING; ZILBERMAN, 2011; ZILBERMAN et al., 2012).

Todavia, a adoção de novas tecnologias para a produção de alimentos é marcada por laços políticos-econômicos-institucionais que fazem com que esse processo não se dê na velocidade adequada. Isso ocorre, dado que as práticas agrícolas consistem em ações adaptativas realizadas por agricultores avessos a riscos associados às novas técnicas com que eles não estão familiarizados (FEDER; UMALI, 1993). Tais ações resultam em um comportamento multifacetado decorrente de benefícios percebidos além de retornos em escala e restrição de crédito (ADRIAN et al., 2005; FEDER, 1982; TEY; BRINDAL, 2012). Outros condicionantes podem ser encontrados na literatura, como a idade do produtor, anos de experiência, nível educacional. Essas são variáveis que evidenciam a capacidade de absorver conhecimento tácito das inovações (KOTSIRI et al., 2011; PAXTON et al., 2011; ROGERS, 2010; VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012). Outro conjunto de variáveis que estariam associadas ao processo de adoção de tecnologia são: a estrutura técnica e as redes de informação, a associação em cooperativas, a existência de internet na propriedade, o uso de computadores e smartphones na gestão, e o compartilhamento da gestão com profissionais (diretores ou gerentes) (FEDER; UMALI,

1993; LAMBERT et al., 2014; NELSON; WINTER, 2005; ROBERTSON et al., 2012; RUTTAN; HAYAMI, 1984; SCHUMPETER, 1982; WATCHARAANANTAPONG et al., 2013).

Para testar a hipótese de complementariedade e substitutabilidade entre as tecnologias aqui investigadas, fundamentou-se no modelo teórico de adoção de inovações agrícolas inter-relacionadas, proposto por Feder (1982). Em tal modelo, duas inovações são introduzidas, sendo que, uma é neutra à escala (N) devido ao seu rendimento líquido não ser influenciado pelo número de hectares em que é aplicado. E a outra inovação apresenta custos fixos de operacionalização, que tendem a ser diluídos conforme a escala produtiva (tamanho da propriedade), caracterizando-a como inovação irregular com custos decrescentes à escala.

Essa característica implica que o seu custo por hectare diminui com o tamanho da exploração, de forma que o custo da inovação seja decrescente. Nesse contexto, assume-se que a tecnologia MP é neutra à escala. Como essa tecnologia está associada ao processo de colheita que aconteceria de qualquer forma, a introdução de tal tecnologia não geraria custos associados à escala de produção. Em outras palavras, a tecnologia MP não altera de forma significativa os custos médios de produção, esse fato permite a abordagem empírica do modelo teórico proposto por Feder (1982). O SR apresentaria custos fixos elevados associados às técnicas de sensoriamento remoto, o que indica que os custos são decrescentes à escala de produção. Já ASG apresentaria custos crescentes à escala, visto que, quanto maior a propriedade, mais recursos e tempo seriam gastos para se ter um diagnóstico da propriedade. Diante desse arcabouço, MP poderia ser substituída a SR para propriedades menores, devido aos custos fixos por sensoriamento remoto. Contudo, em propriedades maiores, tais técnicas seriam complementares, devido à diluição dos custos fixos com SR. Na comparação com ASG, MP seria complementar para pequenas propriedades e substituída para grandes propriedades devido aos custos crescentes à escala de ASG. Por fim, a relação entre ASG e SR seria de substituição à medida que as propriedades aumentam.

3 METODOLOGIA

Para estimar o efeito da complementariedade e substitutabilidade utiliza-se o mesmo procedimento para a mensuração do tempo de adoção proposto por Watcharaanantapong et al. (2013).

$$YR_{ij}^* = \beta_0 + x_{ik}\beta_k + x_{ik}Tamanho\beta_{kt} + x_{il}\beta_l + x_{il}Tamanho\beta_{lt} + \delta\beta_c + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Em que: o tempo de adoção da tecnologia j pelo produtor i é representado por YR_{ij}^* , como variável dependente. As variáveis de interesse são o uso precedente das outras duas tecnologias k e l , e os seus respectivos coeficientes β_k e β_l . Para verificar a complementariedade e substitutabilidade,

A partir disso, forma-se um grupo de variáveis de interesse constituído de quatro variáveis que são: adoção precedente das outras duas tecnologias de agricultura de precisão e as suas interações com o tamanho da propriedade, como segue no Quadro 1. Desta forma, o modelo econométrico a ser estimado é:

de, de acordo com o referencial teórico, entre as tecnologias utiliza-se a interação entre o uso precedente das respectivas tecnologias k e l e o tamanho da propriedade, denotado em $Tamanho$, com seus respectivos coeficientes β_{kt} e β_{lt} . As variáveis de interesse estão expostas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Variáveis de interesse

Variáveis	Descrição das variáveis
MP/ASG	Dummy – Se o produtor utilizou MP antes de adotar ASG.
MP/ASG*Tamanho	Contínua – Adoção precedente de MP e tamanho de propriedade.
SR/ASG	Dummy – Se o produtor utilizou SR antes de adotar ASG
SR/ASG*Tamanho	Contínua – Adoção precedente de SR e tamanho de propriedade
ASG/MP	Dummy – Se o produtor utilizou ASG antes de adotar MP.
ASG/MP*Tamanho	Contínua – Adoção precedente de ASG e tamanho de propriedade.
SR/MP	Dummy – Se o produtor utilizou SR antes de adotar MP.
SR/MP*Tamanho	Contínua – Adoção precedente de SR e tamanho de propriedade

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Como variáveis de interesse têm-se quatro: MP/ASG se o produtor adotou MP antes ou ao mesmo tempo ao adotar ASG; a interação com tamanho de propriedade e adoção anterior de MP em relação à ASG (MP/ASG*Tamanho); se adotou SR antes ou ao mesmo tempo em que adotou ASG (SR/ASG) e, a interação entre tamanho da propriedade e SR/ASG (SR/ASG*Tamanho)[No Quadro 1 também estão expostas relações semelhantes, mas que dizem respeito à adoção prévia de ASG e SR antes de MP. Conforme será exposto na seção de resultados,

não se avaliou a adoção de SR. Portanto, não se criou variáveis que avaliam a precedência de tecnologia em relação à SR.]. Com o objetivo de avaliar a robustez dos resultados, utilizam-se de variáveis controles, observadas na literatura teórica e empírica, expressas no vetor δ com seus respectivos coeficientes β_c . E, por fim, um termo de erro estocástico ε_{ij} . O Quadro 2 apresenta as variáveis de controle, distinguindo entre variável contínua e variável dummy. A escolha de tais variáveis de controle se baseou no trabalho de Watcharaanantapong et al. (2013).

Quadro 2 – Variáveis de controle

Variáveis	Descrição das variáveis
Idade	Variável contínua – Anos de idade
Rendas não agrícolas	Variável dummy – Se obtém rendas em outras atividades
Experiência	Variável contínua – Anos de experiência na agricultura

Variáveis	Descrição das variáveis
Ensino médio	Variável dummy – Tem pelo menos o ensino médio completo
Tamanho	Variável contínua – Tamanho da propriedade em hectares
Irrigação	Variável contínua – Anos de uso de irrigação
Manejo Integrado de Pragas (MIP)	Variável contínua – Anos de uso de MIP
Internet	Variável dummy – Tem internet na propriedade
AT Contratada	Variável dummy – Utiliza assistência técnica contratada na propriedade
Computador	Variável dummy – Utiliza computadores na gestão da propriedade
Cooperado	Variável dummy – Participa de redes de cooperativas
Curso em AP	Variável dummy – Realizou algum curso ou treinamento em AP

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

A variável dependente detém pontos de censura em sua distribuição, contendo informações não desprezíveis para o processo de estimação a partir de boa parte da população. Devido aos modelos com variável dependente limitada (censurada), métodos convencionais de estimação, como Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), não produzem estimativas eficientes em seus parâmetros, os quais também serão viesados e inconsistentes.

Ao investigar anos de adoção das tecnologias aqui abordadas, espera-se que parte dos produtores não as utilizem, assumindo assim, um valor censurado 0 (zero) anos em considerável parte das observações. Ademais, haverá especificamente pela natureza da variável, uma censura a 15 anos considerando que a disponibilidade comercial de tais tecnologias, no Brasil, esteja nesses patamares, segundo Molin et al., (2015). Assim, assume-se que a distribuição da variável dependente está censurada acima de 0 (não utilização da tecnologia) e abaixo de 15 (anos de disponibilidade das tecnologias no Brasil). A não utilização de tecnologias é um resultado esperado da solução que, em sua natureza, é uma escolha ótima e conduz, conseqüentemente, a uma solução de canto. Esse tipo de variável resposta, por sua vez, é conhecido como modelo de regressão censurada (GREENE, 2012).

O método estatístico utilizado no presente trabalho foi o Tobit. Essa técnica é uma extensão de modelos de escolha binária probit, que além de mensurar a probabilidade de determinada variável dependente assumir valores 0 e 1, estimam-se variáveis dependentes que apresentam limites, porém, é possível que se apre-

sentem também de forma contínua. No caso do presente trabalho, os dados foram coletados de forma aleatória, com respondentes que adotam determinada tecnologia e seguida da quantidade de anos que vem sendo adotada, caso contrário, não adotando a tecnologia, atribui-se 0 (zero)

Watcharaanantapong et al. (2013) sugerem que a temporização da adoção pode ser estimada separadamente usando regressão tobit para cada uma das tecnologias j , com o número de anos de adoção por parte do agricultor i , relacionada a utilização da tecnologia j , no ys (YR_{ij}) como variável dependente para a tecnologia j . Neste caso, o modelo de regressão é dado:

$$YR_{ij}^* = x'_{ij}\beta_j + \varepsilon_{ijy}, \quad \varepsilon_{ijy} \sim N(0, \sigma_j^2)$$

$$YR_{ij} = \begin{cases} YR_{ij}^* & \text{se } YR_{ij}^* > 0 \\ 0 & \text{se } YR_{ij}^* \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$YR_{ij} = \max(0, YR_{ij}^*) \quad (3)$$

Onde, YR_{ij}^* é uma variável latente (AME-MIYA, 1973; GREENE, 2012).

A variável latente YR_{ij}^* satisfaz as suposições do modelo de regressão linear clássico, possuindo uma distribuição normal homocedástica com média condicional linear. A equação (4) demanda que a variável observada YR_{ij} seja igual a YR_{ij}^* quando $YR_{ij}^* \geq 0$ mas $YR_{ij} = 0$, quando $YR_{ij}^* < 0$.

O valor esperado de $YR_{ij}^* | x_{ijy}$, dado a censura a YR_{ij} , é:

$$E(YR_{ij}^* I_{x_{ijy}}) = \left[x'_{ijy} \beta_j \Phi \left(\frac{x'_{ijy} \beta_j}{\sigma_j} \right) + \sigma_j \Phi \left(\frac{x'_{ijy} \beta_j}{\sigma_j} \right) \right] \quad (4)$$

em que σ_j e Φ são uma função de distribuição normal cumulativa e função de densidade, respectivamente (GREENE, 2012).

O efeito marginal de uma variável contínua l sobre o valor esperado de $YR_{ij}^* I_{x_{ijy}}$ é dado:

$$\frac{\partial E(YR_{ij}^* I_{x_{ijy}})}{\partial x_{ijy,l}} = \beta_{jl} \Phi \left(\frac{x'_{ijy} \beta_j}{\sigma_j} \right) \quad (5)$$

Para uma variável binária, o efeito marginal é calculado como a diferença entre os valores esperados na presença e ausência do indicador:

$$E[YR_{ij}^* I_{x_{ijy,l}=1}] - E[YR_{ij}^* I_{x_{ijy,l}=0}] \quad (6)$$

Os efeitos marginais são interpretados como uma variação de YR_{ij}^* associada à variação de uma unidade em uma variável contínua ou na presença de um indicador para uma variável binária. De forma alternativa, através da equação (5) os efeitos marginais implicam que a adoção da tecnologia j foi adiantada (ou atrasada), dada uma variação na variável contínua ou na presença do indicador (WATCHARAANANTAPONG et al., 2013). A estimação de σ_j e β_j é feita por procedimentos de máxima verossimilhança.

A metodologia utilizada por Watcharaanantapong et al. (2013) é superior às metodologias de escolha binária devido ao tratamento do fator tempo de adoção ser explicado, inferindo o que faz o produtor adotar precocemente ou retardar o uso de tecnologias e/ou práticas agrícolas, contribuindo, assim, para a literatura, o padrão de comportamento dos produtores de soja de Goiás e Distrito Federal e caminhos para a difusão da agricultura de precisão no segmento produtivo destes dois estados.

3.1 COLETA DOS DADOS

Os dados trabalhados na pesquisa foram obtidos por colaboração do Sindicato Rural de Rio Verde – Goiás, mediante aplicação de questionários em dois grandes eventos, o TecnoShow em Rio Verde – Goiás, em abril de 2016 e a Feira Internacional dos Cerrados no PADF (Pro-

grama de Assentamento do Distrito Federal) – Distrito Federal, em junho de 2016.

A justificativa amostral utilizada foi do tipo aleatório simples, no qual a escolha de um indivíduo em determinada população tem a mesma probabilidade de ocorrência. De acordo com Fonseca e Martins (1996), o cálculo para amostras de uma população finita é apresentado em:

$$N = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{d^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (7)$$

em que n é o tamanho da amostra; Z , a abscissa da curva normal padrão; p , a estimativa da verdadeira proporção de um dos níveis da variável escolhida, expresso em decimais; $q = 1 - p$; N , o tamanho da população; e d , o erro amostral admitido, expresso decimais.

Segundo os dados do Censo Agropecuário 2006, em Goiás e no Distrito Federal, havia 4.791 produtores de soja. Para encontrar o cálculo mínimo de aplicações necessárias de questionários, foram utilizados um nível de confiança de 95% (1,96) com um nível de precisão de $d=10\%$ e um valor p de 50% já que são desconhecidos o número de produtores que utilizam as tecnologias em agricultura de precisão. Portanto, o valor q foi de 50%.

Utilizando os dados preliminares para o cálculo da amostra, obteve-se uma quantidade amostral necessária n igual a 96 respondentes. Foram aplicados, em Rio Verde, 25 questionários-testes que logo foram incorporados à amostra, totalizando 124 agricultores entrevistados. Na literatura, estima-se que a disponibilidade comercial das tecnologias de diagnóstico, no mercado brasileiro, esteja por volta de 15 anos até a presente data da aplicação dos questionários da pesquisa (MOLIN et al., 2015). Portanto, produtores que declararam terem utilizado as tecnologias investigadas por um período superior a 15 anos no momento da pesquisa foram retirados da amostra. Após a retirada desses produtores, a amostragem totalizou 105 produtores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, seguem os resultados do modelo proposto para o tempo de adoção das tecno-

logias investigadas, exceto para a tecnologia em SR, pois não houve convergência na estimação do modelo econométrico. Isso se deveu, possivelmente, à baixa frequência de adoção por parte dos agricultores, em que muitos valores nulos foram observados. Todavia, a adoção prévia da tecnologia SR foi usada como variável explicativa para as estimações do tempo de adoção das tecnologias ASG e MP, o que permitiu medir a relação de adoção entre essas duas tecnologias. Na estimativa do modelo foram levados em consideração os erros robustos para o tratamento de heterocedasticidade.

A disposição dos modelos estimados segue em quatro grupos de variáveis explicativas, sendo o primeiro as variáveis de interesse, as quais serão testadas sobre a hipótese de complementariedade e substitutabilidade entre as tecnologias. Os outros três grupos foram estabelecidos como variáveis de controle através da literatura teórica e indicam possíveis determinantes para o processo de adoção de tecnologias e inovações agrícolas. Estão divididos em uso da terra, características sociodemográficas e infraestrutura técnica. As colunas contidas nas tabelas de resultados representam a inserção sequencial das variáveis de controle.

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados para explicar o tempo de adoção para a tecnologia ASG. Com exceção de MP/ASG*Tamanho, todas as variáveis de interesse foram significativas a 1% na coluna (4), que contém o maior número de variáveis de controle. A coluna 4, por apresentar maior número de variáveis explicativas, foi escolhida para a análise dos resultados. A adoção anterior ou ao mesmo tempo de MP contribui positivamente para o tempo de adoção

de ASG, sugerindo uma complementariedade entre as tecnologias. Nota-se que à medida que se incluem variáveis de controle, há um aumento no coeficiente, além de ganhar significância sobre o efeito do tempo de adoção.

A variável que representa a adoção precedente ou ao mesmo tempo de SR, inicialmente, não apresenta efeito significativo sobre o tempo de adoção de ASG. Contudo, à medida que se incluem as variáveis de controle, a adoção precedente de SR ganha significância e tem seu coeficiente elevado, denotando também uma relação de complementariedade em relação à ASG. No entanto, a variável SR/ASG*Tamanho aponta que, conforme há o aumento do tamanho da propriedade, as duas tecnologias tendem a se tornar substitutas, expresso no coeficiente negativo e denotando um menor tempo de uso da tecnologia ASG, com isso, é possível evidenciar, também, que essas tecnologias podem conter indícios de substitutabilidade nessa relação.

Na Figura 1 estão expostos os efeitos marginais de MP/ASG e SR/ASG para diversos tamanhos de propriedades contidos na amostra. Ao testar a complementariedade na adoção de MP sobre ASG, esse não foi significativo. Entretanto, quando se analisa os efeitos marginais médios de SR sobre ASG, a partir do tamanho de propriedade, percebe-se que quanto maior a propriedade, menor é a adoção de ASG, sendo que em propriedades maiores, esse processo é retardado. Esta é uma evidência de que grandes produtores de soja enxergam ASG e SR como tecnologias substitutas entre si. Nota-se que, quanto maior a propriedade, maior é o efeito marginal de substituição de ASG por SR.

Tabela 1 – Resultado das regressões dos modelos de Amostragem de Solo em Grade

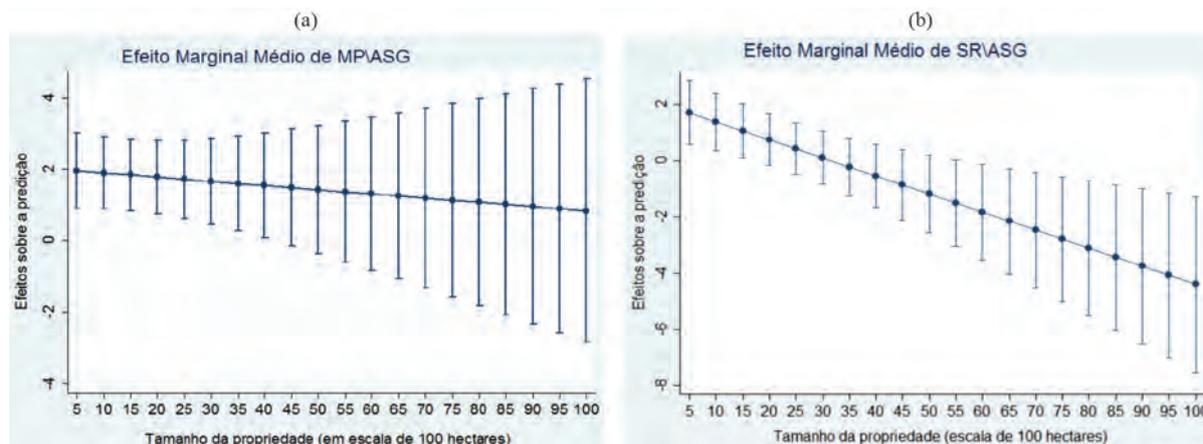
	(1)	(2)	(3)	(4)
Variáveis de interesse				
MP/ASG	1,611** (0,771)	1,247 (1,201)	1,873*** (0,686)	2,011*** (0,581)
MP/ASG*Tamanho	0,0000779 (0,000168)	-0,000204 (0,000602)	0,000108 (0,000249)	-0,000117 (0,000209)
SR/ASG	2,545 (2,382)	0,0729 (2,147)	1,812** (0,692)	2,039*** (0,646)
SR/ASG*Tamanho	0,0000228 (0,000552)	0,000756 (0,000566)	-0,000707*** (0,000239)	-0,000645*** (0,000198)
Uso da terra				

	(1)	(2)	(3)	(4)
Variáveis de interesse				
Tamanho	-	0,00236**	-0,000383	-0,000793*
	-	(0,00101)	(0,000431)	(0,000447)
Tamanho ao Quadrado	-	-0,000000372*	6,81E-08	0,000000147*
	-	(0,000000191)	(0,0000000815)	(0,0000000849)
Arrendamento	-	0,966	0,283	0,228
	-	(1,047)	(0,351)	(0,342)
Residência	-	-0,932	-0,17	-0,427
	-	(1,082)	(0,343)	(0,363)
Distância do Mercado	-	0,0115	-0,00053	-0,00153
	-	(0,0139)	(0,00454)	(0,00471)
Goiás	-	-0,744	0,509	0,188
	-	(1,45)	(0,527)	(0,56)
Características sociodemográficas				
Idade	-	-	-0,0703	-0,0276
	-	-	(0,0837)	(0,0859)
Idade ao Quadrado	-	-	0,00102	0,000716
	-	-	(0,000885)	(0,000923)
Experiência	-	-	0,0261	0,0764
	-	-	(0,0815)	(0,0872)
Experiência ao Quadrado	-	-	-0,0302***	-0,0293***
	-	-	(0,00337)	(0,00292)
Idade*Experiência	-	-	-0,00234	-0,00337**
	-	-	(0,00152)	(0,0016)
Ensino Médio	-	-	1,322**	1,077**
	-	-	(0,578)	(0,508)
Ensino Superior	-	-	-0,43	-0,543
	-	-	(0,5)	(0,491)
Homem	-	-	2,650***	1,931**
	-	-	(0,999)	(0,932)
Infraestrutura técnica e redes de informação				
Cooperado	-	-	-	-0,551
	-	-	-	(0,47)
Computador	-	-	-	1,078**
	-	-	-	(0,501)
Internet	-	-	-	-0,0442
	-	-	-	(0,414)
AT Contratada	-	-	-	0,77
	-	-	-	(0,517)
Curso em AP	-	-	-	0,0321
	-	-	-	(0,355)
Irrigação	-	-	-	0,0622*
	-	-	-	(0,0355)
Manejo Integrado de Pragas	-	-	-	-0,0429*
	-	-	-	(0,0242)
Constant	1,454**	0,151	0,217	-0,492
	(0,608)	(1,602)	(2,22)	(2,278)
Pseudo R2	0,007	0,031	0,416	0,452
AIC	466,5	467,6	307,4	304,7
BIC	482,4	499,4	360,5	376,4
Log-MV	-227,2	-221,8	-133,7	-125,4
Estatística F	3,096**	7,594***	30,58***	22,06***

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Notas: Desvio padrão em parênteses. Significância dos parâmetros * p < 10%, ** p < 5%, *** p < 1%.

Figura 1 – Efeito Marginal da adoção precedente de MP (a) e SR (b) sobre ASG



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Tal resultado é explicado pelo fato de SR ser uma tecnologia de custo fixo elevado, em que tais custos são diluídos à medida que a propriedade aumenta. ASG, por seu turno, apresenta custos crescentes com a escala, o que faz com que grandes produtores que adotaram SR atrasem a adoção de ASG. Já ASG e MP são complementares do ponto de vista do produtor.

Ao analisar o conjunto de variáveis uso da terra, somente tamanho da propriedade e tamanho da propriedade ao quadrado foram significantes ao nível de 10%, respectivamente. Através dos coeficientes estimados foi possível encontrar o mínimo da função da relação entre adoção, tamanho e tamanho ao quadrado, sendo cerca de 2.700 hectares, aplicando as propriedades da derivada. Tal resultado indica que até (a partir de) 2.700 hectares, a propensão a adotar ASG reduz (aumenta) com o tamanho. Nesse sentido, torna-se relevante destacar a existência da expectativa de que o fator tamanho da propriedade ofereceria contribuição negativa para os anos de uso ASG. Além de questões técnicas (determinação da densidade amostral e distância entre pontos, os quais determinam o tamanho da grade) e de custos na coleta de amostras maiores, quanto maior o tamanho da terra maior será o custo operacional da adoção (MOLIN et al., 2015), esta evidência está presente e em linha com outros achados empíricos (PAXTON et al., 2011; ROBERTSON et al., 2012; WALTON et al., 2008).

No grupo de variáveis sociodemográficas, o coeficiente da variável experiência ao quadrado, significativo ao nível de 1%, apresenta-se negativo. Resultados empíricos dessa variável apon-

tam que essa relação não é consensual, pois, por exemplo, enquanto Anselmi (2012) e Kotsiri et al. (2011) constataram que a experiência está positivamente correlacionada com o uso de agricultura de precisão, por outro lado, Paxton et al. (2011) encontraram os mesmos resultados como no presente trabalho. Tanto a variável experiência ao quadrado e a idade*experiência sugerem que os produtores mais experientes são menos inovadores e menos propensos a utilizarem ASG. Alguns apontamentos são destacados, na literatura, sobre o efeito negativo da experiência dos produtores quando se trata da adoção de inovações agrícolas, primeiro pode estar ligado à baixa capacidade de absorver e gerenciar conhecimento, ou à baixa percepção do produtor sobre utilidade do ferramental tecnológico no processo de produção.

Entre as variáveis de nível educacional, somente Ensino Médio foi significativa, nesse caso ao nível de 5%, onde de certa forma, como em outros trabalhos teóricos e empíricos, a educação influencia positivamente o processo de difusão da ASG na região (AUBERT et al., 2012; FEDER et al., 1985; FEDER; UMALI, 1993; MCBRIDE; DABERKOW, 2003). De forma inesperada, o Ensino Superior não apresentou relação com a adoção de ASG. Por fim, o fato de o agricultor ser do sexo masculino está positivamente associado a adoção da tecnologia ASG.

No terceiro e último grupo está o conjunto de variáveis que representam a infraestrutura técnica e redes de informação. O uso de computador reportou um coeficiente positivo ao nível de 5% de significância. Esse resultado está em linha

com trabalhos empíricos que também investigam adoção de ASG, o uso de computadores nas propriedades aumentam a propensão a adotar ASG empíricos (PAXTON et al., 2011; WALTON et al., 2008; WATCHARAANANTAPONG et al., 2013). As variáveis Manejo Integrado de Pragas (MIP), com coeficiente negativo e significativo ao nível de 10%, e Irrigação, com coeficiente positivo e significativo ao nível de 10%, são variáveis que representam outras práticas agrícolas. Trabalhos empíricos apontam que o uso de práticas de manejo tem influenciado positivamente a adoção de tecnologias agrícolas. No entanto, o sinal reportado pela variável MIP indicou que esta prática retarda o tempo de adoção ASG, o que não era esperado (EMERICK et al., 2016; LAMBERT et al., 2015; MANDA et al., 2016; WAINAINA; TONGRUKSAWATTANA; QAIM, 2016).

