

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – *CAMPUS* DE TOLEDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AGRONEGÓCIO

EDUARDO DE PINTOR

DETERMINANTES DA EXPANSÃO DA FRONTEIRA DE PRODUÇÃO DAS
CULTURAS DE ARROZ, MILHO E SOJA NO NORTE E NORDESTE BRASILEIRO

TOLEDO

2016

EDUARDO DE PINTOR

**DETERMINANTES DA EXPANSÃO DA FRONTEIRA DE PRODUÇÃO DAS
CULTURAS DE ARROZ, MILHO E SOJA NO NORTE E NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* de Toledo, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador:
Prof.º Dr. Carlos Alberto Piacenti

TOLEDO

2016

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária
UNIOESTE/Campus de Toledo.
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

P659d Pintor, Eduardo de
Determinantes da expansão da fronteira de produção das culturas
de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste brasileiro / Eduardo de
Pintor. -- Toledo, PR : [s. n.], 2016.
90 f. : il., tabs., graf., quadros

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Piacenti
Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e
Agronegócio) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus
de Toledo. Centro de Ciências Sociais Aplicadas.

1. Economia agrícola - Brasil 2. Desenvolvimento rural - Brasil,
Norte 3. Desenvolvimento rural - Brasil, Nordeste 4. Agricultura -
Aspectos econômicos - Brasil 5. Desenvolvimento econômico 6.
Inovações agrícolas I. Piacenti, Carlos Alberto, orient. II. T.

CDD 20. ed. 338.10981

EDUARDO DE PINTOR

**DETERMINANTES DA EXPANSÃO DA FRONTEIRA DE PRODUÇÃO DAS
CULTURAS DE ARROZ, MILHO E SOJA NO NORTE E NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* de Toledo, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador:
Prof.º Dr. Carlos Alberto Piacenti

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.º Dr. Carlos Alberto Piacenti (orientador)
Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE *Campus* de Toledo
Orientador

Prof.º Dr. Gilson Batista de Oliveira
Universidade Federal da Integração Latino-
Americana - UNILA

Prof.º Dr. Jefferson Andronio Ramundo Staduto
Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE *Campus* de Toledo

Toledo, 27 de janeiro de 2016.

*A Lourdes e Michelle essência da minha
felicidade.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estar sempre presente em minha vida acompanhando-me todos os dias nesta etapa de minha jornada e mantendo-me obstinado.

A minha família pela dedicação e amor com que me criaram, e pela imensurável contribuição na constituição do meu caráter, meus princípios, no meu jeito de ser, especialmente à minha mãe Lourdes. Sem eles eu estaria muito aquém de onde estou.

A minha esposa Michelle, pelo amor, carinho, companheirismo e paciência que teve comigo nestes dois anos. Obrigado pela sua inestimável competência em suas revisões e auxílios a esta dissertação, as suas contribuições alegraram e brilhantaram o caminho na formulação deste estudo. Sem você eu não teria chegado até aqui, você sempre será a essencial na minha vida.

Ao meu saudoso avô materno Antônio Rubino pela sabedoria de suas palavras de retidão moral e princípios que ensinou a mim e a toda sua descendência.

Aos meus amigos pela companhia e apoio, que mesmo sem perceber, foram de fundamental importância para o estudo e para minha vida.

Aos meus amigos Cristian Jair Paredes Aguilár e Afonso Kimura Kodama, pelo incondicional companheirismo e felicidade que desfrutamos juntos nestes dois anos.

Aos meus colegas do mestrado alunos da turma de 2014, pela alegria e companhia no decorrer do curso.

Ao meu orientador Carlos Alberto Piacenti, pelas contribuições, auxílios e revisões no decorrer do estudo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, pela dedicação e conhecimento transmitido.

Aos professores do Departamento de Economia da UEM que me proporcionaram a base para que pudesse chegar até aqui, em especial aos professores Antônio Gomes de Assumpção e Natalino Henrique Medeiros.

À CAPES pela bolsa concedida, que possibilitou a oportunidade de me dedicar exclusivamente ao mestrado por um período.