A Tabela 2 apresenta os resultados para a adoção de MP. Nota-se que o grupo de variáveis de interesse, somente SR/MP não foi significativo, enquanto para as outras variáveis foram significativos ao nível de 1%. A exemplo dos resultados para ASG, os resultados da coluna 4 serão explorados pelo fato de apresentarem um maior número de variáveis de controle. A adoção precedente de ASG contribui significativamente para o tempo de adoção de MP à medida que são incluídas variáveis de controle, contudo, há uma diminuição do valor do coeficiente. Assim, ao interagir o uso precedente de ASG com tamanho de propriedade, a ASG e MP não se demonstraram complementares, apesar do baixo valor do coeficiente. O contrário ocorre quando se analisa a adoção precedente de SR com o tamanho da propriedade sobre os anos de adoção de MP. Neste caso, à medida que aumenta o tamanho da propriedade, reforça-se o efeito de complementariedade entre as duas tecnologias.

Tamanho da propriedade e Tamanho ao quadrado apresentaram coeficientes significativos ao nível de 1%. Neste modelo, também é possível encontrar o ponto crítico da relação entre tempo de adoção, tamanho e tamanho ao quadrado, sendo um ponto máximo em razão do sinal, indicando uma concavidade voltada para baixo. Assim, ao aplicar as propriedades da derivada, encontrou-se o ponto máximo de tempo de adoção de MP em cerca de 3.300 hectares. Em outras palavras, o tempo de adoção de MP é função crescente (decrecente) do tamanho da propriedade até (a partir de) 3.300 ha.

Produtores que vivem nas propriedades são menos inovadores, segundo o presente modelo. A variável dummy Residência foi negativa e significativa ao nível de 1%. Implica que produtores que vivem na propriedade demoram mais tempo para adotar MP, portanto, menos propensos a difundir o uso da tecnologia.

Nas características sociodemográficas, alguns resultados divergem em relação à ASG. A idade do agricultor foi positiva e significativa ao nível de 5%, enquanto a experiência como produtor agrícola foi negativa e significativa também ao nível de 5%. Produtores mais experientes tendem a adotar de forma tardia MP. Contudo, a variável interação Idade*Experiência apresenta-se positiva e significativa ao nível de 5%, quanto maior a idade e experiência em negócios agrícolas, maior será o tempo de adoção de MP. Essas divergências também estão presentes em trabalhos empíricos (DABERKOW; MCBRIDE, 2003; KOTSIRI et al., 2011; LAMBERT et al., 2015; PAXTON et al., 2011). O coeficiente da variável Homem (gênero=1, homem e mulher=0) negativo e significativo ao nível de 5%, implica que, neste caso, produtoras são mais propensas a utilizarem esta tecnologia por mais tempo que produtores.

Tabela 2 – Modelos de Mapas de Produtividade

	(1)	(2)	(3)	(4)
Variáveis de interesse				
ASG/MP	8,404*** (1,276)	8,972*** (1,515)	3,106*** (0,618)	5,484*** (0,994)
ASG/MP*Tamanho	-0,000268 (0,000225)	-0,00119* (0,000657)	-0,000444* (0,000251)	-0,00124*** (0,000293)
SR/MP	-2,612*** (0,9)	-0,952 (1,522)	-0,107 (0,707)	-1,571 (0,97)
SR/MP*Tamanho	0,000741*** (0,000282)	0,00129** (0,000545)	0,000136 (0,000279)	0,00126*** (0,000424)

	(1)	(2)	(3)	(4)
Variáveis de interesse				
Uso da terra				
Tamanho	-	0,0016	0,000763	0,00225***
	-	(0,00119)	(0,000466)	(0,000586)
Tamanho ao Quadrado	-	-0,00000015	-0,000000115	-0,000000338***
	-	(0,000000201)	(0,0000000775)	(0,000000107)
Arrendamento	-	1,163	-0,165	-0,133
	-	(1,281)	(0,375)	(0,376)
Residência	-	0,482	0,14	-1,055**
	-	(1,314)	(0,408)	(0,506)
Distância do Mercado	-	-0,00877	0,000355	0,000867
	-	(0,0237)	(0,00643)	(0,00642)
Goiás	-	3,086***	0,263	1,172
	-	(1,113)	(0,361)	(0,859)
Características sociodemográficas				
Idade	-	-	0,14	0,340**
	-	-	(0,114)	(0,159)
Idade ao Quadrado	-	-	-0,00177	-0,00470**
	-	-	(0,00123)	(0,00202)
Experiência	-	-	-0,190*	-0,341**
	-	-	(0,105)	(0,137)
Experiência ao Quadrado	-	-	-0,0380***	-0,0399***
	-	-	(0,00486)	(0,00326)
Idade*Experiência	-	-	0,00223	0,00491**
	-	-	(0,00172)	(0,00243)
Ensino Médio	-	-	-0,0631	0,863
	-	-	(0,487)	(0,591)
Ensino Superior	-	-	0,236	0,51
	-	-	(0,541)	(0,603)
Homem	-	-	-2,376*	-4,354***
	-	-	(1,328)	(1,04)
Infraestrutura técnica e redes de informação				
Cooperado	-	-	-	0,931**
	-	-	-	(0,451)
Computador	-	-	-	-1,675***
	-	-	-	(0,553)
Internet	-	-	-	-0,401
	-	-	-	(0,4)
Infraestrutura técnica e redes de informação	-	-	-	-
AT Contratada	-	-	-	0,629
	-	-	-	(0,526)
Curso em AP	-	-	-	-1,817***
	-	-	-	(0,67)
Irrigação	-	-	-	0,0725**
	-	-	-	(0,0339)
Manejo Integrado de Pragas	-	-	-	-0,0610**
	-	-	-	(0,0249)
Constant	-4,489***	-8,646***	-0,454	-1,775
	(0,985)	(2,449)	(2,719)	(2,782)
Pseudo R2	0,15	0,18	0,575	0,627
AIC	233,2	237,4	150,8	151,1
BIC	249,2	269,3	203,9	222,7
Log-MV	-110,6	-106,7	-55,39	-48,55
Estatística F	15,66***	6,643***	21,42***	22,38***

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

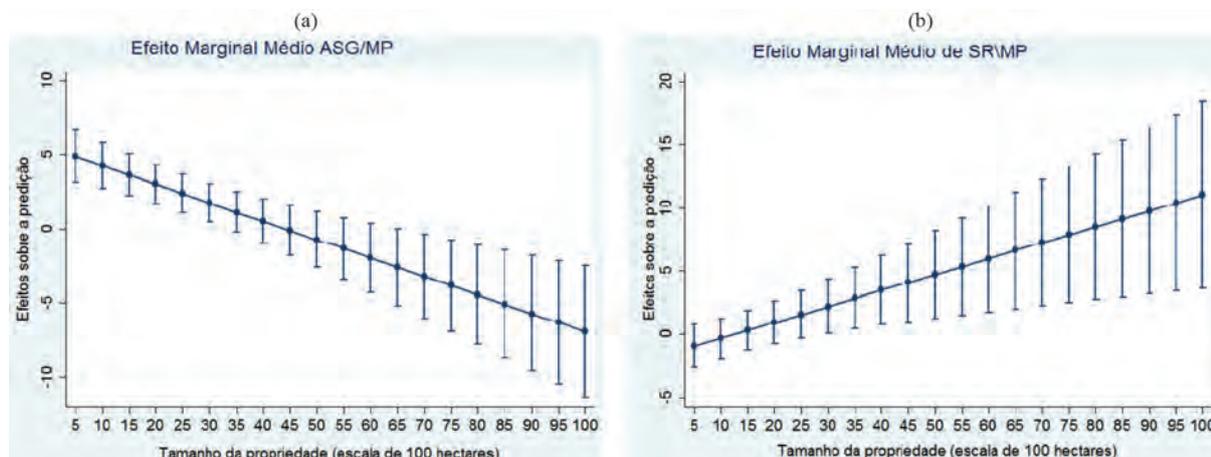
Desvio padrão em parênteses; Significância dos parâmetros * p < 10%, ** p < 5%, *** p < 1%.

No último grupo, infraestrutura técnica e redes de informação, nota-se que o cooperativismo está associado a um maior tempo de adoção em MP, com coeficiente positivo e significativo ao nível de 5%. Essa variável tem grande respaldo teórico e empírico nas análises de adoção de inovações agrícolas e o seu resultado está em linha com o que é versado na literatura (FEDER et al., 1985; FEDER; UMALI, 1993; MANDA et al., 2016; MONTE; TEIXEIRA, 2006). Contudo, não se esperava que a variável Computador e Cursos em AP fossem contribuir para um menor tempo de adoção, coeficientes negativos e significantes ao nível de 1%. Quanto às vari-

áveis Irrigação e MIP, os resultados estatísticos obtidos foram semelhantes à ASG (Tabela 1).

A Figura 2 expõe os efeitos da adoção precedente de ASG/MP e SR/MP em relação à interação com o tamanho da propriedade. Nota-se um efeito de complementariedade entre as tecnologias em ASG e MP, contudo, a partir dos 450 hectares há um efeito negativo sobre o tempo de uso de MP denotando um efeito de substituição entre essas duas tecnologias. Como evidenciado em SR/MP*Tamanho, o uso de SR e MP são complementares, independentemente, do tamanho da propriedade. Assim, quanto maior o tamanho da propriedade, maior é a relação de complementariedade dessas tecnologias.

Figura 2 – Efeito Marginal da adoção precedente de ASG (a) e SR (b) sobre MP



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Tais resultados indicam que pequenos produtores que adotaram ASG antes de MP, consideram MP complementar à ASG, visto que a adoção desta adianta a adoção de MP. Contudo, à medida que o tamanho da propriedade aumenta, produtores que adotaram previamente ASG, atrasam a adoção de MP. Isto acontece pelo fato de MP ser praticamente neutra à escala de produção. Produtores grandes que já incorrem no custo do ASG, que apresentam custos crescentes à escala de operação, se sentem menos estimulados a incorrer em novos custos. Contudo, os resultados contidos na Figura 1 indicam que a adoção prévia de MP por grandes produtores não tem impacto na adoção de ASG. A adoção prévia de SR, por seu turno, apresenta relação crescente na adoção de MP ao se considerar o tamanho da propriedade. Isto indica que as informações obtidas por meio de SR, tecnologia

com custos decrescentes à escala de produção, é complementada com a verificação da produtividade por meio do MP, que apresenta retorno neutro à escala.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou explicar o tempo de adoção de tecnologias de agricultura de precisão pelos produtores de soja de Goiás e Distrito Federal. Investigou-se o tempo de uso de Amostragem de Solo em Grade e o Mapa de Produtividade. Essas tecnologias têm como função diagnosticar parâmetros agrônômicos da produção com base no princípio da variabilidade do solo e clima. Além de terem funções semelhantes, o que não é tratado na literatura empírica, no modelo estimado foi possível quantificar os

efeitos das variáveis de interesse e controle sobre o tempo de adoção dessas tecnologias.

Os resultados demonstram que o tempo de adoção das tecnologias está ligado à adoção precedente, em outras palavras, os condicionantes da difusão destas tecnologias estão ligados à experiência prévia do produtor com Agricultura de Precisão. Contudo, após a interação com o tamanho da propriedade, o modelo aponta que quanto maior a propriedade menor a relação de complementariedade entre Sensoriamento Remoto e Amostra de Solo em Grade. Tal resultado também foi verificado sobre a adoção precedente de Amostra de Solo em Grade sobre Mapa de Produtividade. Ao analisar a relação de precedência de SR em relação a MP foi encontrada complementariedade entre as duas tecnologias.

A hipótese nula de que essas tecnologias são complementares, o que é comumente definido na literatura empírica, não ocorreu em sua totalidade, portanto o trabalho traz novas evidências da presença de substitutabilidade na adoção das tecnologias aqui tratadas. Exceto para a precedência de Sensoriamento Remoto à Amostra de Solo em Grade, onde há evidências de que são complementares. Recomenda-se que, ao propor políticas de difusão de tecnologias em agricultura de precisão, levem-se em consideração as especificidades e características do produtor, especificidades ligadas à escala produtiva e perfil socioeconômico, como demonstrados pelo modelo.

REFERÊNCIAS

ADRIAN, A. M.; NORWOOD, S. H.; MASK, P. L. Producer's perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 48, p. 256–71, 2005.

AMEMIYA, T. Regression Analysis when the Dependent Variable Is Truncated Normal. **Econometrica**, v. 41, n. 6, p. 997, 1973.

ANSELMINI, A. A. **Adoção da agricultura de precisão no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

AUBERT, B. A.; SCHROEDER, A.; GRIMAUDO, J. IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 1, p. 510–20, 2012.

CIRANI, C. B. S.; MORAES, M. A. F. D. Determinantes da Adoção das tecnologias de agricultura de precisão. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 4, p. 543–65, 2010.

DABERKOW, S. G.; MCBRIDE, W. D. Farm and operator characteristics affecting the awareness and adoption of precision agriculture technologies in the US. **Precision Agriculture**, v. 4, n. 2, p. 163–77, 2003.

DORFMAN, J. H. Modeling Multiple Adoption Decisions in a Joint Framework. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 78, n. 3, p. 547–57, 1996.

EMERICK, K. et al. Technological innovations , downside risk , and the modernization of agriculture. **American Economic Review**, v. 106, n. 6, p. 1537–561, 2016.

FEDER, G. Adoption of Interrelated Agricultural Innovations: Complementarity and the Impacts of Risk, Scale, and Credit. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 64, n. 1, p. 94–101, 1982.

FEDER, G.; JUST, R. E.; ZILBERMAN, D. Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. **Economic Development and Cultural Change**, v. 33, n. 2, p. 255–98, 1985.

FEDER, G.; UMALI, D. L. Special Issue Technology and Innovation In Agriculture and Natural Resources The adoption of agricultural innovations. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 43, n. 3, p. 215–39, 1993.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GREENE, W. W. H. . **Econometric analysis**. 7.ed. New York: Prentice Hall, 2012.

- GRILICHES, Z. Hybrid Corn : An Exploration in the Economics of Technological Change. **Econometrica**, v. 25, n. 4, p. 501–22, 1957.
- KHANNA, M. Sequential adoption of site-specific technologies and its implications for nitrogen productivity: A double selectivity model. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 83, n. 1, p. 35–51, 2001.
- KOTSIRI, S. et al. Farmers' perceptions about spatial yield variability and precision farming technology adoption: An empirical study of cotton production in 12 Southeastern states. **Southern Agricultural Economics Association**, 2011.
- LAMBERT, D. M. et al. Adoption and Frequency of Precision Soil Testing in Cotton Production. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 39, n. 1, p. 106–132, 2014.
- LAMBERT, D. M.; PAUDEL, K. P.; LARSON, J. A. Bundled adoption of precision agriculture technologies by cotton producers. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 40, n. 2, p. 325–45, 2015.
- MANDA, J. et al. Adoption and Impacts of Sustainable Agricultural Practices on Maize Yields and Incomes: Evidence from Rural Zambia. **Journal of Agricultural Economics**, v. 67, n. 1, p. 130–53, 2016.
- MANSFIELD, E. Technical Change and the Rate of Imitation. **Journal of the Econometric Society**, p. 741–66, 1961.
- MCBRIDE, W. D.; DABERKOW, S. G. Information and the adoption of precision farming Technologies. **Journal Agribusiness**, v. 21, n. 1, p. 21–38, 2003.
- MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. **Agricultura de Precisão**. 1a ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- MONTE, E. Z.; TEIXEIRA, E. C. Determinantes da Adoção da Tecnologia de Despolpamento na Cafeicultura. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 2, p. 201–17, 2006.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora Unicamp, 2005.
- PAXTON, K. W. et al. Intensity of precision agriculture technology adoption by cotton producers. **Agricultural and Resource Economics Review**, v. 40, n. 1, p. 133–44, 2011.
- ROBERTSON, M. J. et al. Adoption of variable rate fertiliser application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. **Precision Agriculture**, v. 13, n. 2, p. 181–99, 2012.
- ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. New York: Simon and Schuster, 2010.
- RUTTAN, V. W.; HAYAMI, Y. Toward a theory of induced institutional innovation. **The Journal of Development Studies**, v. 20, n. 4, p. 203–23, 1984.
- SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SUNDING, D.; ZILBERMAN, D. The agricultural innovations process: research and technology adoption in a changing agricultural sector. In: **Handbook of Agricultural Economics**. North-Holland: Elsevier, 2011.
- TENKORANG, F.; LOWENBERG-DEBOER, J. On-farm profitability of remote sensing in agriculture. **Journal of Terrestrial Observation**, v. 1, n. 1, p. 6, 2008.
- TEY, Y. S.; BRINDAL, M. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: A review for policy implications. **Precision Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 713–30, 2012.
- VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 4, p. 721–42, 2012.

WAINAINA, P.; TONGRUKSAWATTANA, S.; QAIM, M. Tradeoffs and complementarities in the adoption of improved seeds, fertilizer, and natural resource management technologies in Kenya. **Agricultural Economics (United Kingdom)**, v. 47, n. 3, p. 351–62, 2016.

WALTON, J. C. et al. Adoption and abandonment of precision soil sampling in cotton production. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 33, n. 3, p. 428–48, 2008.

WATCHARAANANTAPONG, P. et al. Timing of precision agriculture technology adoption in US cotton production. **Precision Agriculture**, v. 15, n. 4, p. 427–46, 2013.

WINSTEAD, A. T. et al. Adoption and use of precision agriculture technologies by practitioners. In: **Proceedings of the 10th International Conference of Precision Agriculture**. Denver, Colorado: [s.n.]. p. 18–21.

ZILBERMAN, D.; ZHAO, J.; HEIMAN, A. Adoption Versus Adaptation, with Emphasis on Climate Change. **Annual Review of Resource Economics**, v. 4, p. 27–53, 2012.

DESEMPREGO E EMPREENDEDORISMO NOS ESTADOS BRASILEIROS: UMA ANÁLISE ATRAVÉS DE DADOS EM PAINEL ESPACIAL

Unemployment and entrepreneurship in the Brazilian states: a spatial panel data analysis

Fabiano da Costa Dantas

Economista. Mestrado em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Doutorando em Economia (PPGE/UFPB). Professor da Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), Campus Caraúbas - RN. Rodovia RN 233, Km 01, Sítio Esperança II - Zona Rural. CEP: 59780-970 - Caraúbas, RN. fabianodantas@ufersa.edu.br

Cristiane de Mesquita Tabosa

Engenheira de Produção. Mestrado em Logística e Pesquisa Operacional pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutoranda em Economia (PPGE/UFPB). Professora da Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), Campus Central. Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva. CEP: 59.625-900 - Mossoró, RN. cristiane@ufersa.edu.br

Kelly Cristina de Oliveira

Contadora e Engenheira Agrônoma. Mestrado em Administração pela Universidade Potiguar (UnP). Doutoranda em Economia (PPGE/UFPB). Professora da Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa), Campus Central. Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva. CEP: 59.625-900 - Mossoró, RN. kelly.oliveira@ufersa.edu.br

Resumo: Este trabalho objetiva-se em mensurar a relação entre desemprego e o nascimento de empresas formais nos estados brasileiros no período de 2012 a 2018. Para tanto, serão utilizados dados em painel espacial. Há o debate de três hipóteses sobre a relação entre empreendedorismo e desemprego. O primeiro sugere a existência de uma relação positiva entre o autoemprego e o desemprego. O segundo baseia-se em uma relação negativa entre o empreendedorismo e o desemprego e por fim, há uma hipótese que não existe relação entre as variáveis em questão. Diante dos resultados, sugere-se uma relação negativa entre o desemprego e empreendedorismo. Esse efeito negativo aponta que o aumento em uma unidade percentual na taxa de nascimento de empresas formais reduz em média 0,016% na taxa de desemprego, e o aumento em uma unidade percentual na taxa de desemprego reduz em média 21% na taxa de nascimento de empresas formais.

Palavras-Chave: Desemprego; Empreendedorismo; Dados em Painel Espacial.

Abstract: This work aims to measure the relationship between unemployment and the birth of formal companies in the Brazilian states from 2012 to 2018. For this, data will be used in a space panel. There is a debate of three hypotheses about the relationship between entrepreneurship and unemployment. The first suggests the existence of a positive relationship between self-employment and unemployment. The second is based on a negative relationship between entrepreneurship and unemployment and finally, there is a hypothesis that there is no relationship between the variables in question. Given the results, a negative relationship between unemployment and entrepreneurship is suggested. This negative effect points out that the increase in a percentage unit in the birth rate of formal companies reduces on average 0.016% in the unemployment rate, and the increase in a percentage unit in the unemployment rate reduces on average 21% in the birth rate of formal companies.

Keywords: Unemployment; Entrepreneurship; Spatial Panel Data.

1 INTRODUÇÃO

A relação entre o desemprego e o nascimento de empresas é considerada importante para os formuladores de políticas, uma vez que as autoridades nacionais têm dado um papel relevante ao aumento das taxas de nascimento de empresas como um objetivo instrumental para aumentar a riqueza e a criação de emprego (VAN STEL; STOREY, 2003).

Contudo, essa relação ainda é bastante discursiva, visto que a formação de novas empresas e os processos do mercado de trabalho podem estar sujeitos a efeitos espaciais. Estudos que coletam evidências empíricas sobre a relação causal entre esses fatores espaciais e o desenvolvimento regional são, portanto, uma prioridade esperada na literatura especializada (LOBO; COSTA, 2002).

De acordo com Cole (2018), um grupo de estudos tenta reconciliar o conflito nesses resultados, considera a possibilidade de que a relação linear assumida por diversos estudos que sustenta as hipóteses pode se desintegrar e se tornar assimétrica ou não linear, como poderia ser o caso se as relações fossem de espaço ou tempo.

Embora diversos estudos tenham fornecido insights importantes sobre o processo de criação de empresas, eles são limitados em dois aspectos. Primeiro, foram conduzidos quase inteiramente no âmbito de país único ou de vários países, dando pouca atenção às áreas subnacionais. Uma limitação em potencial com essa abordagem é que, se as relações entre os nascimentos das empresas e as taxas de desemprego variarem no espaço e no tempo, as políticas de crescimento e criação de empregos recomendadas pelos estudos no âmbito nacional podem não ser aplicáveis a todas as subáreas do país. Em outras palavras, a abordagem “tamanho único para todos” dos estudos no campo macro pode não ser eficaz na formulação de políticas que promovam o nascimento de firmas e criação de empregos em um domínio mais regional (COLE, 2018).

Um segundo fator da formação de novas empresas e o desemprego é a proximidade geográfica de empresas pertencentes ao mesmo setor que gera economias externas que beneficiam

empresas existentes, bem como o nascimento de novas empresas na região. As vantagens decorrentes da concentração de empresas pertencentes ao mesmo setor incluem disponibilidade de mão-de-obra, variedade de oferta de outros insumos com qualidade e preços competitivos, acesso formal e informal a informações e novas tecnologias etc. Se houver uma grande concentração de empresas usando um certo input, a dimensão da demanda também cria uma oportunidade para as pequenas empresas entrarem no mercado (LOBO; COSTA, 2002).

Além desses aspectos espaciais, há o debate de três hipóteses sobre o nascimento de empresas e desemprego. O primeiro argumenta que os indivíduos são “forçados” ao trabalho autônomo devido ao baixo crescimento econômico e a consequente desemprego. O segundo argumento baseia-se na afirmação que o desemprego elevado reduz o incentivo em iniciar um novo negócio, devido às incertezas do mercado e, por fim, há uma hipótese que sugere que uma alta taxa de desemprego pode estar associada a um baixo nível na taxa de nascimento de empresas.

A investigação empírica espacial nacional¹ sobre o tema é restrita e não limita-se em avaliar apenas as taxas de desemprego e o nascimento de empresas, acrescentando outras variáveis como: crescimento econômico, desempenho municipal, processo cultural e nível de urbanização, além de abordar apenas no âmbito estadual. Este artigo contribui para o discernimento sobre o tema pela abordagem mais ampla sobre uma visão nacional.

Com base nas informações expostas anteriormente, esse artigo tem por objetivo mensurar a relação entre desemprego e o nascimento de empresas nos estados brasileiros no período de 2012 a 2018. Para tanto, serão utilizados dados em painel espacial com a finalidade de analisar a correlação espacial entre as variáveis estudadas.

A estrutura deste estudo foi dividida em cinco seções, além dessa introdução. Na segunda seção, será demonstrada a revisão da literatura sobre as hipóteses acadêmicas que incidem sobre a relação entre o nascimento de empresas e o desemprego. Na terceira seção são abordados os

¹ Ver Campos e Iooty (2007); Barros e Pereira (2008); Thornton et al. (2011); Menezes e Canever (2016) e Höber, Lima e Fochezatto (2017).

cálculos matemáticos sobre dados em painel espacial através da exposição do modelo aplicado ao estudo. Finalizando, nas demais seções serão expostos os resultados esperados, as considerações finais e as referências, respectivamente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Bueno et al. (2018), existem diversas definições sobre empreendedorismo, no qual destacam-se como a capacidade manifestada dos indivíduos de criarem novas oportunidades de negócios, novos produtos, novas formas de organização, novos métodos de produção além de introduzir suas ideias no mercado, face às incertezas e aos obstáculos, tomando decisões sobre a localização, a forma e a utilização dos recursos. Ainda, empreendedorismo pode ser definido como qualquer tentativa de criação de novos negócios ou novos empreendimentos, como o trabalho por conta própria, uma nova organização empresarial ou a expansão de um negócio existente, por um indivíduo, uma equipe de indivíduos ou um negócio estabelecido.

De acordo com Ramos e Ferreira (2005), desemprego ou desocupação são os componentes de indivíduos que não exerceram trabalho na semana de referência, mas que procuraram trabalho nessa semana. Também foram considerados desocupados os indivíduos que exerceram trabalho não-remunerado na semana de referência e trabalharam menos que 15 horas, mas procuraram trabalho nesse período; e exerceram trabalho para autoconsumo ou construção própria na semana de referência, mas procuraram trabalho nessa semana.

O debate acadêmico sobre a relação entre o desemprego e o empreendedorismo remete a questões no qual avaliam se o desemprego leva a mais ou menos nascimentos de firmas e se os nascimentos de firmas reduzem o desemprego. Essa contestação baseia-se em três hipóteses fundamentadas em diversas teorias aceitáveis, testáveis e proeminentes.

O modelo “push-pull” de formação de novos negócios é que ela se baseia no comportamento das pessoas no mercado de trabalho, em contraste com as “barreiras à entrada”, abordagem da teoria da firma. No modelo “push-pull”, a transição para o autoemprego é vista como o re-

sultado de um cálculo subjetivo feito por membros da força de trabalho (tanto empregados como desempregados). Quando os indivíduos calculam que o fluxo descontado de benefícios líquidos monetários e não-monetários de ser autônomo excede o de permanecer em suas posições atuais, eles se transformarão em trabalho autônomo. O desemprego emergiu como uma variável de “pressão” particularmente importante neste modelo: O nível de desemprego (e com isso a ameaça de mais desemprego), quanto maior a percepção dos benefícios líquidos do trabalho autônomo e quanto maior a taxa de formação de novos negócios (HAMILTON, 1989).

O ponto de partida foi distinguir “empreendedorismo de necessidade”, que está tendo que se tornar um empreendedor porque você não tem melhor opção, de “empreendedorismo de oportunidade”, que é uma escolha ativa para iniciar um novo empreendimento baseado na percepção de que um empreendimento inexplorado ou não explorado, existe uma oportunidade de negócio subexplorada (ACS, 2006).

De acordo com Dawson et al. (2009), numa extremidade de um espectro possível, os trabalhadores por conta própria podem ser identificados como microempresas empreendedoras e com um único empregado. Um corpo substancial de pesquisa investiga os trabalhadores independentes como empreendedores, usando o trabalho autônomo como uma categoria observável que, embora imperfeitamente, identifica o estoque de talentos empreendedores na economia. No outro extremo, deste espectro, o trabalho autônomo, pode incluir um estado muito menos desejável escolhido com relutância por indivíduos incapazes de encontrar um emprego remunerado adequado nas atuais condições do mercado de trabalho.

A teoria “recession-push” apoia a ideia de que o desemprego reduz as oportunidades de obter um emprego remunerado e os ganhos esperados da procura de emprego, o que “empurra” as pessoas para o trabalho independente. Portanto, essa teoria sugere a existência de uma relação positiva entre o autoemprego e o desemprego, ou seja, uma relação oposta entre o ciclo de negócios e a taxa de autoemprego (CONGREGADO et al., 2012).

Assim, estes argumentos apontam para um efeito positivo do nível da taxa de desemprego na taxa de natalidade das empresas. Baseia-se na ideia de que o desemprego mais elevado reduz o custo de oportunidade relativo de iniciar um novo negócio, aumenta os benefícios líquidos do trabalho por conta própria e aumenta a probabilidade dos desempregados empreendedores. Assim, a motivação subjacente para o empreendedorismo nessa visão é percebida como ganho econômico (COLE, 2018).

A segunda hipótese (*demand-pull*) sugere um comportamento inverso sobre desemprego e empreendedorismo. Quando as condições macroeconômicas são desfavoráveis e o desemprego é alto, é menos provável que as pessoas ingressem no trabalho autônomo, sabendo que o negócio tem uma probabilidade maior de fracasso. Em segundo lugar, durante os períodos de desemprego em alta, as ofertas de emprego remunerado são menos frequentes e os indivíduos são menos propensos a entrar no trabalho autônomo, sabendo que a probabilidade de encontrar outro emprego é baixa se o empreendimento falhar (PICOT et al., 1998).

Os desempregados tendem a possuir menores dotações de capital humano e talento empresarial necessários para iniciar e sustentar uma nova empresa, o que sugere que o alto desemprego pode estar associado a um baixo grau de atividade empreendedora. Altas taxas de desemprego também podem implicar níveis mais baixos de riqueza pessoal, o que, por sua vez, reduziria a probabilidade de se tornar autônomo (AUDRETSCH et al., 2005).

A hipótese “*prosperity-pull*” representa uma interpretação que sugere a seguinte relação: em tempos de altas taxas de desemprego, as empresas enfrentam uma demanda de mercado menor. Isso reduz a renda dos trabalhadores autônomos e, possivelmente, também a disponibilidade de capital, enquanto aumenta o risco de falência. Assim, os indivíduos são “retirados” do trabalho autônomo. Ao mesmo tempo, o trabalho autônomo pode se tornar mais arriscado, porque, se o empreendimento falhar, é menos provável que o trabalhador autônomo consiga um emprego remunerado. Como resultado, sugere-se uma relação negativa entre o trabalho autônomo e o desemprego (CONGREGADO et al., 2012).

As estimativas empíricas da relação emprego/desemprego invariavelmente confundem os dois efeitos acima, capturando um efeito “líquido” do “*recession-push*” e “*prosperity-pull*”. Além disso, a causalidade reversa também está em jogo no sentido de que um número maior de indivíduos autônomos pode reduzir o desemprego por meio de atividades empresariais (AUDRETSCH et al., 2005).

Assim, a última hipótese do comportamento da taxa de desemprego e taxa de nascimento das empresas remete à comumente conhecida escola de teorias de “*entrepreneurial pull*”, que assume os empreendedores como indivíduos com habilidades específicas e argumenta que o autoconhecimento dessas habilidades particulares os motiva a se envolver em atividades empreendedoras de risco. Uma vez que o trabalho independente é a forma mais simples de empreendedorismo, naturalmente decorre desta hipótese que não existe relação entre o trabalho independente e o desemprego (PICOT et al., 1998).

Os resultados de alguns estudos anteriores são condicionados pela investigação de relações lineares, não controlando a não linearidade. Se for o caso que, em diferentes fases do ciclo de negócios, prevalecem diferentes tipos de efeitos, os resultados dos modelos lineares poderiam estar escondendo qualquer um dos dois efeitos (CONGREGADO et al., 2012).

Sendo assim, pode-se considerar a possibilidade de que as relações lineares adotadas pelas três hipóteses possam eventualmente se decompor e tornar-se assimétricas ou não-lineares. Em outras palavras, o conflito e a ambiguidade nos resultados empíricos podem ser porque as relações de nascimento de firmas e desemprego são variantes de espaço e tempo e, portanto, são diferentes sob circunstâncias econômicas diferentes (COLE, 2018).

Ao avaliar a não linearidade da relação entre o nascimento de firmas e desemprego, Ritsilä e Tervo (2000), utilizaram modelos de dados em painel e dados de nível micro para atingir resultados que indicaram evidências consideráveis de um efeito positivo e não-linear do desemprego pessoal na probabilidade de um indivíduo se tornar um empreendedor na Finlândia.

Faria et al. (2010), estimaram a relação entre desemprego e empreendedorismo através de

testes de causalidade de Granger e estimativa de STAR-EXT para avaliar a direção de causalidade e a natureza não-linear da relação para um conjunto de países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Os resultados revelam relação bidirecional e não-linear entre a criação de empresas e mudanças no desemprego.

Congregado, Golpe e van Stel (2012) aplicaram um método não linear de cointegração para estimar a magnitude do efeito “recession-push” no ciclo de negócios, que resultaram em um efeito de longo prazo entre o nascimento de empresas e desemprego desproporcionalmente mais forte quando as circunstâncias econômicas da Espanha são piores.

Dessa forma, essa abordagem não-linear deriva do reconhecimento de que as hipóteses “unemployment-push” e “demand-pull” não precisam estar em conflito umas com as outras, mas podem ser utilmente unificadas ou sintetizadas. Assim, a interpelação não-linear apresenta duas hipóteses de causalidade entre desemprego e empreendedorismo.

Na Hipótese 1, assumindo que o princípio da causalidade vai do desemprego ao empreendedorismo, sustenta que existe uma taxa de desemprego limite abaixo da qual, a relação entre desemprego e taxa de natalidade da firma é positiva, mas acima da qual essa relação é negativa, ou seja, a taxa de desemprego e o nascimento de firmas são inversamente relacionados (COLE, 2018).

Essa relação inversa foi verificada por Hamilton (1989), a partir da relação de séries temporais entre as taxas de desemprego e de formação de negócios, que resultou na afirmação que esta relação pode ser não-linear de tal forma que, além do “crítico” nível de desemprego, novos aumentos no desemprego serão associados a taxas de formação de empresas em queda. Então, esse padrão de série temporal é consistente com o que se sabe sobre o relacionamento cross-section dado o provável impacto sobre isso de um fluxo de políticas destinadas a estimular novas taxas de formação de negócios.

Desta maneira, baixos níveis de desemprego são acompanhados por abundantes oportunidades de mercado, como seria o caso de uma economia dinâmica. Essas oportunidades atra-

em os desempregados para formar seus próprios negócios, cientes do fato de que eles enfrentam menos concorrência direta, porque a maioria de seus concorrentes potenciais ainda estão empregados. Assim, a baixos níveis de desemprego, o aumento do desemprego levará à formação de novos negócios. No entanto, à medida que o desemprego aumenta, as oportunidades de negócios diminuem, enquanto a competição por elas se intensifica. Isso acaba por amortecer o espírito empreendedor, fazendo com que a formação de novas empresas diminua. Em outras palavras, há uma relação inversa em forma de U de tal forma que, em algum nível crítico de desemprego, o desemprego não vai mais aumentar os nascimentos de firmas, mas reduzi-los, já que o “empurrão” para o trabalho autônomo supera a “atração” de novas oportunidades de negócios (COLE, 2018).

Hamilton (1989) verificou ainda, uma limitação no nascimento de firmas, ou seja, enquanto a formação de novos negócios aumenta com o aumento do desemprego, depois de um certo ponto, ele diminuirá à medida que atingir o limite. O mesmo foi observado por Ritsilä e Tervo (2002), na qual, a propensão para fundar uma empresa é aumentada nos estágios iniciais do desemprego, enquanto um período de desemprego mais longo pode até desencorajar a ambição pelo trabalho autônomo. Os resultados também mostraram que o efeito da duração do desemprego na probabilidade de formar um negócio é não-linear. Talvez devido a fatores psicológicos, sociais e do setor público, o status de desemprego afeta os indivíduos de forma diferente nos vários estágios do período de desemprego.

Na Hipótese 2, há uma relação em forma de U que é negativa quando o empreendedorismo é “baixo” e positivo quando é “alto”. Uma justificativa para essa relação é que, embora os nascimentos das firmas inicialmente criem novos empregos e reduzam o desemprego, o aumento resultante nas empresas gera maior competição, o que reduz a criação de empresas e, conseqüentemente, aumenta o desemprego (COLE, 2018).

Esse comportamento entre o empreendedorismo e o desemprego revelado por Faria, Cuestas e Gil-Alana (2009), ao apresentarem um modelo cíclico para o desemprego e o empre-

endedorismo, que aponta um ciclo limite estável único da redução no desemprego oriundo do nascimento de firmas. A periodicidade estimada dos ciclos para os EUA, Reino Unido, Espanha e Irlanda são entre 5 e 10 anos.

O mesmo aponta Faria et al. (2010), que sugerem que a variação do desemprego causa a criação de negócios (e vice-versa) de maneira não-linear em todos os países da OCDE. A criação de negócios reage rapidamente a mudanças na variação do desemprego, enquanto a resposta oposta leva mais tempo.

As hipóteses não-lineares 1 e não-linear 2 podem ter implicações importantes para a implementação e a eficácia da política de empreendedorismo e crescimento. O não-linear 1 sugere que, enquanto a taxa de desemprego real estiver abaixo do limite, uma política bem projetada e implementada que vise encorajar nascimentos de novas empresas e criar empregos terá o efeito desejado, mas a uma taxa decrescente. No entanto, além do limite, tal política produziria retornos negativos. Por outro lado, a hipótese não-linear 2 sugere que a implementação de tal política além do nível implícito do limite de criação da empresa pode ser equivocada, porque é provável que piore a situação do desemprego. Assim, ambas as hipóteses sugerem que implementar tal política além de um limite é indesejável. Claramente, determinar esses níveis limitantes de desemprego e taxas de nascimentos firmes, se houver, seria importante para os formuladores de políticas (COLE, 2018).

3 METODOLOGIA

O objetivo deste artigo é mensurar a relação entre desemprego e o nascimento de empresas formais nos estados brasileiros no período de 2012 a 2018. A amostra desta pesquisa limita-se às 26 Unidades da Federação e o Distrito Federal. A periodicidade dos dados é trimestral e constitui um corte temporal de janeiro de 2012 a julho de 2018. A escolha do período analisado justifica-se devido ao comportamento distinto da taxa de desemprego nesta ocasião, em que ocorrem quedas sucessivas de 2012 a 2014 e, posteriormente, a um ponto de inflexão de 2015 a 2018, com aumentos consecutivos.

As variáveis utilizadas são as taxas de nascimento de empresas formais disponibilizadas pelo Serasa Experian, com base na quantidade mensal de novas empresas registradas nas juntas comerciais de todas as Unidades Federativas do Brasil bem como a apuração mensal dos Cadastros Nacionais de Pessoas Jurídicas (CNPJs) consultados pela primeira vez à base de dados da Serasa Experian e a taxa de desemprego dos indivíduos com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) contínua, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

3.1 Especificação do Modelo

Como a literatura acadêmica apresenta duas questões principais sobre a relação entre o nascimento de empresas e desemprego, visto que: o aumento da taxa de desemprego serve como um catalisador ou um obstáculo para nascimento de firmas ou um nível crescente da taxa de natalidade da firma reduz permanentemente o desemprego ou inicialmente reduz o desemprego, mas subsequentemente o aumenta.

A intenção não é estabelecer a direção da causalidade entre nascimentos das firmas e desemprego, mas focar no que podem ser as correlações condicionais entre as duas variáveis. Estas correlações, se forem estatisticamente significativas e robustas, serão úteis para determinar se os resultados obtidos são consistentes com as hipóteses-chave delineadas na Seção 2 (COLE, 2018).

De acordo com Millo e Piras (2012), os modelos de dados do painel espacial capturam as interações espaciais entre unidades espaciais e ao longo do tempo. Existe uma extensa literatura sobre modelos estáticos e dinâmicos. Partindo de um modelo geral de painéis estáticos que inclui um atraso espacial da variável dependente e das perturbações autorregressivas espaciais:

$$y = \lambda(I_T \times W_N) y = X\beta = u \quad (1)$$

Onde y é um vetor $NT \times 1$ de observações sobre a variável dependente, X é uma matriz $NT \times k$ de observações sobre os regressores exógenos não estocásticos, I_T é uma matriz identidade de dimensão T , W_N é a matriz de pesos espaciais

$N \times N$ de constantes conhecidas cujos elementos diagonais são definidos como zero e λ é o parâmetro espacial correspondente. O vetor de perturbação é a soma de dois termos:

$$u = (i_T \times I_N) \mu + \varepsilon \quad (2)$$

Onde i_T é um vetor $T \times 1$, I_N é uma matriz de identidade $N \times N$, μ é um vetor de tempo em efeitos individuais (não espacialmente autocorrelacionadas), e ε é um vetor de inovações espacialmente autocorrelacionadas que seguem um processo autorregressivo espacial da forma:

$$\varepsilon = \rho(I_T \times W_N) \varepsilon + v \quad (3)$$

Com ρ ($|\rho| < 1$) como parâmetro autorregressivo espacial, W_N é a matriz de pesos espaciais, $v_{it} \sim IID(0; \sigma_v^2)$ e $\varepsilon_{it} \sim IID(0; \sigma_\varepsilon^2)$.

3.2 Modelo aplicado ao estudo

De acordo com Elhorst (2010), ao especificar a interação entre unidades espaciais, o modelo com efeitos espaciais específicos pode conter uma variável dependente espacialmente defasada ou um processo autorregressivo espacial no termo de erro, conhecido como o atraso espacial e o modelo de erro espacial, respectivamente. O modelo de defasagem espacial postula que a variável dependente depende da variável dependente observada nas unidades vizinhas e de um conjunto de características locais observadas:

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + x_{it} \beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Onde i indica a Unidade da Federação (e o Distrito Federal), t indica o tempo, TXN_{it} e TXN_{it-1} são as taxas de natalidade das empresas formais trimestrais atuais e defasadas, respectivamente, e TXD_{it} e TXD_{it-1} são as taxas de desemprego trimestrais atuais e defasadas. μ_i são efeitos fixos das unidades da federação incluídos para capturar fatores econômicos e outros que permanecem

Onde i é um índice para a dimensão de seção transversal (unidades espaciais), com $i = 1, \dots, N$, e t é um índice para a dimensão de tempo (períodos de tempo), com $t = 1, \dots, T$, y é uma observação sobre a variável dependente em i e t , x_{it} um vetor de linha ($1, K$) de observações sobre as variáveis independentes e β um vetor correspondente ($K, 1$) de parâmetros fixos, mas desconhecidos. δ é chamado de coeficiente espacial autoregressivo e w_{ij} é um elemento de uma matriz de pesos espaciais W que descreve o arranjo espacial das unidades na amostra. Assume-se que W é uma matriz não negativa pré-especificada de ordem N . ε_{it} é um termo de erro independente e identicamente distribuído para i e t com média zero e variância σ^2 , enquanto μ_i indica um efeito espacial específico. O raciocínio padrão por trás dos efeitos espaciais específicos é que eles controlam todas as variáveis invariantes no tempo específicas do espaço, cuja omissão poderia enviesar as estimativas em um estudo transversal típico.

Assim, o modelo aplicado ao estudo segue as hipóteses esboçadas na Seção 2, que segundo Cole (2018), sugerem possíveis impactos não lineares do desemprego (nascimento de firmas) nos nascimentos das empresas (desemprego), motivando o uso de uma especificação do modelo quadrático, que caracteriza o nível atual (e não a taxa de crescimento) da taxa de natalidade da empresa em função do nível defasado da taxa de desemprego e sua forma quadrática. Ao aumenta-se esta especificação tem-se o modelo de dados de painel de linha de base não espacial para a primeira hipótese da pesquisa (Equação 5) e, similarmente, para a segunda hipótese da pesquisa (Equação 2) da seguinte forma:

$$TXN_{it} = \alpha_{i0} + \alpha_1 TXD_{it-1} + \alpha_2 TXD_{it-1}^2 + x_{it} \beta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{iB} \quad (5)$$

$$TXD_{it} = \delta_{i0} + \delta_1 TXN_{it-1} + \delta_2 TXN_{it-1}^2 + x_{it} \beta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{iU} \quad (6)$$

inalterados ao longo do tempo que são específicos para cada unidade da federação, e λ_t são efeitos fixos no ano para controlar os choques anuais comuns nas unidades da federação. ε_{iB} e ε_{iU} são os termos de erro para as equações das taxas de natalidade e desemprego, respectivamente.

x_{it} contém uma matriz de duas variáveis explicativas específicas das unidades da federação

que controlam as economias de aglomeração e o ambiente regulatório/institucional. As economias de aglomeração são definidas como o número total de empresas de estabelecimentos das unidades da federação divididas pela área dos estados em quilômetros quadrados.

É provável que a presença dessas vantagens aumente a demanda local por bens e serviços e, assim, aumente o emprego. Por outro lado, a densidade da atividade econômica e, portanto, da densidade populacional, pode refletir um ambiente em que são necessários mais tempo e esforço para reunir as informações necessárias sobre oportunidades de emprego e aumentar o desemprego. Assim, os possíveis efeitos da densidade e da aglomeração no desemprego não são claros e não podem ser previstos *a priori*.

Fatores institucionais podem ser relevantes porque as empresas consideram o ambiente regulatório geral ao tomar decisões de localização. Um aspecto desse ambiente é que as áreas com regulamentações mais estritas que restringem a entrada provavelmente terão níveis mais baixos de empreendedorismo. Para explicar isso, inclui-se o número de propriedades por força de trabalho. Espera-se que isso afete posi-

tiva e negativamente os nascimentos e o desemprego das empresas, respectivamente.

Com base nas Equações 5 e 6, a evidência para as hipóteses sob investigação requer as seguintes condições: Hipótese *unemployment-push*: $\alpha_1 > 0$, $\alpha_2 = 0$; Hipótese *demand-pull*: $\alpha_1 < 0$, $\alpha_2 = 0$; Hipótese Não-Linear 1: $\alpha_1 > 0$, $\alpha_2 < 0$; Hipótese *entrepreneurial*: $\delta_1 < 0$, $\delta_2 = 0$; e Hipótese Não-Linear 2: $\delta_1 < 0$, $\delta_2 > 0$ (COLE, 2018).

De acordo com Elhorst (2010), como o modelo de regressão linear é comumente estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), é frequentemente rotulado como modelo MQO. Além disso, embora o modelo MQO na maioria dos estudos que focam os efeitos de interação espacial seja rejeitado em favor de um modelo mais geral, seus resultados muitas vezes servem como referência.

De acordo com LeSage e Pace (2009), para explicar os efeitos espaciais consideram-se modelos de regressão que incluem processos autor-regressivos espaciais, como Modelo SAR (Spatial Autogressive Model), Modelo SEM (Spatial Error Model) e Modelo SDM (Spatial Durbin Model). Segundo Elhorst (2012), os modelos podem ser expressos da seguinte forma:

$$SAR: y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \alpha + x_{it} \beta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$SEM: y_{it} = \alpha + x_{it} \beta + \mu_i + \lambda_t + \Phi_{it} \quad (8)$$

$$\text{Onde } \Phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \Phi_{jt} + \varepsilon_{it}$$

$$SDM: y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \alpha + x_{it} \beta + \sum_{j=1}^N w_{ij} x_{ijt} \theta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

Onde y_{it} é a variável dependente para a unidade da federação i no tempo t ($i = 1 \dots, N$; $t = 1 \dots, T$). w_{ij} é o elemento i, j^{th} de uma matriz não-negativa de pesos espaciais $N \times N$, W , delineando o arranjo das unidades da federação da amostra como descrito anteriormente. δ é o parâmetro de resposta para os efeitos de interação da variável dependente e α é um parâmetro de termo constante. x_{it} é um vetor de linha ($1 \times K$) de observações em todas as variáveis explicativas incluídas, e β é um vetor de coluna correspondente ($K \times 1$) de parâmetros fixos, mas desconhecidos, para variáveis explicativas não espacialmente ponderadas. μ_i são efeitos fixos

das unidades da federação e λ_t são efeitos fixos no tempo. ε_{it} é um termo de erro independente e identicamente distribuído. ρ é a autocorrelação espacial do termo de erro e θ é o vetor de coeficiente da dependência espacial das variáveis explicativas.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o intuito de facilitar a compreensão dos resultados e identificar os modelos apresentados pelas equações 5 e 6 será nomeado o Modelo 1 referente à equação 5 e o Modelo 2 alusivo à equação 6 expostos na seção 3. Assim, a Aná-

lise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) permitirá avaliar, identificar e explorar de forma contundente as características das variáveis estudadas durante o corte temporal observado. A Tabela 1, a seguir, estão expostos a estatística descritiva das variáveis em questão.

Tabela 1 – Estatística Descritiva

Variáveis	Média	Desvio-padrão	Máx.	Min.	
TXD	Overall	8,44	2,03	21,5	4,1
	Between				
	Within				
TXN	Overall	60,29	21,62	293,2	-85,3
	Between				
	Within				
NE/T	Overall	0,18	0,39	2,281	0,002346
	Between				
	Within				
TXN ² it-1	Overall	-102,74	27,83	300,5	-374,3
	Between				
	Within				
TXN ² it-1	Overall	11.301,64	5.771,90	9.030,40	0,0
	Between				
	Within				
TXD ² it-1	Overall	-0,60	0,57	3,4	-4,2
	Between				
	Within				
TXD ² it-1	Overall	0,67	0,74	13,69	0,0
	Between				
	Within				
NE/TR	Overall	2,66	0,87	5,452	1,022
	Between				
	Within				

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

De acordo com a Tabela 1, a taxa de desemprego (TXD) das Unidades da Federação do Brasil durante o período exposto foi em média de 8,4%, enquanto que a taxa de nascimento de empresas (TXN), no mesmo período, apresentou uma média de 60,29% de novas empresas formais. Em média, o nascimento de empresas por área (NE/T) de cada Unidade da Federação apresentou um resultado de 0,18 novas empresas formais por km². Enquanto que, o nascimento de empresas formais por trabalhadores (NE/TR) inseridos na População Economicamente Ativa (PEA) representa em média 2,66 novas empresas por trabalhador.

O diagnóstico da autocorrelação espacial demonstra se há similaridade entre os valores do objeto estudado e da localização espacial do atributo. A Tabela 2 apresenta os resultados da estatística global do I de Moran nos primeiros e últimos trimestres do período estudado. A estatística global do I de Moran, cujo valor teórico varia de -1 para correlação espacial negativa, onde valores diferentes para uma variável são agrupados no espaço, para 1 para correlação espacial positiva, onde valores semelhantes são agrupados espacialmente. A significância estatística para o global do I de Moran I foi calculada usando o procedimento de permutação aleatória do software GeoDa com 999 permutações.

De acordo com a Tabela 2, a TXD, NE/T e NE/TR no início e fim do período analisado possuem correlação espacial positiva e estatisticamente significativo ($p < 0,001$). O que indica que as Unidades da Federação próximas umas das outras tendem a possuírem níveis similares das variáveis em questão. Contudo, o tamanho dessa autocorrelação tende a reduzir com o passar dos trimestres para a taxa de desemprego, que inicia com 0,5485 no primeiro trimestre de 2012 e finaliza com 0,4077 ao final do segundo trimestre de 2018.

Tabela 2 – Autocorrelação Espacial do Desemprego e do Nascimento das Empresas

Período	Variável	I de Moran	Variável	I de Moran	Variável	I de Moran
1T2012	TXD	0,5485*	NE/T	0,0146**	NE/TR	0,5809*
2T2012	TXD	0,4311*	NE/T	0,0121**	NE/TR	0,5095*
3T2012	TXD	0,4888*	NE/T	0,0084	NE/TR	0,3859*
4T2012	TXD	0,5662*	NE/T	0,0158**	NE/TR	0,5114*
3T2017	TXD	0,3479*	NE/T	0,0338**	NE/TR	0,6823*

Período	Variável	I de Moran	Variável	I de Moran	Variável	I de Moran
4T2017	TXD	0,3389*	NE/T	0,0290**	NE/TR	0,6378*
1T2018	TXD	0,4730*	NE/T	0,0234**	NE/TR	0,7049*
2T2018	TXD	0,4077*	NE/T	0,0284**	NE/TR	0,6810*

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

Notas: * e ** estatisticamente significativo a 1% e 5%, respectivamente.