*“Morre lentamente...
...quem não viaja, quem não lê, quem não ouve
música, quem destrói o seu amor próprio, quem
não se deixa ajudar [...]”
[...] Evitemos a morte em doses suaves,
recordando sempre que estar vivo exige um
esforço muito maior do que o simples ato de
respirar... Estejamos vivo, então!”
Pablo Neruda*

PINTOR, Eduardo. **Determinantes da expansão da fronteira de produção das culturas de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste brasileiro**. 2016. 90p. Dissertação (Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, 2016.

RESUMO

O setor agrícola foi e continua sendo indispensável para o desenvolvimento da economia brasileira. Esse setor realizou suas funções básicas para auxiliar o processo de desenvolvimento em grande parte do território nacional. As principais funções realizadas, nas décadas de 1960 e 1970, foram: aumento sustentado da oferta de produtos agrícolas; expansão das exportações do agronegócio; liberação de mão de obra para outros setores da economia; transferência de recursos financeiros para outras atividades na economia; e a constituição de mercado consumidor para os bens e serviços industrializados. Contudo, sabe-se que o desenvolvimento ocorre de forma desigual e desproporcional no território, tendendo a concentra-se espacialmente nos locais de maior acumulação de capital. Deste modo, o setor agrícola também se modernizou de forma mais intensiva em locais com maior concentração de capital. Sua modernização não ocorreu de forma igualitária em todo o território nacional, possuindo, ainda, áreas onde a expansão agrícola ocorreu nas décadas de 1990 e 2000. O Brasil é um dos poucos países que tem a possibilidade de expansão da fronteira agrícola de produção via incorporação de novas áreas. O processo de expansão agrícola nestas áreas continua ocorrendo, seja pelo crescimento de área ou pela elevação da produtividade. Elas estão concentradas nos estados das regiões Norte e Nordeste brasileiro. O agente capaz de realizar esta expansão agrícola por meio de novos investimentos é o empresário. Na concepção de Schumpeter, ele é o agente que realiza as novas combinações dos fatores de produção que resultam em inovações na economia. Para tanto, esse agente, quando desprovido dos meios de produção, necessita de crédito. O papel do crédito é proporcionar os meios para que o empresário realize novas combinações. Esta capacidade de que o empresário é dotado resultará na abertura de novos mercados ou em uma nova fonte de matéria-prima. O agricultor figura como este agente capaz de implantar a mudança técnica do processo produtivo na região analisada. Assim, pautado nestas premissas e na forma pela qual o desenvolvimento se propaga no território, analisou-se a expansão da fronteira de produção das culturas de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste brasileiro, no período de 1999 à 2012. Para isto, foi utilizado um modelo econométrico estimado por meio da técnica de dados em painel. A equação estimada por esse método constatou que 81,95% da área colhida das culturas de arroz, milho e soja para o Norte e Nordeste brasileiro de 2000 a 2012, são explicadas pelo crédito rural de custeio, Valor Adicionado Bruto da produção agropecuária, preço das *commodities*, número de empregados no setor agrícola, número de estabelecimentos do setor agrícola, quantidade vendida de tratores, exportações do agronegócio e as *dummies* Bahia, Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins. Além disso, a capacidade de aprendizagem e técnica dos agricultores foi fundamental para a consolidação do processo de expansão agrícola, sendo eles, vistos como os empresários capazes de colocar em prática as mudanças técnicas aplicadas ao setor agrícola no Norte e Nordeste brasileiro.

Palavras-chaves: setor agrícola; desenvolvimento; mudança técnica; dados em painel; fronteira de produção.

PINTOR, Eduardo. **Determinants of the expansion of the production frontier of rice, corn and soybeans in the North and Northeast of Brazil**. 2016. 90p. Dissertation (Regional Development and Agribusiness) – Western Paraná State University, Toledo, Paraná, 2016.