As variáveis referentes ao nascimento de empresas formais possuem uma tendência de crescimento temporal da autocorrelação espacial, pois a taxa de nascimento de empresas formais por área flutua no início do primeiro trimestre de 2012 de 0,0146 para o segundo trimestre de 2018 para 0,0284, enquanto que

a taxa de nascimento de empresas formais por trabalhador inicia-se com 0,5809 e finaliza-se com 0,6810 durante o período em questão. Ao avaliar as taxas de crescimento da autocorrelação espacial das três variáveis, observa-se uma flutuação diferente, como observa-se na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Autocorrelação Espacial da Variação Temporal

Período	Variável	I de Moran	Variável	I de Moran	Variável	I de Moran
1T2012/ 2T2012	TXD	0,1987*	NE/T	0,2217*	NE/TR	0,3901*
2T2012/3T2012	TXD	0,2010*	NE/T	0,1458*	NE/TR	0,3414*
3T2012/4T2012	TXD	0,0105**	NE/T	0,0429**	NE/TR	0,1186*
4T2012/1T2013	TXD	0,0501**	NE/T	0,3002*	NE/TR	0,5685*
2T2017/3T2017	TXD	-0,2845	NE/T	0,2084*	NE/TR	0,5459*
3T2017/4T2017	TXD	0,0827**	NE/T	-0,1774	NE/TR	-0,0058
4T2017/1T2018	TXD	-0,0096	NE/T	0,1364*	NE/TR	0,1194*
1T2018/2T2018	TXD	0,0380**	NE/T	0,0812**	NE/TR	0,0377**

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

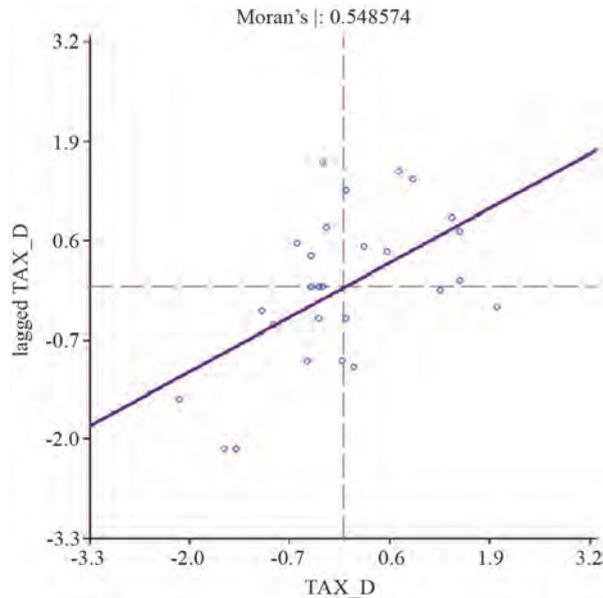
Notas: * e ** estatisticamente significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Os resultados apresentados pela Tabela 3 demonstram que as três variáveis possuem valores que não são estatisticamente significativos, em pelo menos uma variação trimestral e que essas estatísticas são relativamente mais baixas em magnitude em alguns períodos, o que pode sugerir que a dependência espacial das variáveis em questão pode ser ignorada. Porém, a NE/T apresentou resultados com maiores magnitudes de autocorrelação espacial com variação temporal que resultados em períodos específicos. Para obter melhores informações sobre a expansão e a natureza da autocorrelação espacial foram aplicadas técnicas de indicadores locais de associação espacial (LISA) relacionadas ao diagrama de dispersão do I de Moran.

O diagrama de dispersão do I de Moran fornece informações sobre as Unidades da Federa-

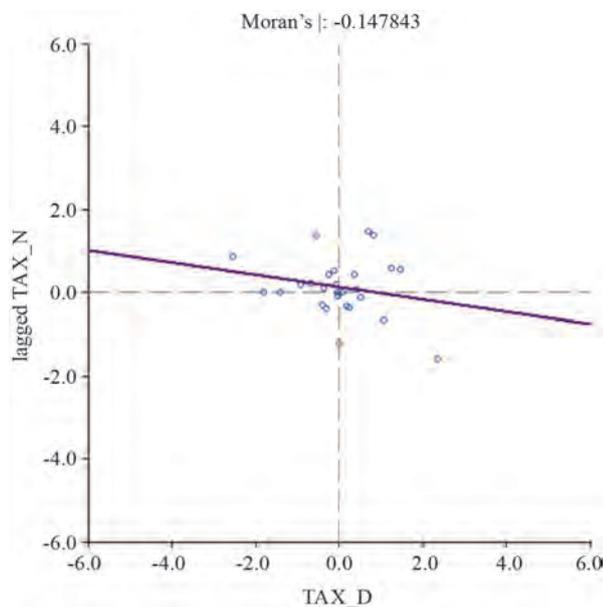
ção e seus vizinhos, bem como uma média global da medida do I de Moran. Ele demonstra a defasagem espacial da variável de interesse no eixo vertical e o valor da variável de interesse no eixo horizontal, decomposto em quatro quadrantes diferentes: (i) Alto-Alto (AA): um valor alto de uma variável é cercado por unidades que têm valores altos da variável (associação positiva); (ii) Baixo-Baixo (BB): um valor baixo da variável é circundado por unidades com baixos valores da variável (associação positiva); (iii) Alto-Baixo (AB): um alto valor da variável é circundado por unidades com baixos valores da variável (associação negativa); e Baixo-Alto (BA): um valor baixo da variável é circundado por unidades com altos valores da variável (associação negativa). Essas representações estão expostas nas figuras seguintes.

Figura 1 – Gráfico de dispersão de Moran da taxa de desemprego no primeiro trimestre de 2012



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do IBGE (2018).

Figura 2 – Gráfico de dispersão de Moran da taxa de nascimento de empresas no primeiro trimestre de 2012



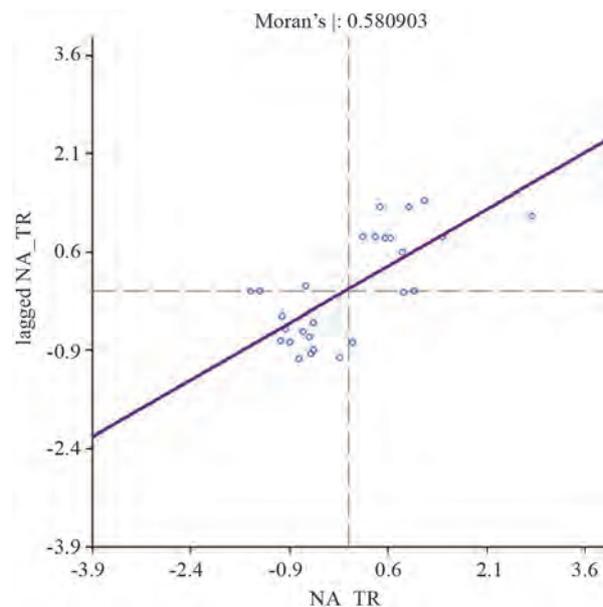
Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian (2018).

A dispersão de Moran da taxa de desemprego para o primeiro trimestre de 2012 apresenta agrupamento AA e BB, ou seja, associação positiva. As Unidades da Federação localizados no quadrante AA estão Bahia, Pernambuco, Acre, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas e Sergipe, enquanto que, as Unidades da Federa-

ção situados no quadrante BB estão Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Sua estatística do I de Moran é estatisticamente significativa.

Ao avaliar a dispersão de Moran para a taxa de nascimento de empresas formais observa-se um agrupamento BA-AB, o que descreve uma autocorrelação negativa, ou seja, as unidades possuem vizinhos distintos. Esse comportamento é inverso ao apresentado pela taxa de desemprego. Como o objetivo do artigo é mensurar a relação entre desemprego e o nascimento de empresas formais, esta variável será considerada em sua análise como variável dependente.

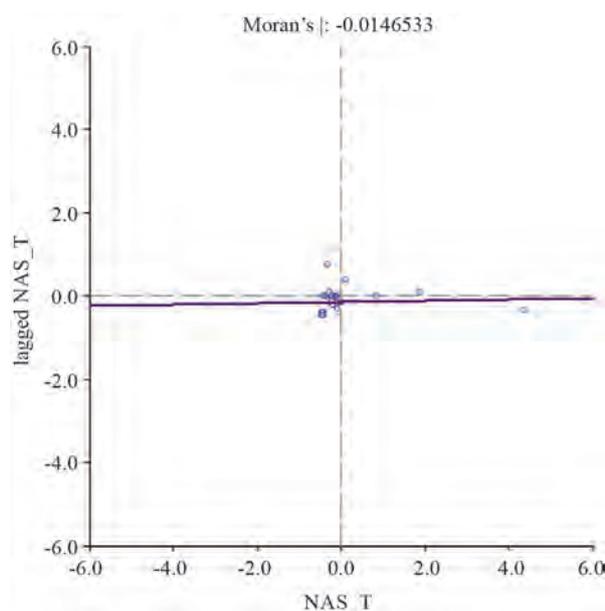
Figura 3 – Gráfico de dispersão de Moran do nascimento de empresas por trabalhadores no primeiro trimestre de 2012



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

A autocorrelação espacial do nascimento de empresas formais por trabalhadores está situada nos quadrantes AA-BB, o que representa uma autocorrelação positiva com unidades com alto nascimento de empresas formais por trabalhadores, com vizinhos que também apresentam alto nascimento de empresas formais por trabalhadores e seu I de Moran é estatisticamente significativo.

Figura 4 – Gráfico de dispersão de Moran do nascimento de empresas por área no primeiro Trimestre



Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

Os padrões de associação espacial da taxa de nascimento de empresas formais por área para o primeiro trimestre de 2012 estão localizados nos quadrantes BB-AB, o que representa uma autocorrelação quase nula, porém, estatisticamente significativo. Os resultados apresentados pela dispersão de Moran fornecem evidências de dependência espacial positiva da taxa de desemprego e da taxa de nascimento de empresas formais. Para tanto, é apropriado incluir efeitos de interação espacial verificados a partir de testes de Multiplicador de Lagrange (LM). A hipótese nula do teste LM clássico é de que nenhuma variável dependente defasada espacialmente e a de nenhum erro autocorrelacionado espacial são rejeitadas no nível de 1% para cada um dos modelos não espaciais em cada uma das especificações. Na versão robusta do teste de defasagem espacial, a hipótese de que nenhuma variável dependente de defasagem espacial é fortemente rejeitada para os modelos não espaciais em todas as especificações. A tabela com os testes LM clássico e robusto estão expostos na Tabela 4, seguinte.

Tabela 4 – Teste LM Clássico e Robusto

Teste	Modelo 1			Modelo 2		
	MQO	EF	EA	MQO	EF	EA
LM Spatial (Lag)	3,7447* (0,0529)	3,6188* (0,05713)	0,2139* (0,64374)	18,1972 (0,0002)	3,7248* (0,05361)	30,0128 (0,0000)
LM Spatial (Error)	1,9483 (0,0000)	1,3027 (0,0000)	1,7832 (0,0000)	1,2182 (0,0000)	1,5543 (0,0000)	1,8392 (0,0000)
Robust LM Spatial (Lag)	2,4634* (0,11653)	3,4293* (0,06405)	0,2473* (0,61896)	2,5623* (0,10944)	5,3397* (0,02084)	1,6223* (0,10473)
Robust LM Spatial (Error)	1,8372 (0,0000)	1,3738 (0,0000)	1,9332 (0,0000)	1,2956 (0,0000)	1,7592 (0,0000)	1,0293 (0,0000)

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

Nota: * Rejeita-se a hipótese nula de autocorrelação espacial e dependência defasada espacial a 1%.

As investigações dos modelos dos testes LM clássico e robusto estão representadas através do mínimo quadrado ordinário (MQO) de efeitos fixos (EF) e efeitos aleatórios (EA). Espera-se com os testes LM averiguar se, de fato, é apropriado incluir efeitos de interação espacial na análise. Segundo a Tabela 4, o teste LM clássico (LM Spatial Lag) e robusto (Robust LM Spatial Lag) rejeitou a hipótese de que não há autocorrelação espacial na variável dependente para o Modelo 1. Enquanto que, no Modelo 2, apenas no efeito fixo do teste LM clássico

e todos os efeitos do teste LM robusto sugere rejeição da hipótese nula.

No teste LM-Error clássico e robusto que averigua a hipótese de autocorrelação espacial no termo de erro, em nenhum dos dois modelos apresentados apontou uma não rejeição de autocorrelação espacial do termo de erro. Portanto, o modelo sugerido para averiguar o objetivo do trabalho para os modelos propostos é aquele com uma autocorrelação espacial no termo de erro, SEM (*Spatial Error Models*).

Para afirmar quais dos três modelos de dados espaciais (SAR, SEM e SDM) é o mais adequado para a análise exige-se que seja feito o Teste Wald e de Razão de Verossimilhança (LR) com efeitos fixos e com correção de viés, os testes baseados na estimação de máxima verossimi-

lhança (LR e Wald), são estruturados de forma específica em cima de hipóteses nula e alternativa sobre os parâmetros de correlação espacial ρ e λ , sendo nula a hipótese de que um deles é igual a zero. Os resultados estão expostos na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 - Testes Wald e de razão verossimilhança (LR)

Testes	Modelo 1		Modelo 2	
	EF	Correção de Viés	EF	Correção de Viés
Teste Wald Spatial Lag SAR x SDM	7,3039* (0,1234)**	12,2948* (0,2348)	14,2420* (0,7292)	13,9320* (0,9382)
Teste LR Spatial Lag SAR x SDM	8,0138* (0,1948)	12,9302* (0,3218)	16,3281* (0,5594)	13,0213* (0,3948)
Teste Wald Spatial Error SEM x SDM	7,1103 (0,0392)	11,3920 (0,0912)	16,9220 (0,0329)	12,2928 (0,0138)
Teste LR Spatial Error SEM x SDM	8,9303 (0,0594)	12,1348 (0,0228)	15,3829 (0,0453)	12,3982 (0,02393)

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

Notas: * e ** Resultados não significativos ao nível de 10% e p-valor, respectivamente.

Ao comparar os modelos SAR (Spatial Auto-correlated Model) e SDM (Spatial Durbin Model), tanto o teste Wald quanto o LR com efeito fixo e correção de viés apontaram resultados não significativos, o que sugere a não utilização desses modelos. Ao checar os testes referentes aos

modelos SEM (*Spatial Error Model*) e SDM, sugere-se que o modelo SDM pode ser simplificado para o modelo SEM, sendo este preterido para a estimação e análise. Dessa forma, a estimação dos modelos não espaciais e espaciais dos Modelos 1 e 2 estão expostos na Tabela 6 e 7, seguidamente.

Tabela 6 – Resultados dos modelos não espaciais

Variáveis	Modelo 1			Modelo 2			
	MQO	E.F.	E.A.	Variáveis	MQO	E.F.	E.A.
TXN _{it-1}	-0,00186 (0,000)*	-0,00194 (0,000)	-0,00182 (0,000)	TXD _{it-1}	-21,0054 (0,000)	-19,3523 (0,000)	-20,6141 (0,000)
TXN ² _{it-1}	0,000018 (0,000)	0,000017 (0,000)	0,000019 (0,000)	TXD ² _{it-1}	3,4952 (0,000)	2,7955 (0,000)	3,5537 (0,000)
NE/T	-1,15446 (0,051)	-1,60853 (0,016)	-1,09434 (0,067)	NE/T	-28,0461 (0,000)	-74,6918 (0,003)	-22,2694 (0,000)
NE/TR	0,69660 (0,000)	0,759338 (0,000)	0,70003 (0,000)	NE/TR	23,8974 (0,000)	56,8030 (0,000)	18,6359 (0,000)
Obs.	702			702			
Teste Hausman	64,35 (0,000)			103,91 (0,000)			
Teste Wald	230,22 (0,000)			223,94 (0,000)			
				518,26 (0,000)			
				470,47 (0,000)			

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

Nota: * p-valor.

Os resultados não espaciais demonstram valores significativos para os dois modelos e em todas as variáveis. Os testes Hausman e Wald também foram significativos. Assim, o aumento em uma unidade percentual na taxa de nascimento de empresas formais reduz em média 0,0018% na taxa de desemprego, enquanto que o aumento em uma unidade percentual na taxa

de desemprego reduz em média 21% na taxa de nascimento de empresas formais pelo método MQO. Ao avaliar os efeitos fixos e aleatórios, os resultados não diferem muito do MQO. A comparação dos modelos não espaciais com os modelos espaciais aponta resultados semelhantes para o Modelo 2, porém, o Modelo 1 resultou em valores maiores que os não espaciais.

Tabela 7 – Resultados dos modelos espaciais

Variáveis	Modelo 1			Modelo 2			
	SEMMQO	SEMEF	SEMEA	Variáveis	SEMMQO	SEMEF	SEMEA
TXN ^{it-1}	-0,0176 (0,000)*	-0,0163 (0,210)	-0,0173 (0,000)	TXD ^{it-1}	-21,0832 (0,000)	-18,6600 (0,000)	-20,9658 (0,000)
TXN ^{2it-1}	0,00016 (0,000)	0,00047 (0,000)	0,00019 (0,000)	TXD ^{2it-1}	3,4708 (0,000)	3,46311 (0,000)	3,50524 (0,000)
NE/T	-1,0098 (0,094)	-2,85443 (0,000)	-0,96176 (0,113)	NE/T	-29,8622 (0,000)	-13,0008 (0,001)	-27,2532 (0,000)
NE/TR	0,70420 (0,000)	1,55926 (0,000)	0,70625 (0,000)	NE/TR	25,5634 (0,000)	10,2447 (0,000)	23,1719 (0,000)
Obs.	702			702			
Teste Hausman	74,24 (0,000)			119,85 (0,000)			
Teste Wald	215,01 (0,000)	209,98 (0,000)		532,49 (0,000)	511,96 (0,000)		

Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados do Serasa Experian e IBGE (2018).

Nota: * p-valor.

No Modelo 1, o aumento em uma unidade percentual na taxa de nascimento de empresas formais reduz em média 0,017% na taxa de desemprego pelo método SEMMQO, esse mesmo resultado é apresentado pelo efeito SEMEA, enquanto que o efeito SEMEF, o aumento em uma unidade percentual na taxa de nascimento de empresas formais reduz em média 0,016% na taxa de desemprego, no período de primeiro trimestre de 2012 ao segundo semestre de 2018. No Modelo 2, o aumento em uma unidade percentual, a taxa de desemprego reduz em média 21% na taxa de nascimento de empresas formais pelo método SEMMQO, já no efeito SEMEF, a redução na taxa de nascimento das empresas formais é em média 18%, oriundo do aumento em uma unidade percentual na taxa de desemprego, enquanto que no efeito SEMEA, o aumento em uma unidade percentual na taxa de desemprego reduz em média 20% na taxa de nascimento de empresas formais no período do primeiro trimestre de 2012 ao segundo trimestre de 2018. Os testes de Hausman e Wald nos mo-

delos espaciais demonstram que os estimadores são consistentes e coeficientes estatisticamente significativos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura empírica aponta três hipóteses sobre a relação entre desemprego e empreendedorismo e os diversos trabalhos publicados distinguem conflitos entre essa relação. Entre a hipótese que sugere a existência de uma relação positiva entre o autoemprego e o desemprego e a teoria que sugere uma relação negativa entre o trabalho autônomo e o desemprego, não há um consenso entre qual relação vigora diante da vasta literatura acadêmica.

Diante da incerteza da afinidade entre o desemprego e o empreendedorismo este trabalho tem por objetivo mensurar a relação entre desemprego e o nascimento de empresas formais, com uma amostra que limita-se as 26 Unidades da Federação e o Distrito Federal, com uma

periodicidade dos dados trimestrais e constitui um corte temporal de janeiro de 2012 a julho de 2018.

Perante os testes de I de Moran, LM clássico e robusto que sugerem uma autocorrelação espacial para os modelos propostos para análise. As hipóteses de relação positiva e negativa entre desemprego e empreendedorismo realizados para distinguir qual modelo espacial seria mais condizente à aplicação sugerem o uso de Spatial Error Model.

O uso do modelo SEM em dados em painel espacial apontam um efeito negativo entre a taxa de desemprego e o nascimento de empresas formais nos estados brasileiros durante o primeiro semestre de 2012 ao segundo semestre de 2018. Esse efeito negativo aponta que o aumento em uma unidade percentual na taxa de nascimento de empresas formais reduz em média 0,016% na taxa de desemprego, e o aumento em uma unidade percentual na taxa de desemprego reduz em média 21% na taxa de nascimento de empresas formais.

Dessa forma, a hipótese “prosperity-pull” que sugere que em tempos de altas taxas de desemprego, as empresas enfrentam uma demanda de mercado menor. Reduzindo a renda dos trabalhadores autônomos e, possivelmente, também a disponibilidade de capital, enquanto aumenta o risco de falência das empresas seja a hipótese mais sugestiva para o estudo em questão.

Devido à escassez de trabalhos nacionais que possam comparar os resultados encontrados, os mesmos foram conferidos com a literatura internacional. Os resultados são divergentes aos encontrados por Ritsilä e Tervo (2000); Faria, Cuestas e Mourelle (2010) e Congregado, Golpe e van Stel (2012), porém condizentes com os resultados apresentados por Faria, Cuestas e Gil-Alana (2009) e Cole (2018). Essas discordâncias nos resultados só corroboram a falta de consenso e incerteza da afinidade entre desemprego e empreendedorismo definida pela literatura.

Através dos resultados, o uso de uma política de controle e redução nas taxas de desemprego podem resultar no maior nascimento de empresas formais, o que culminaria no aumento na oferta de emprego, na renda e maior atividade comercial.

REFERÊNCIAS

- ACS, Z. J. How is entrepreneurship good for economic growth? *Innovations*, v.i, 97 -112. 2006.
- AUDRETSCH, D. B. et al. **Does self-employment reduce unemployment? Scales-paper N200504**. EIM business & policy research. SCALES- Scientific AnaLysis of Entrepreneurship and SMEs. Zoetermeer, abr. 2005.
- BUENO, V. et al. O impacto da desigualdade de renda no empreendedorismo: uma análise em nível mundial, XXI Encontro de Economia da Região Sul – ANPEC/SUL, Curitiba - PR, 4-6 de jul. 2018, *Anais...* Curitiba, 2018.
- COLE, I. M. Unemployment and entrepreneurship in the mid-atlantic region of the United States: a spatial panel data analysis. *The Review of Regional Studies*, v. 48, n. 3, p. 347-75, 2018.
- CONGREGADO, E.; GOLPE, A. A.; VAN STEL, A. The ‘recession-push’ hypothesis reconsidered, *International Entrepreneurship and Management Journal*, v. 8, n. 3, p. 325-42, 2012.
- DAWSON, C.; HENLEY, A.; LATREILLE, P. **Why do individuals choose self-employment?** IZA Discussion Paper n. 3.974. Germany, jan. 2009.
- ELHORST, J. P. Applied spatial econometrics: raising the bar, *Spatial Economic Analysis*, v. 5, n. 1, 9-28, March 2010.
- ELHORST, J. P. Spatial panel data models. In: FISCHER, M. M.; GETIS, A. **Handbook of applied spatial analysis: software tools, methods and applications**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, nov. 2010. p. 377-407.
- ELHORST, J. P. MATLAB software for spatial panels, *International Regional Science Review*, v. 37, n. 3, p. 389-405, jun. 2012.
- FARIA, J. R.; CUESTAS, J. C.; GIL-ALANA, L. A. Unemployment and entrepreneurship: a

cyclical relation? **Economics Letters**, v. 105, n. 3, p. 318-320, 2009.

FARIA, J. R.; CUESTAS, J. C.; MOURELLE, E. Entrepreneurship and unemployment: a nonlinear bidirectional causality? **Economic Modelling**, v. 27, Issue 5, 1282-1291, set. 2010.

HAMILTON, R. T. Unemployment and business formation rates: reconciling time-series and cross-section evidence. **Environment and Planning A: Economy and Space**, v. 21, p. 249-255, 1989.

LESAGE, J.; PACE, R. K. **Introduction to spatial econometrics**. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC: Boca Raton, FL. 2009.

LOBO, C. A.; COSTA, J. da S. New firm formation: an empirical study for Portugal, IX Encontro Nacional da APDR, **Anais...**, Lisboa, 27-28 de Junho. 2002.

MILLO, G.; PIRAS, G. SPLM: spatial panel data models in R. **Journal of Statistical Software**, v. 47, Issue 1. 1-38, abr. 2012.

PICOT, G.; MANSER, M. E.; LIN, Z. **The role of self-employment in job creation in Canada and the United States**, OECD-CERF-CILN International Conference on Self-Employment, Burlington, Ontario, Canada. Set. 1998.

RAMOS, L.; FERREIRA, V. Geração de empregos e realocação espacial no mercado de trabalho brasileiro - 1992-2002. **Pesquisa e Planejamento Econômico – PPE**, v. 35, n.1, abr. 2005.

RITSILÄ, J.; TERVO, H. Effects of unemployment on new firm formation: micro-level panel data evidence from Finland. **Small Business Economics**, v. 19, n. 1, p. 31-40, 2002.

VAN STEL, A.; STOREY, D. J. Investigating the link between firm birth and job creation in british regions, 1980-1998: Is there a upas trees effect? **Regional Studies**, v. 38, n. 8, 893-909, 2003.

DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA E OCUPAÇÃO NO MEIO RURAL: UMA ANÁLISE DE INDICADORES PARA OS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO MARANHÃO

Productive diversification and occupation in rural areas: an analysis of indicators of Maranhão State's municipalities

Raquel do Nascimento Neder

Geógrafa. Mestranda em Desenvolvimento Socioeconômico pela Universidade Federal do Maranhão. raquelneder@hotmail.com

Benjamin Alvino de Mesquita

Economista. Doutorado em Geografie, Aménagement et urbanism pelo IHEAL/ Sorbonne Nouvelle/Paris III. Professor titular do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Socioeconômico da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Departamento de Economia. Av. dos Portugueses, s/n Campus do Bacanga, Bacanga. CEP: 65000-000. São Luís, MA.benjaminalvino@yahoo.com

Resumo: A afirmação do Brasil no mercado mundial como fornecedor de produtos primários, com baixo valor agregado e alto conteúdo tecnológico está afetando diretamente a pequena produção familiar, ao mesmo tempo em que mantém e/ou agrava uma estrutura fundiária já anteriormente profundamente desigual. Os dados socioeconômicos analisados nesse trabalho para os 217 municípios do Estado do Maranhão apontam para uma trajetória acelerada de concentração produtiva, na qual em faixas mais extensas de área é produzido um número limitado ou uma única commodity e emprega-se relativamente muito pouco. Os supostos efeitos multiplicadores do desenvolvimento de um determinado município que se dedica principalmente à produção de um único produto e que apresenta um PIB mais elevado em comparação com outras regiões, não necessariamente significa que tal desenvolvimento repercutirá de forma a melhorar os indicadores de ocupação em um contexto mais amplo. Em certos casos, conforme será aqui apresentado, regiões que apresentam uma baixa diversificação produtiva possuem também níveis baixos de densidade ocupacional.

Palavras-chave: Diversificação produtiva; Indicadores de densidade ocupacional; Desenvolvimento Rural; Ocupação Rural.

Abstract: Brazil's affirmation in the world market as a supplier of primary products, with low added value, high technological content and low unit cost of production is directly affecting rural dwellers and small family production, while maintain and often aggravates an already deeply unequal land structure. The socioeconomic data analyzed in this study for the 217 municipalities of the State of Maranhão point to an accelerated trajectory of productive concentration, where in a more extensive range of areas a limited number or a single commodity is produced, it employs in low rates and, therefore, has an almost irrelevant or often negative impact on occupation indicators. The supposed multiplier effects of the development of a given municipality which is mainly engaged in the production of a single product and which has a higher GDP compared to other regions does not necessarily mean that such development will have repercussions in order to improve occupation indicators in a more broadly context. In some cases, as will be shown here, regions that have low production diversification also have low levels of occupancy density.

Keywords: Productive Diversification; Occupational density indicators; Rural Development; Rural Occupation.

1 INTRODUÇÃO

A estrutura produtiva multifacetada e diferenciada regionalmente enseja diversos padrões de inserção ocupacional das populações, sendo que em muitos destes ocorrem um processo de marginalização de intensidade variada de pequenos produtores de acordo com o perfil produtivo e a concentração da produção. Ainda que a pequena produção seja responsável por parcela substancial da geração de emprego e renda no campo, a exclusão da participação dos agricultores familiares no processo de fornecimento de alimentos e na manutenção de uma dinâmica de atividades pluriativas – e, portanto, econômica e ambientalmente mais sustentável – gera desequilíbrios não apenas na produção dessa parcela da agropecuária no país, mas também impacta negativamente os índices de desenvolvimento.

A agricultura ou, de uma forma mais abrangente, o setor agropecuário do Maranhão (agricultura, pecuária, extrativismo e silvicultura), apesar de crescer nos últimos 13 anos a uma taxa razoável (2,6% ao ano)¹, não manteve em termos relativos a representatividade que tinha no passado frente ao Brasil e ao Nordeste. Ao contrário, perdeu posição relativa como grande produtor de grãos, e particularmente de alimentos básicos (arroz e mandioca), enquanto estados como Mato Grosso, Paraná, Rondônia e Goiás deram, em igual período, saltos tanto quantitativo quanto na sua agricultura e na economia em geral.

O declínio de uma considerável parte da agropecuária local no Estado do Maranhão está associado a mudanças que vêm se processando nas diversas variáveis da atividade desde a década de 70, como aquelas relacionadas ao acesso à terra, à tecnologia e ao trabalho. A chamada modernização agrícola privilegiou pouquíssimos produtores e praticamente três atividades – a pecuária de corte, a produção de soja e a silvicultura – em detrimento da agricultura familiar e do extrativismo. Um dos resultados dessa mudança da dinâmica produtiva no Estado é a perda da importância relativa dos

“atores” anteriormente tradicionais no processo produtivo da agropecuária no Estado, tais como posseiros, arrendatários, parceiros e pequenos proprietários, peças ainda fundamentais na produção de alimentos básicos (arroz, milho, feijão e mandioca) (MESQUITA, 2011, p. 51).

Estruturas econômicas e sociais tão desiguais como as do campo brasileiro e, mais especificamente, do rural maranhense, precisam ser superadas através de ações governamentais mais efetivas que apontem para a redução destas desigualdades. Um dos aspectos cruciais relativos ao desenvolvimento é a discussão acerca da problemática rural que se refere à questão da marginalização produtiva e ocupacional, sendo necessário compreender os fatores que expliquem a persistência crônica destes fenômenos, apesar das inúmeras políticas públicas voltadas para a sua redução. Desta forma, as populações rurais encontram-se estruturalmente excluídas do processo de inserção produtiva, que é essencial para a superação deste problema.

Uma forma proposta por uma parte da literatura voltada ao desenvolvimento rural, tais como Shneider (2010), Kageyama (2004), Favareto (2006), Van der Ploeg (2000), entre outros, para a promoção do crescimento da produção agrícola de maneira econômica, social e ambientalmente sustentável, é a viabilização da diversificação dos sistemas produtivos. A sustentação dessa forma de desenvolvimento a longo prazo tem-se mostrado eficaz na promoção da segurança alimentar dos pequenos agricultores, assim como tem efeitos positivos na conservação dos recursos naturais. Diante do que foi até aqui observado, o presente artigo busca compreender a relação existente entre estrutura produtiva da agropecuária e desenvolvimento rural. Considera-se que diferentes estruturas produtivas podem conduzir a também distintas trajetórias de desenvolvimento rural. O relacionamento destas duas categorias estaria mediado pela forma como a estrutura produtiva impacta o conjunto da estrutura social e como algumas estruturas particulares podem conduzir a condições mais favoráveis de desenvolvimento enquanto outras podem entravar este processo. Uma forma de identificar esta heterogeneidade em termos de múltiplas relações é observar um espaço bastante diferenciado de estruturas e níveis de desenvolvimento socioeconômico do meio rural.

1 O cálculo da taxa de crescimento foi realizado utilizando o modelo de regressão log-linear a partir de um índice de volume obtido do sistema de Contas Regionais do IBGE. O período adotado para este cálculo foi 2002 a 2015, retirando-se o ano de 2016 no qual fica patente os reflexos da crise política sobre o comportamento da agropecuária do Maranhão, com uma contração de aproximadamente 30% no índice de volume do valor adicionado deste setor de atividade econômica.

O objetivo do presente trabalho é o de estudar a relação existente entre diversificação produtiva e capacidade de absorção ocupacional no processo de produção agropecuária em termos da evolução comparativa de alguns indicadores municipais para o Estado do Maranhão.

A próxima seção dedica-se à exposição e compreensão de conceitos relacionados ao desenvolvimento rural e discorre brevemente acerca da relevância da discussão sobre a diversificação produtiva para um desenvolvimento mais inclusivo no campo. Na terceira seção são descritos os procedimentos metodológicos de construção das bases de dados utilizadas e a construção de indicadores que serão empregados nesta análise. Na quarta seção é feita a apresentação e discussão dos resultados e, por fim, são sintetizados os principais resultados na forma de conclusões.

2 DESENVOLVIMENTO RURAL E DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA: UMA DISCUSSÃO CONCEITUAL

O padrão tecnológico imposto pela Revolução Verde na década de 1960 redefiniu as atividades produtivas no campo e todas as ações institucionais e econômicas voltadas para o desenvolvimento rural, e a concepção de modernização da agricultura passou a ser amplamente difundida entre órgãos governamentais e empresariais, afastando, por sua vez, muitos estudiosos do tema, que consideravam essa associação do desenvolvimento rural com as ações do Estado excessivamente política e normativa (SHNEIDER, 2010: 212p.). Essa nova lógica produtivista, porém, não ficou atrelada apenas às corporações que exerciam suas atividades no rural, mas também incorporou os agricultores familiares, que, através de linhas de créditos e outros incentivos governamentais, acompanharam tal processo entre limites e desvantagens que a mudança produtiva da agricultura do período em questão imprimia. Um segundo momento desse processo de (re)definição dos padrões de desenvolvimento no campo ocorreu após a década de 1990, em meio ao processo de estabilização econômica e transformações sociais e políticas, que despertou os debates para as possibilidades de desenvolvimento do país e para

a criação de políticas voltadas para a reforma agrária e de crédito para a agricultura familiar.

A pequena produção familiar, nesse contexto, afirmava-se como um potencial modelo social, econômico e produtivo para o país, e o estímulo para a elaboração de estudos voltados para o desenvolvimento dos territórios desembocaram na criação do projeto FAO/Incrá (1994) e na formulação de políticas públicas para a agricultura familiar e desenvolvimento rural, tais como o Pronaf (SHNEIDER, 2010; 2015). É fundamental, desta maneira, destacar a importância dos debates voltados para as possibilidades e condicionantes do desenvolvimento e os estudos resultantes, que foram as peças-chave para a aplicação de medidas de intervenção e planejamento no rural brasileiro. Porém, fatores que persistem até os dias atuais, como a queda da importância relativa da participação dos pequenos agricultores na produção do campo, manutenção pouco adequada de um ambiente favorável para a produção diversificada de gêneros alimentícios por parte dos agricultores familiares, a baixa incorporação da mão-de-obra dos trabalhadores rurais em atividades produtivas diversas e a alta concentração fundiária evidenciada pelos dados sistematizados que serão apresentados nesse estudo, apontam para uma possível lacuna nas análises sobre o desenvolvimento rural e o seu impacto nas dimensões sociais e econômicas, assim como para a falta de estudos mais aprofundados sobre o papel dos pequenos agricultores nesse processo.

Atualmente, parece haver um consenso entre os pesquisadores e formuladores de políticas públicas que a questão da marginalização dos pequenos agricultores não pode ser enfrentada sem levar em conta aspectos relacionados à ocupação dos trabalhadores e a inserção dos mesmos em mercados de trabalho dinâmicos. Além disso, a mão-de-obra familiar não pode mais ser compreendida como um reservatório ocupacional, sendo apenas absorvida por pequenos trabalhos informais e permanecendo com elevado grau de subutilização de sua capacidade produtiva, com poucas opções que permitam a diversificação produtiva da sua força de trabalho e a expansão de sua renda.

Para uma possível viabilização econômica da parcela da população do campo que encontra-se marginalizada do processo produtivo, e para que,

consequentemente, ocorra melhoria no seu padrão de vida no que se refere aos mais variados indicadores multidimensionais, Schneider (2010, p. 94) sugere que a diversificação dos meios de vida pode oferecer uma contribuição decisiva ao desenvolvimento rural em diversos níveis, e cita Ellis (2000), que destaca cinco destes níveis. O primeiro nível diz respeito à distribuição de renda, já que existe correlação positiva entre a superação da pobreza por parte das famílias rurais e a diversificação de suas fontes de rendimentos. O segundo nível ocorre através do aumento da produtividade rural, de forma que a diversificação no interior das unidades de produção pode ocorrer por meio do ingresso de rendas não agrícolas que melhoram a capacidade de custeio das atividades agrícolas. O terceiro nível ocorre através da ação do meio ambiente, em face da redução da necessidade de os agricultores pobres utilizarem intensivamente o solo através de práticas extrativas para garantir sua sobrevivência. Está implícito nessa ideia de que a diversificação produtiva reduziria as pressões do processo produtivo sobre a degradação ambiental. O quarto nível refere-se às relações de gênero, pois a melhoria da distribuição da renda entre membros da família pode alterar as relações de dominação. Finalmente, o quinto nível refere-se a maior segurança em relação aos efeitos macroeconômicos relacionados ao acesso ao mercado e à variação constante de preços. Considera-se que o autor supõe que todos esses níveis estão relacionados com efeitos diretos e indiretos da diversificação produtiva.

Ainda de acordo com Schneider (2010, p. 86), “o tema da diversidade remete à questão de como indivíduos e grupos sociais heterogêneos se organizam e constroem mecanismos de distribuição dos recursos, o que, no fundo, leva a questão para o terreno da justiça social”. Portanto, ao preconizar a diversidade e a diversificação, está se tratando das formas de produzir e ordenar os recursos e tecnologias disponíveis, que em contextos sociais heterogêneos requerem dispositivos de eficiência, coordenação, cooperação e controle. Compreende-se, portanto, que a diversificação produtiva, dentro dos sistemas sociais e econômicos devidamente regulados, se apresenta como uma possibilidade viável em oposição aos sistemas centralizados, concentrados e especializados, que predominam no campo brasileiro.

De acordo com Birthal et al. (2015), a diversificação de culturas em direção a culturas de alto valor pode ser uma estratégia para melhorar os resultados de subsistência para os agricultores. Eles verificaram que os agricultores que se diversificam são menos propensos a serem pobres, sendo o maior impacto para os pequenos agricultores. De Chattopadhyay (2010) argumenta que a questão da renda sustentável e do emprego nas áreas rurais parece estar muito dependente do grau de diversificação do uso da terra para o cultivo de várias culturas. Diante disso, a diversificação das culturas tem sido uma questão importante do desenvolvimento agrícola não só na Índia, mas também em outras partes do mundo. Os autores sugerem que os agricultores marginais e pequenos desempenham um papel positivo na diversificação das culturas e que tem sido apoiado pelo crescimento de várias redes de infraestrutura durante o período considerado.

Michler e Josephson (2017), por sua vez, afirmam que as recentes políticas de desenvolvimento agrícola passam a mudar o foco do incentivo a algumas culturas básicas para o estímulo a diversidade das culturas. Os autores também destacam a crença de que a diversificação das culturas é uma estratégia eficaz para lidar com uma variedade de questões, incluindo o alívio da pobreza. O estudo realizado por estes autores utiliza a metodologia de modelos de dados de painel referentes à Etiópia, desenvolvendo um índice de diversidade para medir o efeito da diversidade de culturas sobre o status de pobreza. Para controlar a endogeneidade e o viés de seleção resultantes da heterogeneidade não observada utilizam um método paramétrico para estimar modelos de resposta binária dinâmica com regressores contemporâneos endógenos. Os resultados desta pesquisa fornecem evidências econométricas de que as famílias que cultivam um conjunto diversificado de culturas são menos propensas a serem pobres do que as famílias especializadas em sua produção agrícola.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração metodológica deste trabalho, foram utilizados alguns métodos de construção de indicadores visando retratar as

transformações produtivas e ocupacionais dos estabelecimentos agropecuários dos municípios do Estado do Maranhão no período 2006 a 2017. Para isto, adotou-se, em primeiro lugar, o cálculo em termos desagregados de um indicador já bastante consagrado na literatura sobre diversificação em geral que é o chamado Índice de Simpson. Em segundo lugar, foi criado um conjunto maior de indicadores municipais da agropecuária que retratam as condições ocupacionais (dos pequenos e grandes estabelecimentos), assim como outros indicadores de concentração fundiária que serão confrontados em termos estatísticos e espaciais com o indicador de diversidade produtiva.

3.1 Índice de Simpson

O índice de Simpson para a mensuração da diversificação produtiva é definido matematicamente como:

$$\lambda = \sum_{i=1}^R p_i^2 \quad (1)$$

onde p_i é a abundância proporcional da entidade i e R é o número de entidades (no presente caso será o número de produtos da agropecuária a ser considerado). Esta expressão pode ser interpretada como a média ponderada das abundâncias proporcionais, com estas próprias abundâncias proporcionais sendo utilizadas como pesos².

Pela construção matemática desta expressão o valor do índice fica restrito ao intervalo $\lambda \geq 1/R$ que é alcançado quando os tipos são igualmente abundantes. Podemos assim interpretar $1/\lambda$ como uma medida de diversidade, ou seja, para maiores valores deste indicador teremos maior diversidade, sendo atingido um limite de maior diversidade quando $1/\lambda = R$.

Outra forma desenvolvida para o índice de Simpson é dada pela seguinte expressão:

$$D = \sum_{i=1}^R \frac{n_i(n_i-1)}{n(n-1)} \quad (2)$$

Onde n_i é o número de entidades pertencentes ao i -ésimo tipo e n é o número total de entidades do conjunto de dados. Esta forma do índice de Simpson é também conhecida como

² Esta média ponderada é: $\lambda = \frac{\sum_{i=1}^R p_i \times p_i}{\sum_{i=1}^R p_i}$

índice Hunter-Gaston, utilizada na microbiologia. Para o cálculo do índice de Simpson, foi utilizada a expressão (1) no presente trabalho e posteriormente calculada a sua recíproca, $D = 1 - \lambda$, utilizando a função *diversity* da *libraryvegan* do R, como índice de diversificação produtiva. Algumas referências sobre o índice de Simpson e outros indicadores aplicados a mensuração da diversidade podem ser encontrados em Maggurrán (1988) e Keylock (2005).

3.2 Bases de dados utilizadas

Os dados utilizados para o cálculo dos indicadores são provenientes do banco de dados Sidra do IBGE. Diversas tabelas dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, assim como outras tabelas das pesquisas denominadas Produção da Agricultura Municipal, Produção da Pecuária Municipal e PEVS – Produção Extrativa Vegetal e da Silvicultura (IBGE, 2020), estão disponíveis neste sistema e o seu acesso pode ser facilitado através da “library” do software R chamada sidrar (SIQUEIRA, 2020). Seleccionamos algumas variáveis básicas que são aqui listadas:

- Área colhida, quantidade e valor da produção dos produtos das lavouras temporárias e permanentes por município (Tabela 5457 PAM). Anos 2006 e 2017³;
- Valor das receitas e despesas da agropecuária por grupos de área total e por município (disponível apenas para o ano de 2006). Tabelas 833, 834 do Censo 2006;
- Valor das receitas e despesas da agricultura por grupos de área de lavoura e por município (disponível apenas para o ano de 2006). Tabelas 833, 834;
- Área de lavouras temporárias (Tabela 822). (disponível apenas para o ano de 2006);
- Área de lavouras permanentes (Tabela 1689). (disponível apenas para o ano de 2006);

³ Optou-se, neste trabalho, por analisar indicadores obtidos a partir dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017 pelos seguintes motivos: 1) maior facilidade de comparação de áreas municipais; 2) foi feita a escolha de analisar a evolução dos indicadores em um período mais recente, quando supostamente ocorreram as transformações mais marcantes no perfil da produção agropecuária; 3) evitar possíveis mudanças conceituais para as variáveis dos censos agropecuários.

- Valor da produção e quantidade produzida da produção na extração vegetal por município (Tabela 289 PEVS);
- Valor da produção e quantidade produzida da produção na silvicultura por município (Tabela 291 PEVS);
- Valor da produção e quantidade produzida da produção de origem animal (Tabela 74 PPM);

3.3 Outros indicadores utilizados

Em conjunto com o índice de Simpson (diversificação produtiva) também foram calculados diversos outros indicadores (a partir dos dados das pesquisas anuais da Agropecuária e dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017) que são listados a seguir:

- Valor total da produção da agropecuária dos municípios em 2006 e 2017;
- Pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários por município em 2006 e 2007;
- Variação de valor da produção da agropecuária entre 2006 e 2017 por município;
- Razão pessoal ocupado / valor da produção da agropecuária por município em 2006 e 2017;
- Variação da razão pessoal ocupado / valor da produção da agropecuária por município entre 2006 e 2017;
- Índice de Gini referente as áreas e número de estabelecimentos agropecuários por município em 2006 e 2017;
- Razão área total dos estabelecimentos de menos de 50 hectares/área total dos estabelecimentos agropecuários por município em 2006 e 2017;
- Razão número total dos estabelecimentos de menos de 50 hectares/número total dos estabelecimentos agropecuários por município em 2006 e 2017;
- Razão número total de ocupados / área total dos estabelecimentos por município em 2006 e 2017;
- Índice de concentração do pessoal ocupado nas faixas de área por município em 2006 e 2017. Este último indicador será calculado como um índice de Gini a partir da curva de Lorenz, considerando o eixo das abcissas como sendo o percentual acumulado de estabelecimentos por faixa de área e o eixo das ordenadas os valores correspondentes (ara as

mesmas faixas de área) do percentual acumulado do número de pessoas ocupadas.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os indicadores foram construídos para os 217 municípios do Estado do Maranhão. Iniciaremos com a descrição dos resultados apresentados na Tabela 1. Nesta são listadas diversas estatísticas descritivas (número de observações, média, mediana, valor mínimo, valor máximo, coeficiente de assimetria, primeiro quartil e terceiro quartil) para um conjunto de 20 indicadores municipais. O valor médio do Índice de Simpson é reduzido de 4,64 para 3,69, indicando um processo geral de concentração produtiva no conjunto do Estado. Observa-se também que aumenta consideravelmente o grau de assimetria deste índice no período 2006-2017, passando o coeficiente de assimetria de 0,119 para 0,445 o que indica alta na concentração de frequência de municípios com mais elevada concentração produtiva. Este processo também pode ser observado espacialmente através da comparação da Figura 1 e Figura 2 que mostram o perfil geográfico deste indicador nos dois anos. A mesorregião Sul Maranhense, que já apresentava elevada concentração produtiva em 2006, continua nesta situação em 2017. Mas também se verifica um processo de difusão desta concentração produtiva para os municípios do Norte Maranhense, próximos a fronteira com o Estado do Piauí.

O valor médio do número de pessoas ocupadas em estabelecimentos agropecuários (pes2006 e pes2017) reduz-se sensivelmente de 4569 ocupados por município em 2006 para 3189 em 2017. Expandindo estes valores para o conjunto dos 217 municípios observamos uma queda de 995813 ocupados para 692013, ou seja, uma redução de 30% na força de trabalho ocupada na agropecuária do Estado em um período de 11 anos. O indicador (pesval), que representa a razão número de pessoas ocupadas sobre o valor da produção (quantificados em 1000 reais) reduz-se em média de 1,006 trabalhador ocupado para cada R\$ de valor produzido para 0,413.⁴

⁴ Levando-se em conta que a inflação medida pelo INPC entre a média dos 12 meses de 2006 e a média dos 12 meses de 2017 foi de 91,10% acumulada no período, fizemos as seguintes etapas

Este processo de transformação da capacidade de absorção de mão-de-obra parece ser bastante diferenciado espacialmente como será visto adiante. Os indicadores relativos de ocupação mostram que em 2017 os estabelecimentos com 50 ou menos hectares ocupavam em média 0,886 trabalhadores por hectare enquanto os estabelecimentos com mais de 50 hectares ocupavam relativamente bem menos (0,029 trabalhadores por hectare). Isto significa que estes estabelecimentos menores apresentam uma média para a densidade ocupacional por área 30 vezes maior do

que os maiores estabelecimentos agropecuários. Observa-se também que os estabelecimentos de maior porte (mais de 50 hectares) tiveram um valor médio de densidade ocupacional por área (indicadores r_{50ma_06} e r_{50ma_17}) praticamente inalterado no período (em torno de 25 trabalhadores ocupados para cada 1000 hectare de estabelecimento). Já os estabelecimentos menores (indicadores r_{50me_06} e r_{50me_17}) tiveram uma redução em sua capacidade de absorção ocupacional de 1024 ocupados para 886 ocupados para cada 1.000 hectares de estabelecimento.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas para os indicadores calculados para a base de 217 municípios - 2006 e 2017 - Estado do Maranhão

variável	n	média	mediana	min	máx	assim	Q0.25	Q0.75
simp06	217	4.644	4.611	1.152	8.927	0.119	3.469	5.709
simp17	217	3.695	3.455	1.066	8.264	0.445	2.399	4.818
valor_06	217	9288.263	5090	249	89493	3.934	3287	10786
valor_17	217	28236.286	9830	163	797252	7.329	5179	19050
pes06	217	4569.585	3758	480	28623	2.211	1968	6377
pes17	217	3189.175	2412	296	13979	1.586	1478	4226
pesval06	217	1.006	0.595	0.023	9.009	3.037	0.314	1.136
pesval17	217	0.413	0.235	0.003	9.265	7.813	0.100	0.465
varval	217	2.597	1.950	0.177	16.346	2.481	1.214	3.250
varpes	217	0.781	0.701	0.183	3.199	2.294	0.537	0.900
varpesval	217	0.556	0.367	0.028	13.587	10.359	0.193	0.592
r_{50me_06}	217	1.024	0.315	0.069	22.786	6.863	0.185	1.107
r_{50ma_06}	216	-	0.025	0.005	-	-	0.017	0.037
r_{50me_17}	217	0.886	0.266	0.063	5.426	1.835	0.156	0.989
r_{50ma_17}	193	0.029	0.026	0.001	0.178	3.774	0.016	0.035
ocupm_06	217	0.315	0.081	0.008	22.786	13.159	0.042	0.187
ocupm_17	217	0.595	0.081	0.007	5.426	2.346	0.043	0.341
gini06	217	0.756	0.774	-0.048	0.976	-1.171	0.675	0.863
gini17	217	0.686	0.707	0.166	0.947	-0.801	0.609	0.788
dgini	217	-0.069	-0.044	-0.619	0.214	-1.421	-0.109	0.016

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados de Sidra - IBGE.

Notas: Legenda: simp06 = índice de Simpson (diversificação produtiva) 2006; simp17 = índice de Simpson (diversificação produtiva) 2017; valor 06 = valor da produção agropecuária em 2006 (mil reais); valor 17 = valor da produção agropecuária em 2017 (mil reais); pes 06 = pessoal ocupado na agropecuária em 2006; pes 17 = pessoal ocupado na agropecuária em 2017; pesval06 = razão pessoal ocupado / valor da produção da agropecuária em 2006 (pessoas por mil reais); pesval17 = razão pessoal ocupado / valor da produção da agropecuária em 2017 (pessoas por mil reais); varval = razão valor da produção da agropecuária 2017 / razão valor da produção da agropecuária 2006; varpesval = variação entre as razões pessoal ocupado / valor da produção da agropecuária;

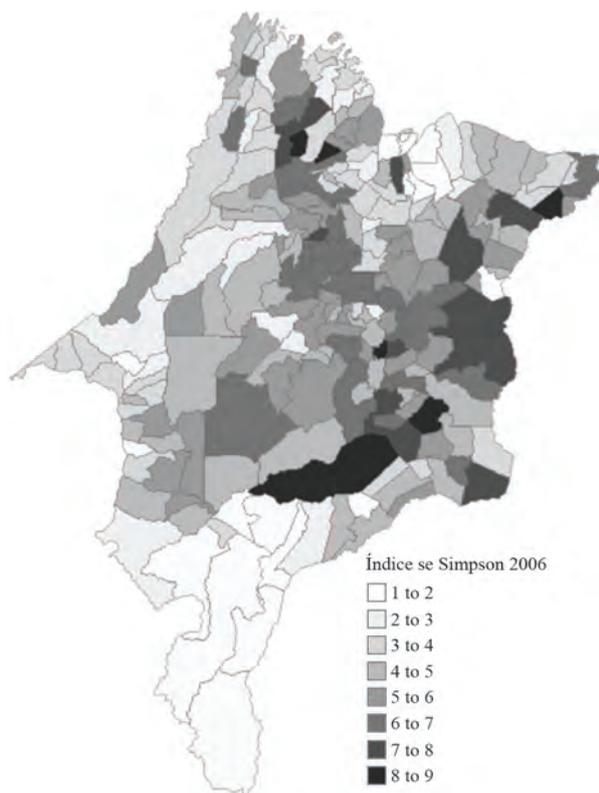
r_{50me_06} = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com 50 ou menos hectares em 2006; r_{50ma_06} = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com mais do que

de cálculo: 1) convertimos o valor 1,006 ocupados por real de 2006 para $1/1,006 = 0,994$ reais de 2006 por ocupado em 2006; 2) inflacionamos este valor para preços de 2017: $0,994 \times 1,9110 = 1,900$ reais de 2017 por ocupado em 2006; 3) calculamos a recíproca deste último valor: $1 / 1,900 = 0,526$ ocupados em 2006 por real a preços de 2017; 4) comparando o valor deste indicador com o indicador correspondente de 2017 (0,413 ocupados em 2017 por real a preços de 2017, verifica-se uma queda de 21 % na capacidade de absorção de mão de obra vis-à-vis valor de produção a preços constantes no período 2006-2017.

50 hectares em 2006; r_{50me_17} = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com 50 ou menos hectares em 2017; r_{50ma_17} = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com mais do que 50 hectares em 2017; ocupm 06 = número de ocupados por área (hectares) para todos os estabelecimentos em 2006; ocupm 17 = número de ocupados por área (hectares) para todos os estabelecimentos em 2017; gini06 = Índice de Gini da concentração fundiária para 2006; gini17 = Índice de Gini da concentração fundiária para 2017; dgini = Diferença entre o índice de Gini de 2017 e 2006.