ABSTRACT

The agricultural sector has been and remains essential to the development of the Brazilian economy. This sector held its basic functions to assist the development process in much of the country. The main functions, carried out in the 1960s and 1970s, were: sustained increase in supply of agricultural products; expansion of agribusiness exports; labor release to work in other sectors of the economy; transfer of financial resources to other activities in the economy and consumer market constitution for industrialized goods and services. However, it is known that development occurs unevenly and disproportionately in the territory, tending to be concentrated spatially at the locations of greater wealth accumulation. Thus, the agricultural sector also has modernized more intensively in places with higher wealth concentration. Its modernization has not occurred equally throughout the national territory, having also areas where agricultural expansion occurred in the 1990s and 2000. Brazil is one of the few countries that has the possibility of expanding the agricultural frontier of production through incorporation of new areas. The process of agricultural expansion in these areas continues to occur, either by area growth or by increase in productivity. They are concentrated in the states of the regions North and Northeast of Brazil. The agent capable of accomplish this agricultural expansion through new investments is the entrepreneur. In Schumpeter's view, it is the agent who performs the new combinations of production factors that result in innovations in the economy. To this end, this agent, when unprovided of the means of production, needs credit. The role of credit is to provide the means for the entrepreneur perform new combinations. This capacity that the entrepreneur is gifted will result in the opening of new markets or a new source of raw material. The farmer figure as this agent able to implement the technical change of the production process in the analyzed region. Thus, based on these assumptions and the way that the development is spread in the territory, it analyzed the expansion of the production frontier of rice, corn and soybeans in the North and Northeast of Brazil, from 1999 to 2012. For this, it used an econometric model estimated by panel data technique. The equation estimated by this method found that 81.95% of the harvested area of rice, corn and soybeans to the North and Northeast Brazil from 2000 to 2012, are explained by the rural credit funding, Gross Value Added of agriculture, commodities price, number of employees in the agricultural sector, number of establishments of the agricultural sector, quantity sold tractors, agribusiness exports and dummies Bahia, Maranhão, Pará, Piauí and Tocantins. Besides, the learning ability and technique of farmers was critical to the consolidation of the agricultural expansion process, they are seen as entrepreneurs able to put into practice the technical changes applied to the agricultural sector in the North and Northeast of Brazil.

Keywords: agricultural sector; development; technical change; panel data; productoin frontier.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Área colhida das culturas de arroz, milho e soja para os estados do Norte e Nordeste brasileiro em mil hectares.....	49
Tabela 02 – Crédito rural de custeio para as culturas de arroz, milho e soja para os estados do Norte e Nordeste brasileiro em milhões de Reais.....	50
Tabela 03 – Valor Adicionado Bruto da agropecuária para os estados do Norte e Nordeste brasileiro em milhões de Reais.....	52
Tabela 04 – Número de empregados no setor agrícola para os estados do Norte e Nordeste brasileiro.....	53
Tabela 05 – Número de estabelecimentos no setor agrícola para os estados do Norte e Nordeste brasileiro.....	54
Tabela 06 – Quantidade vendida de tratores de roda, pulverizadores e colhedeiças para os estados do Norte e Nordeste brasileiro	55
Tabela 07 – Exportações do agronegócio dos estados do Norte e Nordeste brasileiro em milhões de Reais.....	56
Tabela 08 - Equação estimada para a área colhida das culturas arroz, milho e soja estados do Norte e Nordeste brasileiro de 2000 a 2012.....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Área colhida de arroz para os principais estados produtores de cereais do Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012	63
Gráfico 02 - Área colhida de soja para os principais estado produtores do Norte Nordeste brasileiro de 1999 a 2012	64
Gráfico 03 - Área colhida de milho para os principais estado produtores do Norte Nordeste brasileiro de 1999 a 2012	65
Gráfico 04 – Participação da utilização do solo dos principais produtores de cereais do Norte e Nordeste brasileiro de 1996 e 2006	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Regra de decisão para escolha do modelo econométrico adotado	40
Quadro 02 – Equivalência das classes da CNAE utilizadas para os estabelecimentos e empregados no setor agrícola.....	45