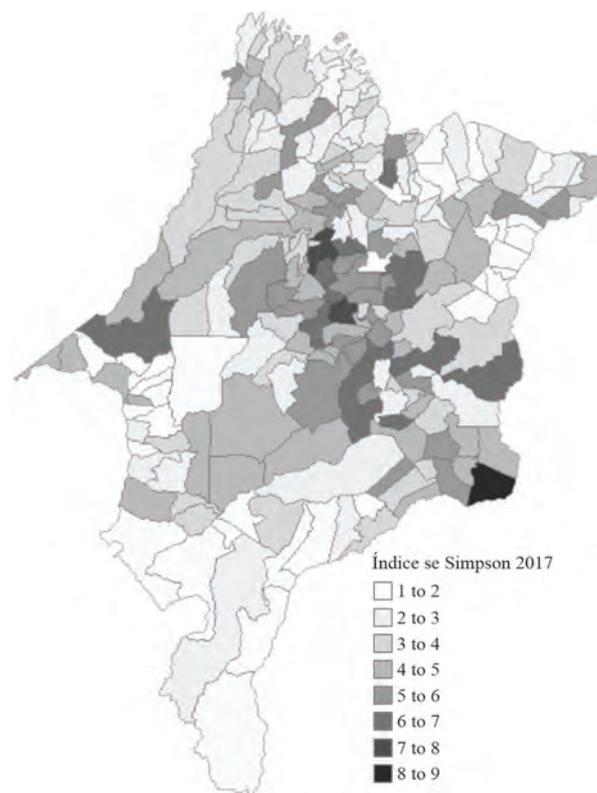
O valor das médias municipais para os indicadores de densidade ocupacional por área pode distorcer o verdadeiro valor médio agregado para o Estado para esta dimensão em virtude de os municípios terem áreas distintas ocupadas com atividades da agropecuária. Para corrigir isto foram calculados estes valores agregados para o conjunto do Estado (sem passar pelo cálculo destes indicadores por município). Em 2006, os estabelecimentos com 50 hectares ou menos ocupavam um valor de 431 trabalhadores por mil hectares e passaram a ocupar 372 em 2017. Já os estabelecimentos com mais do que 50 hectares ocupavam apenas 20 trabalhadores por mil hectares em 2006 e passaram a ocupar 18 em média para cada mil hectares em 2017. Isto mostra que foi a pequena produção familiar a principal atingida por todo um conjunto de fatores adversos que confluíram para o enfraquecimento da capacidade produtiva deste importante segmento social.

Figura 1 – Índice de Simpson (diversidade produtiva) - municípios do Estado do Maranhão – 2006



Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Figura 2 – Índice de Simpson (diversidade produtiva) - municípios do Estado do Maranhão – 2017



Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Pela Tabela 1, observa-se que a média do número de ocupados por área (hectare) para os 217 municípios aumentou de 315 ocupados por 1.000 hectares para 595 ocupados por 1.000 hectares. Parece um paradoxo afirmar que ocorreu redução absoluta da população ocupada em agropecuária em 30% entre os anos de 2006 e 2017 enquanto o valor médio do número de ocupados por hectare para todos os 217 municípios cresceu, mas havia 832.994 e 656.442 ocupados no agregado de todo o Estado em 2006 e 2017, respectivamente. Por outro lado, tínhamos um total de área declarada nos censos agropecuários de 12.289.087 hectares e 10.000.300 hectares para estes dois anos⁵. Dividindo estes valores obtemos 0,067 ocupados por hectare e 0,065 ocupados por hectare em 2006 e 2017, respectivamente, o que indica que no agregado do Estado a densidade média ocupacional por hectare do conjunto dos estabelecimentos permaneceu

5 Pode parecer estranho uma redução tão elevada na área recenseada por estes dois Censos Agropecuários e referentes aos totais de estabelecimentos agropecuários do Estado. Tais discrepâncias eventualmente se devem a diferenças no grau de cobertura, ao próprio fato da informação ser declaratória e outros erros de mensuração estatística que ocorrem em levantamentos de tal natureza e com esta extensão.

praticamente inalterada. É importante observar que este aparente paradoxo estatístico que surge quando observamos o aumento das médias dos municípios (indicadores *ocupm_06* e *ocupm_17*), pode ser explicado pelo fato de que existem muitos municípios pequenos com elevada diversificação produtiva e também elevada densidade ocupacional por hectare) o que pressiona o valor da média do conjunto dos 217 municípios para valores mais elevados apesar da redução do número absoluto de ocupados de 2006 para 2017.

As Tabelas 2 a 7 são matrizes de correlação para um subconjunto de indicadores selecionados: o índice de Simpson, o número médio de ocupados por hectare, o número médio de ocupados por hectare para os estabelecimentos agropecuários com 50 hectares ou menos e o índice de Gini referente a concentração fundiária para os municípios. Algumas destas tabelas (referem-se ao conjunto dos 217 municípios do Estado) – Tabelas 2 e 3 – enquanto as demais são os mesmos resultados para as mesorregiões Norte e Sul Maranhense.

Na Tabela 2 pode ser observado que existia em 2006 forte associação positiva (coeficiente de correlação igual a 0,8225) entre o número de ocupados por hectare nos municípios e este mesmo número de ocupados por hectare para os estabelecimentos

pequenos. Isto evidencia a elevada importância desta escala de produção no contexto geral da capacidade de absorção relativa da mão-de-obra na produção agropecuária. Este valor de correlação torna-se mais acentuado em 2017 (0,9244 de acordo com a Tabela 3). Existe também certo grau de associação negativa entre os valores do índice de Simpson e a densidade ocupacional para os estabelecimentos menores (coeficiente de correlação igual a -0,3166 em 2017), entre a densidade ocupacional média dos municípios e o índice de Simpson (coeficiente -0,3058 em 2017) e também entre esta densidade e os valores do índice de Gini (coeficiente de correlação de -0,4556 em 2017). Isto aponta para a associação existente entre elevada densidade ocupacional por hectare, reduzida diversificação produtiva e reduzida concentração fundiária para o conjunto dos 217 municípios do Estado. Os valores para as matrizes de correlação quando são calculados regionalmente indicam este grau de associação mais forte ainda (Tabelas 4 a 7).

Dado que a análise de correlação múltipla pode levar a conclusões espúrias, complementou-se com a estimação de um modelo de regressão com dados em painel (efeitos fixos com estimador “within”) com a especificação e resultados estimados como se mostra a seguir.

Quadro 1 – Resultados para a estimação de modelos de painel, estimador “within”

Efeitos fixos	Variável dependente			
	pes	log(pes)	Log(ocupm)	
	(1)	(2)	(3)	(4)
simpson	2,455.200*** (924.240)	-	-	-
area	0.043*** (0.006)	-	-	-
areamed	-2.627 (17.850)	-	-	-
gini	3,208.481*** (1,062.966)	-	-	-
I(areamed * gini)	-22.888 (21.004)	-	-	-
log(simpson)	-	0.316*** (0.089)	0.096 (0.065)	0.096 (0.065)
log(area)	-	0.713*** (0.057)	-0.019 (0.044)	-
log(areamed)	-	-0.542*** (0.062)	-0.901*** (0.052)	-0.919*** (0.030)
log(gini)	-	-	0.038 (0.122)	0.029 (0.120)
I(log(areamed) * log(gini))	-	-	-0.004 (0.049)	-0.009 (0.048)
Observações	434	434	433	433
R2	0.291	0.478	0.914	0.914

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Verifica-se, portanto que a diversificação produtiva (variável simpson) apresenta efeito significativo positivo sobre o número de ocupações na agropecuária (variável pes), quando controladas pelos efeitos de outras variáveis tais como area (área total dos estabelecimentos), areamed (área média dos estabelecimentos nos municípios) e gini (índice de Gini para a concentração da posse da terra) de acordo com as equações (1) e (2) do Quadro 1. Os valores dos coeficientes para as variáveis simpson e log(simpson) nestas duas equações são positivos e significativos indicando que quando é elevada a diversificação produtiva nos municípios tende-se a elevar o número de pessoas ocupadas nas atividades da agropecuária.

Tabela 2 – Matriz de correlação para diversos indicadores calculados - municípios do Maranhão – 2006

	simp2006	ocupm_06	r_50me_06	gini2006
simp2006	1.0000	-0.0973	-0.1149	0.0328
ocupm_06	-0.0973	1.0000	0.8225	0.0456
r_50me_06	-0.1149	0.8225	1.0000	0.3196
gini2006	0.0328	0.0456	0.3196	1.0000

Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Notas: Legenda: simp06 = índice de Simpson (diversificação produtiva) 2006; ocupm 06 = número de ocupados por área (hectares) para todos os estabelecimentos em 2006; r_50me 06 = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com 50 ou menos hectares em 2006; gini06 = índice de Gini da concentração fundiária para 2006.

Tabela 3 – Matriz de correlação para diversos indicadores calculados - municípios do Maranhão – 2017

	simp2017	ocupm_17	r_50me_17	gini2017
simp2017	1.0000	-0.3058	-0.3166	0.0926
ocupm_17	-0.3058	1.0000	0.9244	-0.4556
r_50me_17	-0.3166	0.9244	1.0000	-0.2515
gini2017	0.0926	-0.4556	-0.2515	1.0000

Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Notas: Legenda: simp17 = índice de simpson (diversificação produtiva) 2017; ocupm 17 = número de ocupados por área (hectares) para todos os estabelecimentos em 2017; r_50me 17 = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com 50 ou menos hectares em 2017; gini17 = índice de Gini da concentração fundiária para 2017.

Tabela 4 – Matriz de correlação para diversos indicadores calculados - municípios do Maranhão - 2006 - Mesorregião Norte Maranhense

	simp2006	ocupm_06	r_50me_06	gini2006
simp2006	1.0000	-0.1378	-0.2113	-0.0112
ocupm_06	-0.1378	1.0000	0.8624	-0.1221
r_50me_06	-0.2113	0.8624	1.0000	0.0892
gini2006	-0.0112	-0.1221	0.0892	1.0000

Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Notas: Legenda: simp06 = índice de simpson (diversificação produtiva) 2006; ocupm 06 = número de ocupados por área (hectares) para todos os estabelecimentos em 2006; r_50me 06 = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com 50 ou menos hectares em 2006; gini06 = índice de Gini da concentração fundiária para 2006.

Tabela 5 – Matriz de correlação para diversos indicadores calculados - municípios do Maranhão - 2017 - Mesorregião Norte Maranhense

	simp2017	ocupm_17	r_50me_17	gini2017
simp2017	1.0000	-0.4646	-0.5525	0.3874
ocupm_17	-0.4646	1.0000	0.8825	-0.7910
r_50me_17	-0.5525	0.8825	1.0000	-0.5721
gini2017	0.3874	-0.7910	-0.5721	1.0000

Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Notas: Legenda: simp17 = índice de Simpson (diversificação produtiva) 2017; ocupm 17 = número de ocupados por área (hectares) para todos os estabelecimentos em 2017; r_50me 17 = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com 50 ou menos hectares em 2017; gini17 = índice de Gini da concentração fundiária para 2017.

Tabela 6 – Matriz de correlação para diversos indicadores calculados - municípios do Maranhão - 2006 - Mesorregião Sul Maranhense

	simp2006	ocupm_06	r_50me_06	gini2006
simp2006	1.0000	0.7193	-0.3923	-0.8041
ocupm_06	0.7193	1.0000	-0.1723	-0.6433
r_50me_06	-0.3923	-0.1723	1.0000	0.5078
gini2006	-0.8041	-0.6433	0.5078	1.0000

Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Notas: Legenda: simp06 = índice de simpson (diversificação produtiva) 2006; ocupm 06 = número de ocupados por área (hectares) para todos os estabelecimentos em 2006; r_50me 06 = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com 50 ou menos hectares em 2006; gini06 = Índice de Gini da concentração fundiária para 2006.

Tabela 7 – Matriz de correlação para diversos indicadores calculados - municípios do Maranhão - 2017 - Mesorregião Sul Maranhense

	simp2017	ocupm_17	r_50me_17	gini2017
simp2017	1.0000	0.4599	0.0304	-0.5600
ocupm_17	0.4599	1.0000	0.5589	-0.6887
r_50me_17	0.0304	0.5589	1.0000	0.1202
gini2017	-0.5600	-0.6887	0.1202	1.0000

Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Notas: Legenda: simp17 = índice de Simpson (diversificação produtiva) 2017; ocupm 17 = número de ocupados por área (hectares) para todos os estabelecimentos em 2017; r 50me 17 = número de ocupados por hectare para os estabelecimentos com 50 ou menos hectares em 2017; gini17 = índice de Gini da concentração fundiária para 2017.

No extremo oposto do espectro de faixas de áreas, os estabelecimentos com mais do que 2.500 hectares geraram em média R\$ 653/hectare de área total. Considerando-se os indicadores de ocupação vemos que os menores estabelecimentos (com menos do que 0,1 hectares) ocupavam 4,8 pessoas por hectare em média no Estado. O valor deste indicador à medida em que as faixas de área se tornam maiores atingem um valor mínimo para os grandes estabelecimentos (com mais do que 2.500 hectares) que ocupavam em média 24 pessoas a cada 10.000 hectares de área total. Se analisarmos o comportamento do indicador, valor adicionado por número de ocupados, vemos claramente que à medida que aumenta o tamanho das áreas, estes valores aumentam, o que significa que os estabelecimentos

grandes têm uma maior produtividade por ocupado. No entanto, este indicador não pode ser tratado de forma desvinculada dado que a produção da agropecuária envolve elementos naturais e não apenas propriamente uma relação entre valores e trabalho. Ao nosso ver, isto indica tão somente que os estabelecimentos agropecuários de maior porte apresentam uma menor capacidade de absorção de ocupações por unidade de valor adicionado.⁶

Na Tabela 8 são apresentados diversos indicadores relativos à produção agropecuária e agregados para o conjunto do Estado do Maranhão⁷. Nesta tabela, são apresentados valores de indicadores de razão para diversas faixas de área total de estabelecimentos agropecuários para o Estado do Maranhão e para o ano de 2006. Foram preliminarmente agregados os valores das receitas, consumo intermediário, área dos estabelecimentos, número de ocupados para cada faixa de área e para o conjunto dos estabelecimentos do Estado. Após esta operação de agregação, procedeu-se ao cálculo de alguns indicadores de razão por faixa de área total dos estabelecimentos: valor adicionado por área (R\$ 1000/hectare), valor adicionado por ocupado (R\$ 1000 por ocupado) e número de ocupados por área (ocupados por hectare). Por exemplo, os estabelecimentos com menos de 0,1 hectares e que ocupavam em 2006 uma área total de 7148 hectares tiveram uma geração média de valor adicionado por hectare correspondente a R\$ 1.230 por hectare.

Tabela 8 – Indicadores-razões relativos ao valor adicionado produzido pelos estabelecimentos agropecuários – 2006 – Estado do Maranhão

Grupo de área total	receitas	despesas	área	va_área	ocupados	va_ocupados	ocupados_area
Mais de 0 a menos de 0,1 ha	13007	4219	7148	1229.43	34422	255.30	4.8156
De 0,1 a menos de 0,2 ha	4389	965	2494	1372.89	8132	421.05	3.2606
De 0,2 a menos de 0,5 ha	15522	4201	19848	570.38	41532	272.58	2.0925
De 0,5 a menos de 1 ha	44104	10198	97180	348.90	81053	418.32	0.8341
De 1 a menos de 2 ha	74816	11511	151279	418.47	74038	855.03	0.4894
De 2 a menos de 3 ha	33898	3594	51788	585.15	20627	1469.14	0.3983

6 Neste sentido, os estabelecimentos de mais do que 2.500 hectares, ao gerarem um valor adicionado de R\$ 269.455,00 por trabalhador ocupado, têm uma capacidade relativa de absorção de trabalho para cada R\$ 1.000,00 de valor adicionado de $1/269 = 0,037$ trabalhador ocupados por R\$ 1.000,00 de valor adicionado gerado. Já os estabelecimentos pequenos de até 0,1 hectares ao gerarem R\$ 255,00 de valor adicionado para cada trabalhador ocupado, ocupam 3,921 trabalhadores por R\$ 1.000,00 de valor adicionado. Portanto, os estabelecimentos menores têm uma “densidade ocupacional por unidade de valor adicionado” mais de 100 vezes superior que os grandes estabelecimentos.

7 As informações do Censo Agropecuário que foram utilizadas para a construção desta tabela foram divulgadas apenas para o ano de 2006. Aguarda-se a divulgação completa dos dados do Censo Agropecuário de 2017 incluindo as tabelas de receitas e despesas dos estabelecimentos agropecuários por faixas de área.

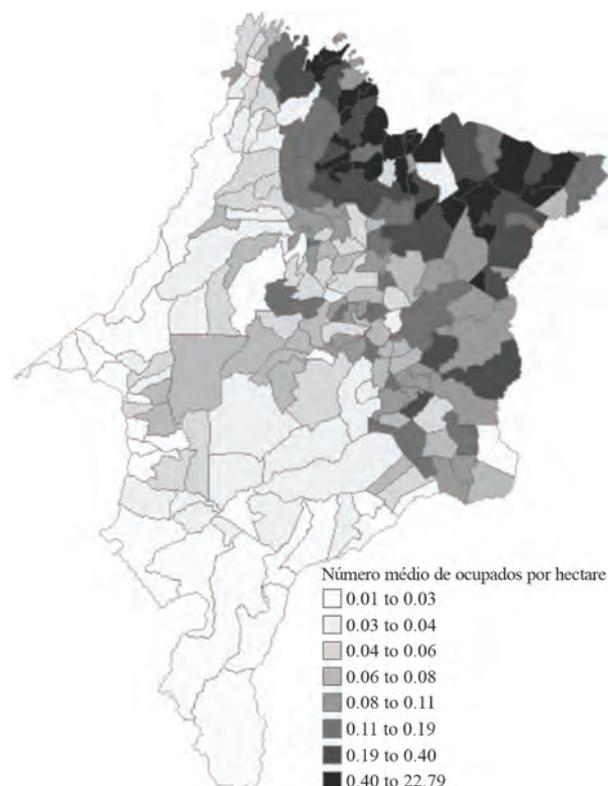
Grupo de área total	receitas	despesas	área	va_área	ocupados	va_ocupados	ocupados_area
De 3 a menos de 4 ha	26824	2586	35312	686.40	11264	2151.81	0.3190
De 4 a menos de 5 ha	17755	13943	13899	274.26	4977	765.92	0.3581
De 5 a menos de 10 ha	25441	3751	38846	558.36	13957	1554.06	0.3593
De 10 a menos de 20 ha	78271	6902	87256	817.93	20352	3506.73	0.2332
De 20 a menos de 50 ha	190911	18095	261539	660.77	51095	3382.25	0.1954
De 50 a menos de 100 ha	81684	13951	149046	454.44	28117	2408.97	0.1886
De 100 a menos de 200 ha	46524	8890	82073	458.54	12219	3079.96	0.1489
De 200 a menos de 500 ha	51773	15240	83209	439.05	8758	4171.39	0.1053
De 500 a menos de 1.000 ha	53148	29601	47109	499.84	1666	14133.85	0.0354
De 1.000 a menos de 2.500 ha	80317	67275	77333	168.65	1275	10229.02	0.0165
De 2.500 ha e mais	454170	270671	281016	652.98	681	269455.21	0.0024

Fonte: Censo Agropecuário de 2006.

Notas: Legenda: receitas = receita bruta agregada das atividades da agropecuária; despesas = despesas agregadas de consumo intermediário das atividades da agropecuária; área = área total agregada dos estabelecimentos; va_área = razão entre valor adicionado agregado (receitas menos consumo intermediário) dos estabelecimentos agropecuários e área total dos estabelecimentos; ocupados = número de ocupados nos estabelecimentos agropecuários; va_ocupados = razão entre valor adicionado e número de ocupados; va_ocupados = razão entre valor adicionado e número de ocupados; ocupados_área = razão entre número de ocupados e área dos estabelecimentos agropecuários.

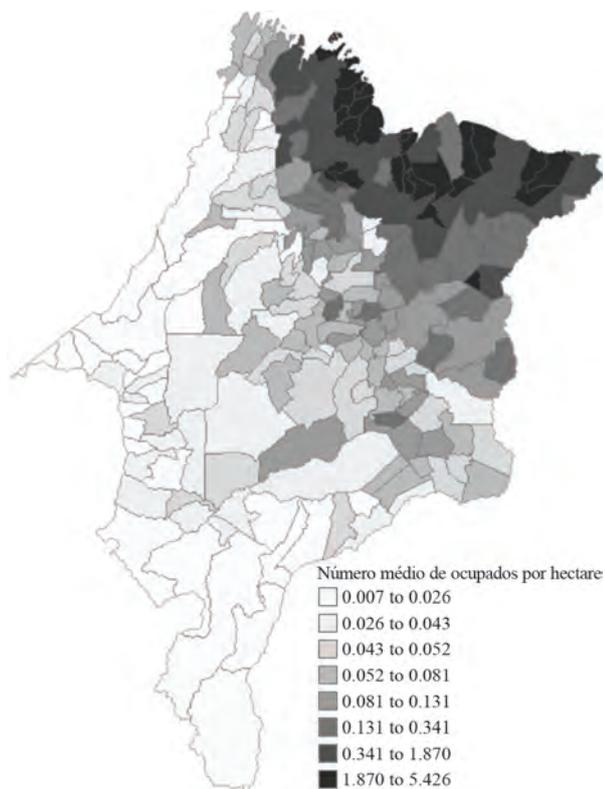
Através do exame da Figura 5 e da Figura 6 fica evidenciado que o comportamento do número de ocupados por hectare (considerando-se o conjunto de todos os estabelecimentos agropecuários em cada município) tem uma delimitação espacial bem clara e contrastante: os municípios do Sul Maranhense se contrapõem aos municípios do Norte Maranhense, sendo que os primeiros apresentam baixíssimos valores para este indicador (muitos dentro de uma faixa bastante exígua de densidade de ocupação frente às áreas ocupadas, menores do que 0,037 trabalhadores por hectare em média) enquanto os últimos situam-se em faixas relativamente superiores para este indicador, chegando muitos a ocupar mais do que 0,5 trabalhadores por hectare em média para este subconjunto de municípios. Observa-se, portanto, que o Norte tem uma densidade de ocupação mais de 13 vezes maior do que os municípios do Sul do Estado.

Figura 3 – Razão número de ocupados por hectare (2006)



Fonte: dados do Sidra-IBGE.

Figura 4 – Razão número de ocupados por hectare (2017)



Fonte: dados do Sidra-IBGE.

5 CONCLUSÕES

O Estado do Maranhão, no período 2006 a 2017, presenciou profunda alteração na sua estrutura de produção agropecuária, apontando para uma situação da estrutura produtiva da agropecuária fortemente desigual nos seus municípios. Um aspecto marcante que foi observado de forma geral é a acentuada redução da diversificação produtiva, sendo que este processo também ocorreu de forma bastante diferenciada no conjunto dos 217 municípios do Estado. Uma importante dimensão que foi contraposta a esta redução da diversificação produtiva é a redução concomitante da capacidade de absorção de mão-de-obra pelos estabelecimentos agropecuários e isto fica mais acentuado nos municípios que passam a ter uma estrutura produtiva mais concentrada quando confrontados com os municípios que não sofreram tão marcantemente estas transformações.

Mas o principal fator que se reflete na redução da capacidade relativa de absorção de ocupação pelos estabelecimentos agropecuários

é o valor da área média dos estabelecimentos, sendo que ficou claramente constatado que os estabelecimentos que têm áreas menores do que 50 hectares ocupam em média mais de 20 vezes por hectare do que os estabelecimentos com áreas além deste ponto de corte. Apesar de ser observado um crescimento maior do valor da produção nos municípios com produção menos diversificada a análise comparativa dos indicadores de densidade ocupacional mostra que outras trajetórias de desenvolvimento poderiam impactar mais relevantemente o desenvolvimento rural de uma forma mais ampla.

Pela análise do comportamento geral dos indicadores no período verifica-se que a forte redução do número absoluto dos ocupados em atividades da agropecuária é consequência de dois processos: 1) o enfraquecimento da agricultura familiar representada neste estudo pelos estabelecimentos com 50 hectares ou menos e que nos dois anos apresentou os valores mais elevados de densidade ocupacional por área de estabelecimento, assim como uma justaposição nos municípios com maior diversidade produtiva, e; 2) o elevado crescimento de uma agropecuária de maior concentração produtiva, com valores cada vez mais reduzidos de densidade ocupacional. Presenciou-se também uma considerável retração da densidade média ocupacional dos estabelecimentos de pequeno porte, sendo uma provável consequência de uma conjunção de fatores adversos que impactou este importante segmento socioeconômico do meio rural, entre eles, a própria pressão econômica advinda do avanço das atividades de monocultura.

A partir de dados desagregados por faixas de áreas do Censo Agropecuário de 2006, constatou-se que os pequenos estabelecimentos (os chamados estabelecimentos minifundistas) ocupam um número de trabalhadores por hectare muito mais elevado que os grandes estabelecimentos. Além disto, os pequenos estabelecimentos geram uma razão de valor adicionado por hectare muito mais elevada que os estabelecimentos de grande porte. Em síntese, os pequenos estabelecimentos aproveitam de uma forma mais eficiente as dotações do recurso terra disponível, tanto no sentido da capacidade de absorção produtiva do trabalho como no sentido da geração de valor adicionado por unidade de área. Esta é uma conclusão de relevante impor-

tância para a permanência e fortalecimento das políticas públicas que visam a beneficiar este estrato de estabelecimentos menores, tais como Pronaf, PAA e outras (além da relevância social e mesmo econômica das políticas fundiárias).

Em termos de formulações de políticas, aponta-se para a necessidade de ações voltadas para o estímulo de atividades mais diferenciadas da agropecuária visando o fortalecimento da capacidade de absorção de ocupações. Ao mesmo tempo, os formuladores de políticas voltadas para a agropecuária do Estado do Maranhão devem ficar atentos às tendências atualmente vigentes de aumento da concentração produtiva tanto em termo de produtos como também em termos de unidades produtivas e implementar políticas que estimulem os agentes que, pela sua própria natureza, contribuem mais para a diversidade produtiva no Estado.

REFERÊNCIAS

- BIRTHAL, P. S.; ROY, D.; NEGI, D. S. Assessing the impact of crop diversification on farm poverty in India. **World Development**, v. 72, p. 70-92, 2015.
- DE, U. K.; CHATTOPADHYAY, M. Crop diversification by poor peasants and role of infrastructure: Evidence from West Bengal. **Journal of Development and Agricultural Economics**, v. 2, n. 10, p. 340-350, 2010.
- ELLIS, F. **Household strategies and rural livelihood diversification**. Journal of Development Studies, Londres, v. 35, n.1, p. 1-38, 1998. Rural livelihoods and diversity in developing countries. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- FAVARETO, A. **Paradigmas do desenvolvimento rural em questão– do agrário ao territorial**. São Paulo, 2006. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul/default.asp...>> Acesso em: abr. 2020.
- _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Censo Agropecuário de 2017**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul/default.asp...>> Acesso em: abr. 2020.
- _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produção da Agricultura Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul/default.asp...>> Acesso em: abr. 2020.
- _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produção da Pecuária Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul/default.asp...>> Acesso em: abr. 2020.
- _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **PEVS – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul/default.asp...>> Acesso em: abr. 2020.
- KAGEYAMA, A. **Desenvolvimento rural: conceito e medida**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 21, n. 3, p. 379-408, 2004.
- KEYLOCK, C. J. Simpson diversity and the Shannon–Wiener index as special cases of a generalized entropy. **Oikos**, v. 109, n. 1, p. 203-207, 2005.
- MAGGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. 1988.
- MESQUITA, B. A. **O desenvolvimento desigual da agricultura: a dinâmica do agronegócio e da agricultura familiar**. 1. ed. São Luís: Edufma, 2011. v. 1. 114p.
- MICHLER, J. D.; JOSEPHSON, A. L. To specialize or diversify: agricultural diversity and poverty dynamics in Ethiopia. **World Development**, v. 89, p. 214-226, 2017.
- SCHNEIDER, S. **Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate**. Revista de economia política, v. 30, n. 3, p. 511–531, 2010.