LISTA DE SIGLAS

ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
AGROSTAT	Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro
BACEN	Banco Central do Brasil
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP – DI	Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MATOPIBA	Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
MCE	Modelo de Componente de Erros
MEA	Modelo de Efeitos Aleatórios
MEF	Modelo de Efeitos Fixos
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
MQVD	Mínimos quadrados com variáveis <i>dummy</i> para efeitos fixos
RAIS	Relação Anual de Indicadores Sociais
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
UNCTAD	<i>United Nations Conference on Trade and Development</i>
VAB	Valor Adicionado Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA	15
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivo geral.....	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	19
2.2 O SETOR AGRÍCOLA E A SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	25
2.3 INOVAÇÃO, MUDANÇA TÉCNICA E AGRICULTURA.....	28
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS	35
3.2 MODELOS DE REGRESSÃO COM DADOS EM PAINEL	36
3.3 ESTRATÉGIA ECONOMETRICA	41
3.4 FONTES DE DADOS.....	42
3.5 AJUSTES NOS DADOS.....	42
3.5.1 Taxa de crescimento.....	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
4.1 ANÁLISE DESCRITIVA	49
4.2 RESULTADOS DO MODELO ECONOMETRICO	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
REFERÊNCIAS.....	72
ANEXOS	76

1 INTRODUÇÃO

O setor agrícola possui um papel fundamental na economia brasileira, tanto ao cumprir suas funções básicas da agricultura, quanto em contribuir para o crescimento do agronegócio. Para isto, é necessário que o setor tenha capacidade de expandir-se e acompanhar as demandas do setor agroindustrial.

Durante as décadas de 1960 e 1970, o crescimento da produção agrícola ocorreu por meio da incorporação de novas áreas e a introdução de novas tecnologias. Contudo, a partir da década de 1980, esta expansão passou a depender também de investimentos que promovessem a recuperação do solo e utilização de novas máquinas e equipamentos, maior difusão de tecnologias, além de avançar sobre as culturas destinadas ao mercado interno.

O crescimento da produção agrícola acontece por meio da incorporação de novas áreas ou pelo aumento da produtividade de áreas já cultivadas. No primeiro caso, também conhecido como expansão extensiva, há a necessidade do país possuir áreas ainda não utilizadas para agricultura que, frequentemente, tem vegetação nativa. Nesse caso, a elevação da produção ocorre pela incorporação de áreas ao cultivo.

No Brasil, o processo de abertura agrícola esgotou-se em grande parte dos estados, como os das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Porém, nos estados das regiões Norte e Nordeste essa expansão, via incorporação de novas áreas, acentuou-se entre as décadas de 1990 e 2000, avançando sobre as áreas de cerrado e pastagens naturais, sendo que este processo estende-se até o período atual.

No caso do aumento de produtividade de áreas já cultivadas, há elevação da produção pelo aumento da produtividade, também chamando de aumento intensivo, pois a produção cresce devido ao aumento de insumos modernos e tecnologia no processo produtivo. Esses aumentos são resultado de maior investimento em capital, pois a relação entre o volume de capital utilizado por hectare é elevada. Isto tem ocorrido, principalmente, onde já se esgotaram a possibilidade de abertura de novas áreas agrícolas.

É importante lembrar que a referida expansão de áreas de cultivo agrícola sobre as áreas de vegetação nativa, segue a regularidade das leis ambientais brasileiras (12.727/2012 e 12.651/2012). Segundo o artigo 12 da Lei 12.651/2012, todo imóvel rural deve manter área de reserva legal de acordo com sua localização e vegetação nativa. Para aqueles imóveis rurais situados na Amazônia Legal em área de floresta a reserva legal é de 80% da propriedade. Já os situados em área de cerrado também na Amazônia Legal, esse percentual passa para 35%.

Os localizados em áreas de campos gerais ou em outros estados que não pertencentes à Amazônia Legal o percentual de reserva legal passa para 20% (BRASIL, 2012).

A recente transformação da agricultura no Norte e Nordeste brasileiro tem ocorrido, principalmente, pela incorporação de áreas de pastagens nativas e de cerrados. Entretanto, devido às perspectivas de retorno para a produção das culturas de arroz, milho e soja nas áreas agrícolas do Norte e Nordeste, têm ocorrido também concomitante com a incorporação das áreas, aumentos intensivos da produção agrícola nesses estados.