SCHNEIDER, S. **Reflexões sobre diversidade e diversificação: agricultura, formas familiares e desenvolvimento rural.** UFRGS. p. 85 – 131, 2010.

SIQUEIRA, R.P. **Introduction to sidrar.** Disponível em: https://cran.r-project.org/web/packages/sidrar/vignettes/Introduction_to_sidrar.html. Acesso em: 17 abr. 2020.

VAN DER PLOEG, J.D. et al. **Rural development: from practices and policies towards theory.** Sociologia Ruralis, Oxford, UK, v.40 n.4, p. 391-408, outubro de 2000.

CONHECIMENTO, PERCEPÇÃO CLIMÁTICA E COMPORTAMENTO PRÓ-AMBIENTAL NA AGRICULTURA

Knowledge, climate perception and pro-environmental behavior in the agriculture

Attawan Guerino Locatel Suela

Bacharel em Agronegócio pela Universidade Federal de Viçosa (2017). Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (2019). Avenida Purdue, s/nº, Campus Universitário. Edifício Edson Potsch Magalhães. CEP: 36570-900, Viçosa – MG. attawan_zull@hotmail.com

Dênis Antônio da Cunha

Economista. Doutorado (2011) em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Associado e Orientador dos Programas de Pós-Graduação em Economia Aplicada (PPGEA) e Extensão Rural (PPGER) da Universidade Federal de Viçosa. Avenida Purdue, s/nº, Campus Universitário. Edifício Edson Potsch Magalhães. CEP: 36570-900, Viçosa – MG. denis.cunha@ufv.br

Sabrina de Matos Carlos

Economista. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (2016). Avenida Purdue, s/nº, Campus Universitário. Edifício Edson Potsch Magalhães. CEP: 36570-900, Viçosa – MG. sabrinamcarlos@gmail.com

Marcel Viana Pires

Biólogo. Doutorado (2012) em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Pesquisador do Grupo de Pesquisa “Economia dos Recursos Naturais e Ambientais”, vinculado ao PPGEA/UFV. Avenida Purdue, s/nº, Campus Universitário. Edifício Edson Potsch Magalhães. CEP: 36570-900, Viçosa – MG. marcelpires@gmail.com

Álvaro Antônio Xavier de Andrade

Engenheiro Agrônomo. Doutorado (2019) em Extensão Rural pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Pesquisador do Grupo de Pesquisa “Economia dos Recursos Naturais e Ambientais”, vinculado ao PPGEA/UFV. Avenida Purdue, s/nº, Campus Universitário. Edifício Edson Potsch Magalhães. CEP: 36570-900, Viçosa – MG. aaxandrade2@hotmail.com

Resumo: O presente artigo analisou o comportamento pró-ambiental de agricultores num contexto local. A pesquisa foi construída a partir do suporte teórico da Teoria do Comportamento Planejado e testou a hipótese de que o comportamento pró-ambiental está diretamente relacionado ao nível de conhecimento e à percepção climática dos agricultores. Foram utilizadas informações socioeconômicas de propriedades localizadas ao longo da bacia hidrográfica do Rio das Contas, Bahia. Metodologicamente, foi realizada análise exploratória (teste de Qui-quadrado) e estimado um modelo de probabilidade (Probit). Os resultados confirmaram que a decisão dos agricultores é condicionada pelo seu nível educacional e a disponibilidade de assistência técnica. O conhecimento a respeito das mudanças climáticas e seus efeitos sobre a agricultura, bem como a observação de eventos extremos também influenciam o comportamento. Isso indica a necessidade de investir para conscientizar os agricultores sobre a importância de práticas de cultivo conservacionistas.

Palavras-chave: Agricultura sustentável; Mudanças climáticas; Bacia Hidrográfica do Rio das Contas.

Abstract: This paper analyzes, in the light of Theory of Planned Behavior, the pro-environmental behavior of farmers in a local context. Here, we tested the hypothesis that the pro-environmental behavior is directly related to the level of knowledge and to the climate perception of farmers. Socioeconomic data collected in rural properties located along the Rio das Contas river basin, Bahia, was used. An exploratory analysis (Chi-Square test) was performed and a probability model (Probit) was estimated. Our results demonstrated that the farmers' decision-making is conditioned by their educational level and technical assistance availability. Furthermore, knowledge about climate change and its effects on agriculture as well as the ability to identify extreme events also influence pro-environmental behavior. Altogether, our results indicate the need to invest in raising farmers' awareness concerning the importance of conservation farming practices.

Keywords: Sustainable Agriculture; Climate Change; Rio das Contas Basin.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem importante participação na oferta mundial de alimentos. Ao mesmo tempo, o setor agropecuário responde por mais de um terço das emissões de gases causadores de efeito estufa (GEE) do País (SIRENE, 2017). Nesse cenário, é fundamental que o Brasil continue intensificando a produção agrícola, mas em bases sustentáveis, tornando a “pegada ecológica” do setor cada vez menor. O sucesso dessa empreitada passa, entre outros fatores, pela tomada de decisão dos agricultores em termos do processo de intensificação sustentável de suas atividades. Diante dessa problemática, o objetivo deste artigo foi analisar o papel desempenhado pelo conhecimento (educação formal e conhecimentos práticos) e pela percepção climática no comportamento pró-ambiental de agricultores. Para isso, considerou-se a disposição em adotar técnicas de produção sustentáveis, tais como redução do uso de agrotóxicos e queimadas, sistemas agroflorestais, plantio direto, recuperação de pastagens degradadas e fixação biológica de nitrogênio.

As análises sobre os fatores que condicionam as decisões de produtores rurais em termos do manejo de sua terra são imprescindíveis para o desenho e o sucesso de políticas agrícolas de conservação ambiental (PIEDRA-BONILLA et al., 2020). Mesmo diante da urgência em se promover práticas agrícolas sustentáveis, a literatura sobre o tema tem sido muito pouco explorada no Brasil, sobretudo nas perspectivas regional e local. Oferecer respostas a essas questões é, portanto, essencial para subsidiar a tomada de decisão dos formuladores de política.

Como o Brasil é um país de dimensões continentais e com diferentes condições edafoclimáticas e socioeconômicas, optou-se por realizar o estudo em nível local. O conhecimento dessas questões localmente pode ser fator preponderante para a avaliação e readequação das políticas em curso, garantindo sua efetividade regional. Sendo assim, foram estudados agricultores da bacia hidrográfica do Rio das Contas, na Bahia. A bacia faz parte da região hidrográfica do Atlântico Leste e caracteriza-se por possuir cidades de pequeno a médio porte, baixo índice de industrialização e atividade econômica centrada, principalmente, na agricultura e pecuária, o que

a torna potencialmente mais vulnerável aos efeitos adversos das mudanças climáticas. Ademais, por compreender grande diversidade de biomas (Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica) e ser basicamente dependente da agropecuária, essa bacia proporciona capital científico e natural valioso.

Finalmente, deve-se enfatizar que os impactos das mudanças climáticas tendem a ser bastante severos na região Nordeste, onde a bacia está localizada. No Nordeste são esperados os maiores aumentos de temperatura e grande variabilidade interanual da precipitação durante a estação chuvosa (dezembro-fevereiro) (MACHADO-FILHO, 2015). As mudanças climáticas esperadas para o Nordeste poderão comprometer sobremaneira a aptidão agrícola da região. As perdas na agricultura, por sua vez, agravarão problemas já enfrentados por agricultores mais pobres, tais como migração rural-urbana, fragmentação de propriedades, baixo acesso à escola etc. Como as atividades que caracterizam a “agricultura de baixo carbono” também garantem maior produtividade e resiliência, o comportamento pró-ambiental poderia ter mais uma externalidade positiva, que é a redução da vulnerabilidade da agricultura da região.

Feitas essas considerações, o artigo está dividido em outras três seções, além da introdução. A segunda seção apresenta a metodologia do estudo, com destaque para a descrição das hipóteses testadas, suporte teórico e definições sobre a coleta dos dados primários utilizados. Na terceira seção são apresentados e discutidos os principais resultados da pesquisa. Por fim, a última seção destaca as conclusões e sugestões de política.

2 METODOLOGIA

2.1 Hipóteses e suporte teórico

O presente estudo procurou testar duas hipóteses principais. A primeira diz respeito à proposição de Meyer (2015), segundo a qual, o comportamento pró-ambiental dos indivíduos aumenta na medida em que se torna mais elevado seu nível educacional. A ideia subjacente é que a educação pode fazer com que indivíduos sejam conscientes dos efeitos externos do seu comportamento e, dessa forma, mais preocupados com o bem-estar social e a conservação am-

biental. A formulação de Meyer (2015) foi expandida neste estudo para considerar não apenas a educação formal, mas também o conhecimento empírico adquirido ao longo do desempenho das atividades agrícolas. Para isso, considerou-se que o agricultor poderia aumentar seu conhecimento ao ter acesso à assistência técnica, ao participar de associações de classe ou cooperativas e também pelo tempo de trabalho com atividades agrícolas, ou seja, seu nível de experiência.

Segundo Hyland et al. (2016), a percepção dos agricultores, ou seja, a maneira como acessam e compreendem as mudanças climáticas e eventos extremos relacionados, determina sua avaliação e disposição de implementar práticas conservacionistas (PERSSON et al., 2015; HAGEN, 2015; CARVALHO et al., 2017). Dessa forma, a segunda hipótese testada neste estudo foi que a percepção climática tem papel decisivo sobre sua decisão de alterar práticas produtivas.

No presente estudo, para analisar a percepção, foram consideradas duas informações, com base na literatura que reporta que os agricultores estarão mais propensos a proteger o meio ambiente quanto maior for sua consciência sobre certo problema ambiental e as ameaças que podem causar-lhes prejuízos (HYLAND et al., 2016):

- i Nível de conhecimento sobre as mudanças climáticas e os efeitos adversos desse fenômeno sobre as atividades dos agricultores;
- ii Observação de eventos extremos pelos agricultores (secas, veranicos, ondas de calor etc.).

Essas hipóteses foram testadas à luz da Teoria do Comportamento Planejado (Theory of Planned Behavior – TPB), desenvolvida por Ajzen (1991). Conforme os pressupostos da TPB,

Os indivíduos tomam suas decisões de forma eminentemente racional e utilizam sistematicamente as informações que estão disponíveis, considerando as implicações de suas ações antes de decidirem se devem ou não se comportar de determinada forma (PINTO, 2007, p. 4).

A intenção de praticar certa ação é tratada como antecedente do comportamento em si (PRICE; LEVISTON, 2014) e, dessa forma, a TPB procura identificar quais fatores formam (ou alteram) a intenção comportamental (AN-

DOW et al., 2017). De acordo com Price e Leviston (2014), a literatura tem demonstrado que a TPB é útil para explicar a “intenção de se engajar” em determinada prática conservacionista, como o presente estudo busca analisar.

Na TPB, as ações dos indivíduos são conduzidas por três tipos de crenças. A primeira é a crença comportamental, formada por avaliações positivas ou negativas da ação. Nesse sentido, o tomador de decisão avalia, com base em seu estoque de conhecimento e nas informações disponíveis, se a ação a ser empreendida terá resultados positivos ou não (tanto do ponto de vista ético quanto de ganhos e perdas econômicas). A segunda, chamada de crença normativa, está ligada a pressões sociais, ou seja, opiniões de outros agentes ou grupos considerados importantes pelo indivíduo. Por fim, a crença de controle indica qual é a capacidade que o agente tem de controlar os condicionantes internos e externos que influenciam a execução do comportamento desejado (fatores socioeconômicos, institucionais e de mercado) (AJZEN, 1991). Em síntese, conforme a análise de Borges et al. (2016), a intenção de agir de certa forma é mais relevante quando a atitude e as normas subjetivas são favoráveis e quando o controle comportamental percebido é maior.

Neste estudo, a intenção do agricultor é definida como a disponibilidade (ou não) de alterar suas técnicas de produção em direção a práticas sustentáveis. Ao analisar as questões em análise sob o ponto de vista da TPB, fica claro que a intenção de adotar práticas agrícolas conservacionistas é um processo complexo, que envolve planejamento, em ambiente de riscos e incertezas. O agricultor, em geral, não tem controle completo sobre o resultado final de sua mudança de atitude ou até mesmo sobre todas as variáveis envolvidas na execução das ações necessárias. Ao mesmo tempo, no caso da conservação ambiental, há atualmente fortes pressões sociais para mudanças nos sistemas produtivos, num movimento para tornar a agricultura mais sustentável. Por fim, sabe-se que o resultado das ações tem impacto direto sobre todos os envolvidos no processo produtivo (familiares, funcionários, fornecedores de insumos e mercado consumidor). Em outras palavras, seguindo o raciocínio de Borges et al. (2016), espera-se que os agricultores tenham mais intenção de utili-

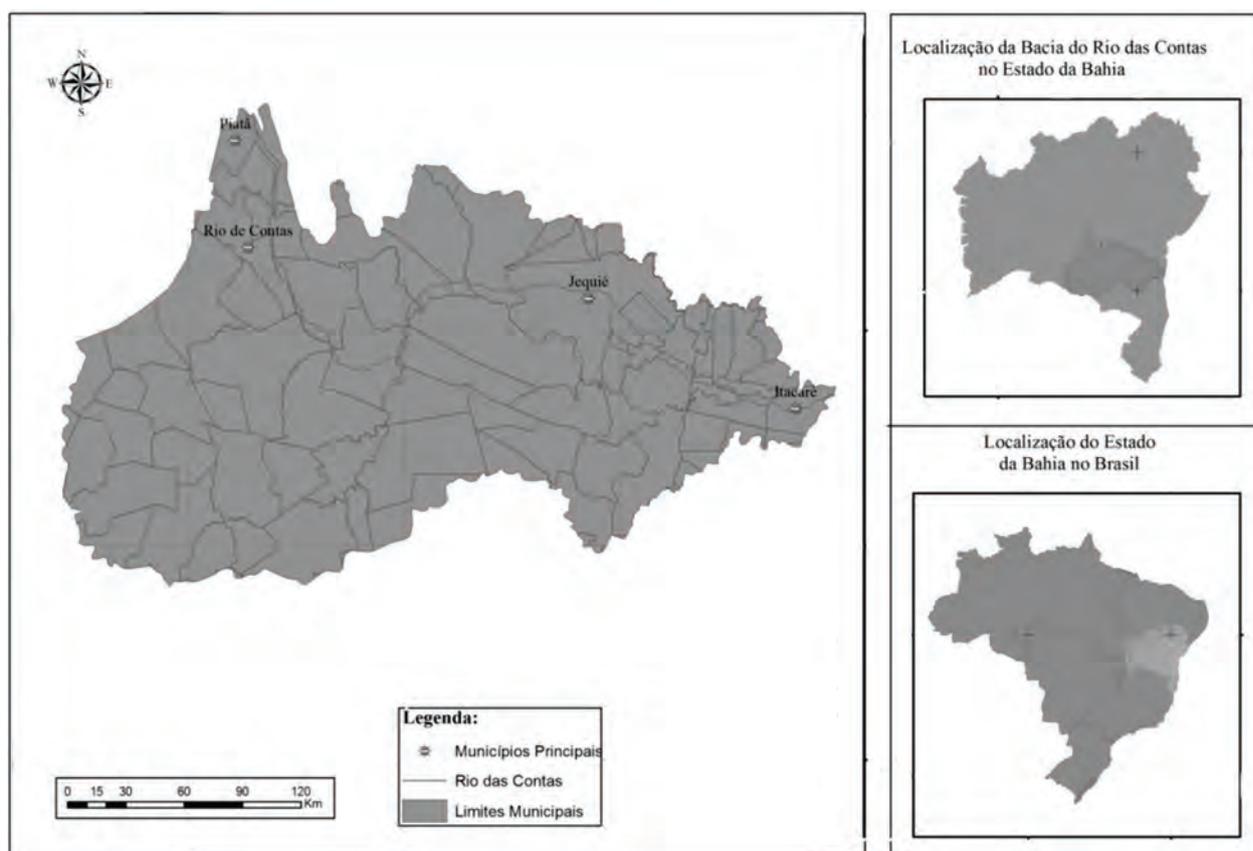
zar uma ou mais técnicas sustentáveis quando avaliam o uso dessa prática como mais favorável economicamente, quando percebem que a pressão social é maior, e quanto mais positiva é sua percepção sobre sua própria capacidade de implementar a(s) respectiva(s) técnica(s).

2.2 Análise empírica

Para testar as hipóteses, a metodologia utilizada foi dividida em três etapas principais. A

primeira foi a coleta de dados primários junto aos agricultores da bacia hidrográfica do Rio das Contas, Bahia (Figura 1), utilizando um questionário semiestruturado (Anexo A, Quadro A1). O questionário foi formulado considerando as especificidades da TPB e continha questões sobre as condições socioeconômicas dos produtores, sobre sua disposição em adotar técnicas agrícolas mais sustentáveis e sobre seu grau de conhecimento/percepção acerca das mudanças climáticas e eventos extremos.

Figura 1 – Bacia hidrográfica do Rio das Contas e sua localização no estado da Bahia e no Brasil



Fonte: adaptado pelos autores com base em Carlos et al. (2020).

Seguindo metodologia semelhante à de Howe et al. (2013), os agricultores foram selecionados por amostragem aleatória simples, com 95% de confiança estatística:

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q (Z_{\alpha/2})^2}{p \cdot q (Z_{\alpha/2})^2 + (N-1)E^2} \quad (1)$$

em que n é o tamanho da amostra para uma população finita; N é o tamanho da população, ou seja, o número total de estabelecimentos agropecuários do estado da Bahia; p é a proporção com

a qual o fenômeno se verifica, ou seja, percentual de produtores rurais da bacia do Rio das Contas; q é a proporção complementar ($1 - p$); $Z_{\alpha/2}$ é o grau de confiança desejado (95%); e E é o erro máximo de estimativa, o qual indica a diferença máxima entre a proporção amostral e a verdadeira proporção populacional (TRIOLA, 2008).

De acordo com o Censo Agropecuário 2006 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2006), do universo de 145.647 estabelecimentos agrícolas nos 92 municípios que formam a bacia do Rio das Contas, foi selecionada

uma amostra de 289 propriedades rurais. Assim como em Hartter (2009), o desenho amostral foi criado de forma a obter distribuição aleatória de propriedades agrícolas através da grande variedade de zonas climáticas dentro da região que compreende a bacia (representando um gradiente Leste-Oeste ao longo da região), englobando municípios localizados, no máximo, a 50 km ao longo de toda a extensão do Rio das Contas¹. A quantidade de questionários aplicados em cada município foi proporcional ao número total de agricultores, considerando um nível de estratificação, referente à propriedade da terra (proprietários versus não-proprietários).

A segunda etapa da pesquisa correspondeu à análise exploratória das respostas dos agricultores a respeito de sua disposição em adotar técnicas de produção sustentáveis, proxy utilizada para representar o comportamento pró-ambiental. Para isso foi utilizado o teste de Qui-quadrado (χ^2). Esse é um teste não paramétrico que avalia a dependência existente entre duas variáveis (AGRESTI, 2007). No caso deste estudo, a hipótese nula testada foi que o comportamento pró-ambiental é independente do nível educacional (formal ou informal) ou percepção climática dos agricultores.

Na última etapa do trabalho foi analisado o papel da escolaridade (formal e conhecimento informal) e da percepção climática sobre a decisão dos agricultores de empreender atividades conservacionistas por meio de um modelo de probabilidade (*Probit*):

$$P_i = P(Y_i = 1|X) = F(X_i\beta) \quad (2)$$

em que P_i é a probabilidade de que o agricultor esteja disposto a utilizar técnicas produtivas sustentáveis ($Y_i = 1$); X representa o vetor de variáveis explicativas; e $F(\cdot)$ é a função de distribuição normal padrão acumulada².

Considerando o suporte teórico da TPB e as hipóteses a serem testadas na pesquisa, as va-

riáveis explicativas utilizadas para o teste das hipóteses de estudo foram organizadas em quatro grupos:

Grupo 1 – Contexto comportamental e ambiental

- i *Escolaridade*: indica o nível de escolaridade do agricultor (analfabeto = 0; saber ler e escrever = 1; ensino fundamental incompleto = 2; ensino fundamental completo = 3; ensino médio incompleto = 4; ensino médio completo = 5; ensino superior incompleto = 6; ensino superior completo = 7).
- ii *Experiência*: indica o tempo em que o agricultor trabalha com atividades agropecuárias (até 5 anos = 0; de 6 a 15 anos = 1; de 16 a 30 anos = 2; Acima de 30 anos = 3).
- iii *Evento extremo*: indica se o agricultor observou/percebeu alguma condição climática extrema (Não sabe responder = 0; Não, de modo nenhum = 1; Não, talvez não = 2; Sim, talvez = 3; Sim, com certeza = 4).
- iv *Percepção climática*: indica o grau de conhecimento sobre mudanças climáticas e seus impactos sobre a agricultura (desconhece = 0; conhece pouco = 1; conhece, mas de modo incompleto = 2; conhece de modo abrangente = 3).

Grupo 2 – Normas sociais

- v *Dependência*: indica o percentual da renda do agricultor que é dependente das atividades agropecuárias (0 a 25% = 0; 26 a 50% = 1; 51 a 75% = 2; 76 a 100% = 3).
- iv *Associação*: dummy que assume o valor 1 quando o agricultor participa de associações de classe (sindicato rural, por exemplo) ou de cooperativas.
- vii *Assistência técnica*: dummy que assume o valor 1 quando o agricultor teve acesso à assistência técnica no ano anterior.

Grupo 3 – Controle comportamental

- viii *Crédito*: dummy que assume o valor 1 quando o agricultor teve acesso ao crédito agrícola para a realização de investimentos na propriedade no ano anterior.
- ix *Propriedade*: dummy que assume o valor 1 quando o agricultor é proprietário de seu estabelecimento.

1 A descrição completa da metodologia para coleta dos dados através de seleção geográfica pode ser obtida em Hartter (2009). Os questionários foram aplicados entre setembro e novembro de 2014. A realização da pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, MG (CAAE: 30752814.2.0000.5153).

2 Como o modelo Probit é amplamente conhecido na literatura, os detalhes de sua formulação estatística não foram apresentados. A descrição completa pode ser obtida em Cameron e Trivedi (2005).

Grupo 4 – Outras variáveis sociodemográficas

- x *Área*: tamanho da propriedade do agricultor.
- xi *Sexo*: dummy que assume o valor 1 quando o agricultor é do sexo masculino.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para dar início à apresentação dos resultados deste estudo, é importante conhecer as características gerais da amostra utilizada. Considerando as condições socioeconômicas dos agricultores entrevistados, observou-se que cerca de 60% tem, no máximo, ensino fundamental completo, sendo que desses, 22% são analfabetos; 21% tem ensino médio completo, mas apenas 7% concluiu o ensino superior. Parcela expressiva dos produtores é do sexo masculino (83%) e tem, em média, 51 anos de idade e 31 anos de trabalho com atividades agrícolas. A maior parte dos agricultores considerados não tem acesso à assistência técnica ou ao crédito (70% e 73%, respectivamente). Cerca de 65% participam de alguma associação de classe/sindicato rural. Aproximadamente, 55% dos agricultores dependem exclusivamente da renda gerada na propriedade. As propriedades consideradas têm, em média, 34 hectares, que é o padrão típico de pequenos agricultores, característica da região. Entre as principais atividades agrícolas praticadas, destaca-se o cultivo de feijão e milho por 103 e 85 agricultores, respectivamente (35% e 29% dos entrevistados). Na maior parte dos casos, as atividades são de subsistência. Além disso, cerca de 72% dos entrevistados desenvolvem atividades relacionadas à pecuária em suas propriedades; entre os 289 agricultores considerados na amostra, aproximadamente 50% criam aves e 41% bovinos³.

No que se refere às condições climáticas extremas, 88% dos agricultores afirmaram que “sim, com certeza” já observou algum evento desse tipo. Destes, mais de 80% afirmou que eventos relacionados à seca de rios e nascentes ou irregularidade das chuvas têm sido os principais eventos extremos observados. Uma possível explicação para tal padrão é que os impactos das mudanças na quantidade e no padrão da precipitação causam impactos diretos sobre a produtividade das

culturas. Ademais, a observação dos agricultores corresponde à realidade local, conforme os dados climatológicos disponibilizados pelo Terrestrial Hydrology Research Group (THRG, 2018). Considerando a diferença entre o valor médio mensal da precipitação no ano de realização da pesquisa (2014) e sua média histórica de 30 anos (1985 a 2014), observa-se que todos os municípios pesquisados tiveram redução do volume de precipitação em 2014⁴. A análise de Marengo et al. (2017)¹⁶ out of 25 years experienced rainfall below normal. This suggests that the recent drought may have in fact started in the middle-late 1990s, with the intense droughts of 1993 and 1998, and then the sequence of dry years (interrupted by relatively wet years in 2007, 2008, 2009 and 2011 também confirma esse padrão. De acordo com os autores, o período de 2010 a 2016 foi caracterizado por expressiva seca no Nordeste, com todos os anos (exceto 2011) tendo níveis de precipitação abaixo da média histórica

Sobre o conhecimento a respeito das mudanças climáticas e seus impactos nas atividades agrícolas, 15,2% afirmou que desconhece o tema, 63,7% que conhece pouco, 17,7% que conhece de modo incompleto e 3,4% que conhece de modo abrangente. Nesse sentido, pode-se afirmar que parcela expressiva dos agricultores da região ainda carece de maiores informações sobre o tema. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de a mudança climática ser um fenômeno altamente complexo, que pode ter múltiplas causas e diferentes características físicas, com consequências que implicam em ampla gama de riscos (SHI et al., 2016).

Pequeno número de agricultores afirmou já estar adotando práticas agrícolas sustentáveis: 19 investem em plantio direto, 17 em sistemas agroflorestais, 9 em reflorestamento, 2 reduziram o desmatamento de sua propriedade e um pecuarista afirmou já estar realizando o tratamento de desejos. Não obstante a baixa adoção presente, a maior parcela dos agricultores (74%) afirmou estar disposta a alterar suas formas de manejo da terra de modo que suas atividades causem menos impactos negativos ao meio ambiente, demonstrando preocupação com o fenômeno.

A atividade que os agricultores estão mais dispostos a adotar é a redução do uso de agrotó-

3 Mais detalhes sobre as atividades agrícolas realizadas podem ser vistos na Tabela A2, no Anexo.

4 A Tabela A3, no Anexo, apresenta os dados municipais.

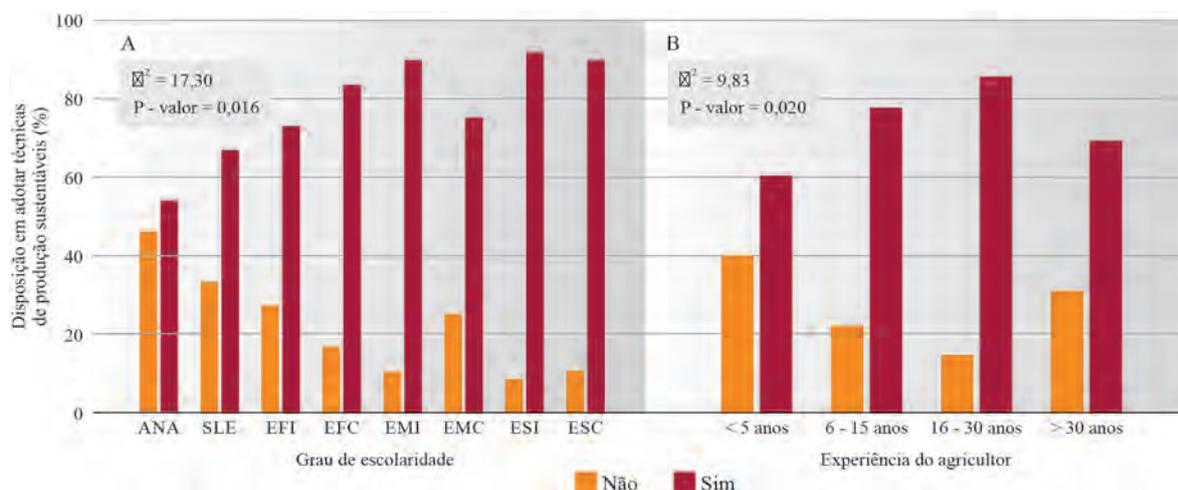
xicos (54% dos que estão propensos ao comportamento pró-ambiental adotariam “com certeza” essa prática). Essa alta disposição de reduzir o uso de agrotóxico faz sentido à luz da Teoria do Comportamento Planejado. Embora o agricultor, na maioria das vezes, use agrotóxicos para controlar doenças e aumentar a produtividade, a decisão de reduzir as quantidades usadas potencialmente envolve uma análise de benefícios e custos muito menor do que investir numa nova técnica produtiva. Ao mesmo tempo, há elevada pressão social para redução do uso desses insumos químicos. As demais práticas citadas, por ordem de importância foram: plantio direto (36%), recuperação de pastagens degradadas (32%), reflorestamento (19%), sistemas agroflorestais ou integração lavoura-pecuária-floresta (18%) e tratamento de dejetos animais (11%).

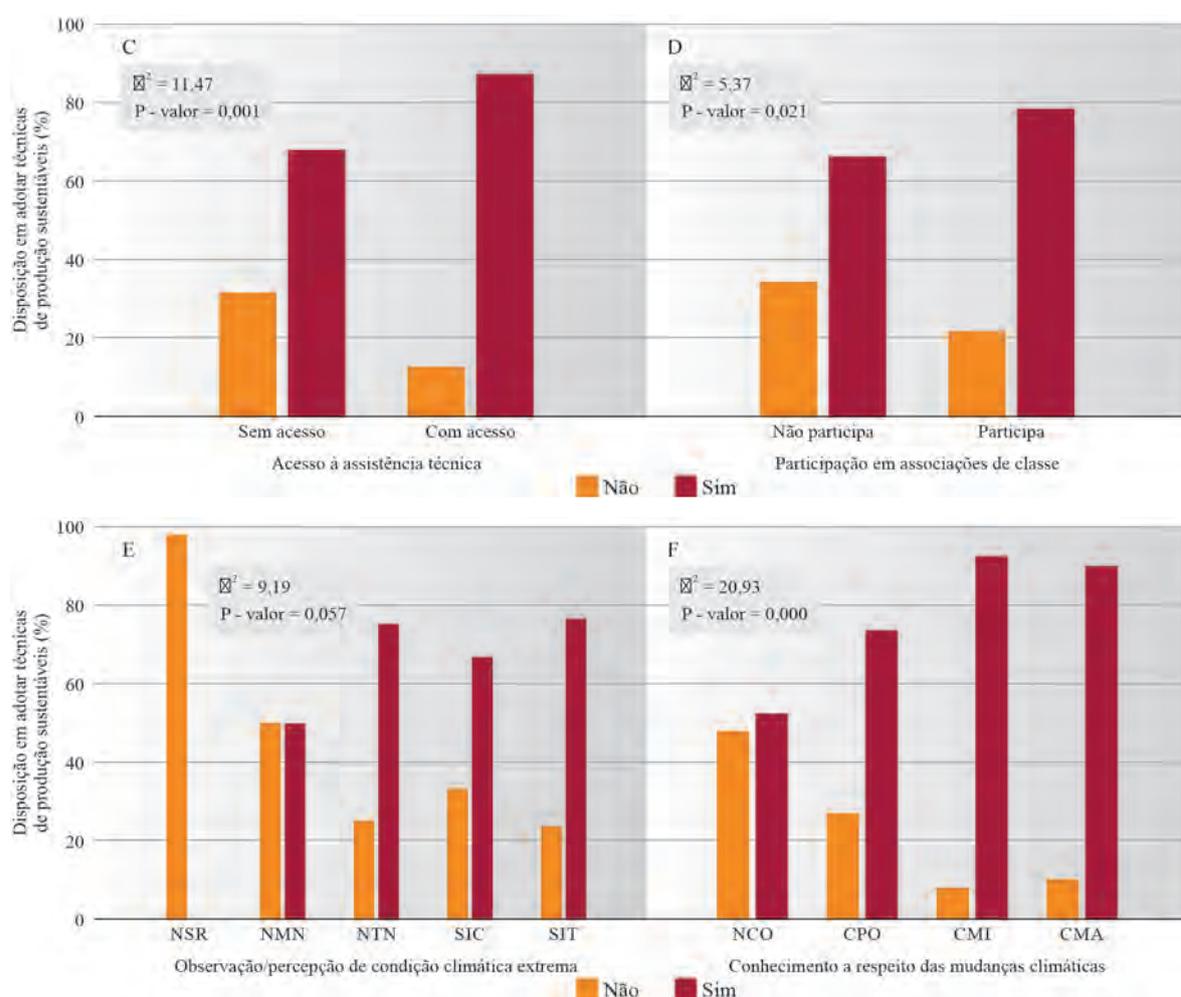
Todas as técnicas citadas pelos agricultores fazem parte das estratégias propostas pelo Brasil para reduzir as emissões de GEE no setor agrícola. Não obstante, nenhum dos agricultores entrevistados informaram ter tido acesso ao crédito fornecido especificamente pelo Plano ABC (embora 27% dos entrevistados tenha tido acesso a outros tipos de crédito). Dessa forma, o investimento público para a capacitação técnica dos agricultores e facilitação de seu acesso ao crédito poderia aumentar o alcance do Plano ABC na bacia do Rio das Contas, aumentando a sustentabilidade ambiental da agricultura da região. Em termos do fundamento teórico deste estudo (TPB), o aumento da oferta de crédito funcionaria como um modo de aumentar

a capacidade dos agricultores de implementar outras técnicas produtivas. Entretanto, para que isso se torne realidade, os responsáveis pela política deveriam levar em conta que as preferências dos agricultores e a disposição de pagar pelas tecnologias diferem significativamente em função dos benefícios e custos potenciais e até mesmo em relação às suas expectativas de suporte financeiro por parte do governo (KHATRI-CHHETRI et al., 2017). Sobre esse último ponto, é importante considerar que parte expressiva da agricultura praticada na região é familiar, com agricultores pouco capitalizados e, dessa forma, com baixa capacidade de investimento.

Seguindo a análise exploratória dos dados coletados na pesquisa, os testes de Qui-quadrado são apresentados na Figura 2. Os resultados indicaram que a hipótese nula, segundo a qual o comportamento pró-ambiental é independente do nível educacional (formal ou informal) ou percepção climática dos agricultores, foi rejeitada para todas as variáveis testadas. Em outras palavras, pode afirmar que a disposição de alterar as práticas agrícolas em direção a técnicas mais sustentáveis está diretamente relacionada com o nível de escolaridade (Figura 2a), com o conhecimento informal (representado pelo acesso à assistência técnica, participação em associação de classe e experiência, Figuras 2b, 2c, 2d, respectivamente), com a observação/percepção de alguma condição climática extrema (Figura 2e) e com o grau de conhecimento sobre mudanças climáticas (Figura 2f).

Figura 2 – Testes de qui-quadrado para a análise da relação entre a disposição em adotar técnicas de produção sustentáveis*, conhecimento (formal ou informal) e percepção climática dos agricultores da bacia hidrográfica do Rio das Contas, Bahia





Fonte: elaboradas pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

Notas: ANA: analfabeto; SLE: saber ler e escrever; EFI: ensino fundamental incompleto; EFC: ensino fundamental completo; EMI: ensino médio incompleto; EMC: ensino médio completo; ESI: ensino superior incompleto; ESC: ensino superior completo; NSR: não sabe responder; NMN: não, de modo nenhum; NTN: não, talvez não; STI: sim, talvez; SIC: sim, com certeza; NCO: desconhece; CPO: conhece pouco; CMI: conhece, mas de modo incompleto; CMA: conhece de modo abrangente; (*) Neste estudo considerou que a “disposição em adotar técnicas de produção sustentáveis” representa proxy para o comportamento pró-ambiental.

Após essa análise exploratória permitida pelas diferentes especificações do teste de Qui-quadrado, apresentam-se na Tabela 1 os resultados do modelo Probit. O modelo estimado classificou corretamente 76% das observações, demonstrando bom ajuste. A estatística Wald Chi2 foi significativa, o que leva à rejeição da hipótese nula de que todos os coeficientes de regressão são simultaneamente iguais a zero. Entretanto, apenas as variáveis referentes ao grau de escolaridade dos agricultores, acesso à assistência técnica, conhecimento sobre mudanças climáticas e observação de algum tipo de evento extremo foram estatisticamente significativas nos níveis convencionais de significância estatística.

Em consonância com a hipótese de Meyer (2015), o nível de escolaridade e a assistência

técnica mostraram-se importantes direcionadores do comportamento pró-ambiental dos agricultores. Segundo Below et al. (2012), ambas as variáveis têm efeito direto sobre a redução dos riscos associados aos eventos climáticos extremos, pois possibilitam maior conhecimento de mecanismos e processos que reduzam a vulnerabilidade a esses eventos. Além disso, permitem que o agricultor ou agente envolvido conheça e adote estratégias que mitiguem os GEE's e, assim, contribuam para a melhoria da sustentabilidade agrícola. Esse resultado está em consonância com a literatura que estudou outras regiões do Brasil. Latawiec et al. (2017), ao estudarem produtores de gado do Mato Grosso, concluíram que uma das principais barreiras para a adoção de práticas conservacionistas é

a baixa disseminação de informações, resultado da disponibilidade insuficiente de assistência técnica. Schembergue et al. (2017), em pesquisa com dados agregados para todas as regiões do Brasil, demonstraram que agricultores com maior nível de escolaridade e com mais acesso à assistência técnica possuem maior probabilidade de investir em sistemas agroflorestais.

Tabela 1 – Determinantes do comportamento pró-ambiental dos agricultores da bacia hidrográfica do Rio das Contas, Bahia

Variáveis	Coefficiente	Erro-padrão	Efeito Marginal	Erro-padrão
Escolaridade	0,106**	0,052	0,032**	0,015
Experiência	0,019	0,100	0,006	0,030
Assistência técnica	0,565***	0,200	0,154***	0,049
Associação	0,201	0,188	0,062	0,059
Evento extremo	0,180*	0,099	0,054*	0,030
Percepção climática	0,457***	0,149	0,137***	0,045
Sexo	0,112	0,230	0,034	0,073
Crédito	0,300	0,212	0,085	0,056
Propriedade	0,026	0,065	0,008	0,019
Dependência	0,123	0,075	0,037	0,023
Área	-0,001	0,001	-0,000	0,000
Constante	-1,540	0,553	–	–

Fonte: elaboradas pelos autores com base nos resultados da pesquisa. Notas: (***), (**) e (*) indica significativo a 1%, 5% e 10%, respectivamente; Erro-padrão após correção de heterocedasticidade; Estatística Wald $\chi^2 = 48,28$ (Prob > $\chi^2 = 0,000$); Pseudo R² = 0,145.

Os resultados da Tabela 1 também indicaram que o conhecimento a respeito das mudanças climáticas e seus efeitos sobre a agricultura e a observação de algum tipo de evento extremo que possa ser atribuído às mudanças do clima também são direcionadores da disposição em adotar técnicas produtivas mais sustentáveis. Segundo Menezes et al. (2011), a compreensão das questões ambientais por parte dos agricultores configura-se como importante característica para seus processos de adaptação e investimento em atividades de mitigação, pois ao conscientizar-se que as mudanças no ambiente estão ocorrendo, torna-se possível preparar-se para adversidades climáticas futuras. Segundo Howe (2013), a percepção climática tem potencial de influenciar as intenções, o que pode resultar em

comportamentos mais favoráveis à conservação dos recursos ou níveis mais altos de aceitação de políticas que visem conter as mudanças climáticas. Confirma-se, portanto, a hipótese de Hyland et al. (2016).

Para finalizar, é importante ressaltar que a variável mais importante para a disposição em adotar técnicas produtivas mais sustentáveis foi a assistência técnica (conforme indica o valor e a significância estatística do efeito marginal estimado – Tabela 1). A análise exploratória inicial (Figura 2) já indicava que 68,3% dos agricultores que não tinham acesso aos serviços de assistência técnica estariam dispostos a alterar sua forma de produção em busca da sustentabilidade; por sua vez, entre os agricultores que tinham acesso à assistência técnica, esse valor é superior em aproximadamente 19 pontos percentuais (87,4%).

Esses resultados estão em consonância com o estudo de Freitas (2017). Segundo o autor, a assistência/extensão rural facilita o investimento em novas tecnologias mais sustentáveis, sobretudo para pequenos agricultores. Ademais, os resultados da presente pesquisa podem ser explicados pelo fato de que nos serviços de assistência técnica/extensão rural, com o passar do tempo, a relação entre agricultor-técnico/extensionista perpassa a lógica pura e fria da relação de trabalho esporádico. Os indivíduos vão criando vínculos de amizade, fato essencial para que o agricultor possa “confiar” no técnico/extensionista, naquilo que ele diz e apresenta como ação nova para a propriedade. Dessa forma, é reduzida a adoção de práticas agrícolas prejudiciais ao meio ambiente.

Assim, sabendo que as instituições públicas de assistência técnica e extensão rural (ATER) geralmente são o elo entre agricultores e políticas públicas, principalmente para o caso da agricultura familiar, é importante ressaltar que a Bahia passou por importante processo de substituição de sua empresa de ATER. O governo baiano extinguiu a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e criou a Superintendência Baiana de Assistência Técnica e Extensão Rural (BAHIATER) com o intuito de melhorar e expandir os serviços de ATER no estado. Diante disso, talvez o momento seja propício para que os formuladores de política pública

do estado potencializem a participação dos agricultores no âmbito de seus serviços de ATER, na implementação das políticas já existente e na criação de novas políticas ou programas. Isso se torna ainda mais importante ao considerar que a Bahia possui a maior área semiárida do Brasil, o que faz do estado um dos mais vulneráveis às mudanças climáticas no País.

4 CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos, pode-se concluir que a disposição de adotar técnicas agrícolas sustentáveis dos agricultores da bacia hidrográfica do Rio das Contas, Bahia, está fortemente relacionada com o nível educacional e a disponibilidade de assistência técnica. Ademais, o conhecimento a respeito das mudanças climáticas e seus efeitos sobre a agricultura e a observação de eventos extremos também influenciam o comportamento pró-ambiental. Isso indica, portanto, a necessidade de investir em aumento do nível de conhecimento dos agricultores sobre a importância de práticas de cultivo alternativas e que causem menos danos ao meio ambiente.

Paralelamente, é preciso garantir que os agricultores tenham condições favoráveis para tal mudança comportamental, como disponibilidade de crédito ou sistemas de seguro agrícola. Tal aparato é fundamental, pois o processo de tomada de decisão ocorre em ambiente de muitas incertezas, sobretudo financeiras, já que muitos dependem exclusivamente da produção agrícola. De modo geral, é preciso considerar de modo sistemático as perspectivas e condições socioeconômicas dos agricultores no desenvolvimento de esquemas de incentivo.

Por fim, como política pública, as conclusões deste estudo suportam duas sugestões principais. Em primeiro lugar, sugere-se a valorização dos conhecimentos empíricos dos agricultores no processo de busca de investimentos em técnicas de produção mais sustentáveis para contribuir no combate às mudanças climáticas. Dessa forma, parte-se do pressuposto que essa valorização possibilita que a alteração das técnicas produtivas seja construída de forma conjunta entre agricultores e instituições que trabalham com agricultura. Isso, provavelmente,

geraria maior validação das novas práticas pelos agricultores. Entretanto, deve-se ressaltar que nessa construção colaborativa é papel do técnico agrícola ou do extensionista identificar e minimizar os conhecimentos empíricos dos agricultores que não sejam sustentáveis e que tenham potencial de causar danos ambientais. Em segundo lugar, deve-se garantir opções de acesso à educação formal aos agricultores e suas famílias, de preferência por meio de mais Escolas do Campo, que deveriam ser construídas em locais de fácil acesso a grande número de agricultores. Ademais, os gestores públicos devem aumentar a oferta de programas de extensão, atualmente quase extintos, e melhorar a qualificação dos técnicos/extensionistas em termos de conhecimentos específicos sobre mudanças climáticas e intensificação sustentável da agricultura.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processos nº 408382/2013-9; 306647/2015-0, 421791/2016-0 e 305807/2018-8); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (CSA-PPM-00022-14); e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Código Financeiro 001).

REFERÊNCIAS

- AGRESTI, A. **An introduction to categorical data analysis**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 2007.
- AJZEN, I. The theory of planned behavior. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 50, n. 2, p. 179-211, 1991.
- ANDOW, D. A.; RESENDE FILHO, M. A.; CARNEIRO, R. G.; LORENA, D. R.; SUJII, E. R.; ALVES, R. T. Heterogeneity in intention to adopt organic strawberry production practices among producers in the Federal District, Brazil. **Ecological Economics**, v. 140, p. 177-89, 2017.

- BELOW, T. B.; MUTABAZI, K. D.; KIRSCHKE, D.; FRANKE, C.; SIEBER, S.; SIEBERT, R.; TSCHERNING, K. Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables? **Global Environmental Change**, v. 22, p. 223-35, 2012.
- BORGES, J. A. R.; TAUER, L. W.; LANSINK, A. G. J. Using the theory of planned behavior to identify key beliefs underlying Brazilian cattle farmers' intention to use improved natural grassland: A MIMIC modelling approach. **Land Use Policy**, v. 55, p. 193-203, 2016.
- CAMERON, A.C.; TRIVEDI, P.K. *Microeconometrics: methods and applications*. New York: Cambridge University Press, 2005.
- CARLOS, S. M.; CUNHA, D. A.; PIRES, M. V.; COUTO-SANTOS, F. R. Understanding farmers' perceptions and adaptation to climate change: the case of Rio das Contas basin, Brazil. **GeoJournal**, v. 85, n. 3, p. 805-21, 2020.
- CARVALHO, M. M.; CUNHA, D. A.; COUTO-SANTOS, F. R.; PIRES, P. V. Comportamento pró-ambiental no ambiente universitário: análise da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, v. 11, n. 2, p. 210-32, 2017.
- FREITAS, C. O. **Three essays on the effect of rural extension in the Brazilian agricultural sector**. 122 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, 2017.
- HAGEN, B. *Public perception of climate change: policy and communication*. London: Routledge, 2015. 198 p.
- HARTTER, J. Attitudes of rural communities toward wetlands and forest fragments around Kibale National Park, Uganda. **Human Dimensions of Wildlife: An International Journal**, v. 14, p. 433-47, 2009.
- HOWE, P. D.; MARKOWITZ, E. M.; LEE, T. M.; KO, C.; LEISEROWITZ, A. Global perceptions of local temperature change. **Nature Climate Change**, v. 3, p. 352-56, 2013.
- HYLAND, J. J.; JONES, D. L.; PARKHILL, K. A.; BARNES, A. P.; WILLIAMS, A. P. Farmers' perceptions of climate change: identifying types. **Agriculture and Human Values**, v. 33, p. 323-39, 2016.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo agropecuário 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação*. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.
- KHATRI-CHHETRI, A.; AGGARWAL, P. K.; JOSHI, P. K.; VYAS, S. Farmers' prioritization of climate-smart agriculture (CSA) technologies. **Agricultural Systems**, v. 151, p. 184-91, 2017.
- LATAWIEC, A. E. et al. Improving land management in Brazil: a perspective from producers. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 240, p. 276-86, 2017.
- MACHADO-FILHO, H. O. **Climate change and its impacts on family farming in the north/northeast regions of Brazil**. International Policy Centre for Inclusive Growth – United Nations Development Programme. Brasília, 2015.
- MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil - past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.
- MENEZES, L. C. P.; OLIVEIRA, B. M. C.; EL-DEIR, S. G. Percepção ambiental sobre mudanças climáticas: estudo de caso no Semiárido Pernambucano. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2011, Londrina – PR. **Anais...**, Bauru, IBEAS, 2011.
- MEYER, A. Does education increase pro-environmental behavior? Evidence from Europe. **Ecological Economics**, v. 116, p. 108-21, 2015.

PERSSON, J.; SAHLIN, N. E.; WALLIN, A. Climate change, values, and the cultural cognition thesis. **Environmental Science & Policy**, v. 52, n. 8, p. 1-5, 2015.

PIEDRA-BONILLA, E.; CUNHA, D. A.; BRAGA, M. J. Climate variability and crop diversification in Brazil: An ordered probit analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120252, 2020.

PINTO, M. R. A teoria do comportamento planejado (TCP) e o índice de disposição de adoção de produtos e serviços baseados em tecnologia (TRI): uma interface possível? **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 7, n. 2, p. 1-13, 2007.

PRICE, J. C.; LEVISTON, Z. Predicting pro-environmental agricultural practices: the social, psychological and contextual influences on land management. **Journal of Rural Studies**, v. 34, p. 65-78, 2014.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S. M.; PIRES, M. V.; FARIA, R. M. Sistemas agroflorestais como estratégia de adaptação aos desafios das mudanças climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, p. 9-30, 2017.

SHI, J.; VISSCHERS, V. H. M.; SIEGRIST, M.; ARVAL, J. Knowledge as a driver of public perceptions about climate change reassessed. **Nature Climate Change**, v. 6, p. 759-762, 2016.

SIRENE - SISTEMA DE REGISTRO NACIONAL DE EMISSÕES. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília: MCTI, 2017.

TERRESTRIAL HYDROLOGY RESEARCH GROUP – THRG. **Data**. Disponível em: <<http://hydrology.princeton.edu/data.php>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

ANEXO

Tabela A1 – Questionário utilizado na pesquisa

Questão	Opções de resposta
Quais são as principais atividades desenvolvidas na propriedade?	Agricultura (especificar cultivos) Pecuária (especificar o tipo de animal e a forma de manejo)
Você utiliza alguma prática agrícola sustentável?	Sim (especificar quais) Não
Se você não utiliza nenhuma prática agrícola sustentável, estaria disposto a alterar suas formas de manejo da terra e passar a utilizar?	Sim Não
Se a sua resposta à questão anterior foi positiva, quais das seguintes práticas você estaria disposto a adotar?	Plantio direto na palha Rotação e diversificação de culturas Integração lavoura-pecuária-floresta ou sistemas agroflorestais Utilização de adubação orgânica Adoção de sistemas de tratamento de dejetos animais Recuperação de pastagens degradadas Diminuição do uso de agrotóxicos Fertilização Biológica de Nitrogênio
Qual é o seu grau de escolaridade?	Analfabeto Sei ler/escrever, mas nunca frequentei a escola Ensino fundamental incompleto Ensino fundamental completo Ensino médio incompleto Ensino médio completo Ensino superior incompleto Ensino superior completo
Há quantos anos você trabalha com produção agrícola e/ou pecuária?	___ anos
A sua propriedade recebeu assistência técnica/serviço de extensão rural (pública ou privada) no último ano?	Sim Não
Você participa de alguma associação de classe?	Sim Não
Você observou/percebeu alguma condição climática extrema no último ano?	Não sei responder Não, de modo nenhum Não, talvez não Sim, talvez Sim, com certeza
Como você avalia o seu grau de conhecimento sobre mudanças climáticas e impactos sobre a agricultura?	Desconheço Conheço pouco Conheço, mas de modo incompleto Conheço de modo abrangente
Você utilizou algum tipo de crédito para realizar investimentos em sua propriedade no ano anterior?	Sim Não
Se a sua resposta à questão anterior foi positiva, de qual programa você obteve crédito?	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural Plano ABC – Agricultura de Baixo Carbono Outro (especificar)
Qual a sua condição legal em relação à terra?	Proprietário Outro (especificar)
Quantas pessoas moram na propriedade e dependem da renda gerada?	___ pessoas
Qual é área de sua propriedade?	___ hectares
Sexo	Masculino Feminino

Tabela A2 – Agricultura e pecuária nas propriedades entrevistadas

Agricultura	%	Pecuária	%
Feijão	36,00	Aves	50,00
Milho	29,00	Bovinos	41,00
Café	16,00	Suínos	25,00
Cacau	14,00	Caprinos	5,00
Manga	10,00	Ovinos	7,00
Cana-de-açúcar	8,00	Outros	4,00
Maracujá	8,00	-	-
Banana	8,00	-	-
Mandioca	7,00	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela A3 – Diferença entre o valor médio mensal da precipitação no ano de realização da pesquisa (2014) e sua média histórica no período de 1985 a 2014, em milímetros

Município	Valor
Aracatu	-0.23
Barra da Estiva	-0.10
Abaíra	-0.04
Anagé	-0.27
Itacaré	-0.66
Ilhéus	-0.76
Ubatã	-0.47
Ibirapitanga	-0.48
Boa Nova	-0.46
Jitaúna	-0.44
Manoel Vitorino	-0.30
Jaguaquara	-0.30
Maracás	-0.17
Jequié	-0.35
Tanhaçu	-0.19
Caetanos	-0.25
Carafbas	-0.29
Dom Basílio	-0.13
Jussiape	-0.05
Ibicoara	-0.04
Ituaçu	-0.10
Livramento de Nossa Senhora	-0.10
Mirante	-0.26
Piatã	-0.03
Rio de Contas	-0.08
Brumado	-0.16
Média dos municípios	-0.23

Fonte: Terrestrial Hydrology Research Group.