Entre 1999 e 2012, os dados mostram que estados onde há concentração da produção dessas culturas tiveram amplo crescimento sua área colhida. Para os estados da Bahia, Maranhão, Piauí e Tocantins esse aumento foi, respectivamente, 31,15%, 55,32%, 76,24% e 136,93% (IBGE, 2015a). Já o crédito rural de custeio teve um crescimento real mais elevado para estes estados, indicando que houve aumento do investimento por hectare para estas culturas. O crescimento do crédito rural para o mesmo período foi de, respectivamente, 716,18%, 332,96%, 876,19% e 354,14% (BACEN, 2015).

Os estados citados compõem a chamada região MATOPIBA, conhecido como o terceiro momento da expansão da fronteira agrícola de produção do Brasil, abrangendo o período pós 1990. O segundo momento desta expansão ocorreu de 1975 a 1990, com a expansão destas culturas do Sul e Sudeste para o Centro-Oeste brasileiro, transformando-o na região maior produtora de grãos do Brasil. O primeiro momento aconteceu de 1960 a 1975, com a introdução e crescimento da produção de soja nos estados do Sul e Sudeste, possuindo como fator elementar para a expansão a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) em 1975 (VIERA FILHO, 2014).

É possível perceber que o processo de transformação no setor agrícola para estas culturas é dinâmico e iniciou-se recentemente para os estado do Norte e Nordeste brasileiro. Deste modo, o presente estudo tem por objetivo analisar os determinantes da expansão da fronteira de produção das culturas arroz, milho e soja no Norte e Nordeste brasileiro, no período de 1999 à 2012. Para isto foi utilizado um modelo econométrico estimado por meio da técnica de dados em painel, como também foi realizada uma análise descritiva das variáveis usadas no modelo.

A equação estimada utilizou como variável dependente a área agrícola colhida das culturas de arroz, milho e soja e como variáveis independentes o Valor Adicionado Bruto (VAB) da agropecuária, o crédito rural, o preço das *commodities* no mercado internacional, o número de empregados do setor agrícola, o número de estabelecimento do setor agrícola, a quantidade de vendas de tratores e as exportações do agronegócio. Também foram

introduzidas *dummies* para os estados da Bahia, Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins com a intenção de mensurar o impacto dos principais produtores destas culturas no Norte e Nordeste brasileiro.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA

A recente expansão da área de cultivo das *commodities* milho e soja no Brasil têm ocorrido, principalmente, nos estados do Norte e Nordeste. Ela acontece via incorporação de áreas de pastagens naturais e áreas de cerrado. Este avanço da fronteira agropecuária brasileira possibilita a abertura de um novo mercado, que por sua vez, modifica a configuração regional, devido às influências de migrações da força de trabalho, mudança da utilização do solo e das modificações tecnológicas na agricultura local.

Nos anos de 1990/91 a 2000/01 verifica-se o crescimento da área de soja apenas para as regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Isto aconteceu sem a redução das áreas de culturas concorrentes a esta, como o milho primeira safra, algodão e arroz. A partir de 1999, observa-se uma mudança cambial no Brasil que estimula a expansão destas culturas no Centro-Oeste e para Norte e Nordeste. Esse processo se intensifica principalmente para o Norte e Nordeste no período de 2001 a 2004, onde, além do fator cambial, os preços das *commodities* também se elevam no mercado mundial (BRANDÃO; RESENDE; MARQUES, 2006).

É importante lembrar que esta frente agrícola, apesar de sempre relacionada com o cultivo da soja, fomenta o plantio da cultura do arroz de sequeiro. Ela é comumente usada em áreas desmatadas (cerrados) ou degradadas (pastagens) como primeira e segunda safra, pois o arroz é resistente ao alto teor de alumínio encontrado neste tipo de solo. Assim, utilizou-se também a área desta cultura para verificar a expansão agrícola no Norte e Nordeste.

De 1999 a 2012, a área colhida das culturas arroz, milho e soja apresentou um crescimento de 27,43% para o Nordeste e 17,79% para o Norte. Este aumento é relativo à soma da área colhida de arroz, milho e soja. O percentual exibido é para todos os estados contidos em cada região. Todavia, essa variação oscila de acordo com cada estado. A região Norte contém sete estados, destes apenas os estados do Amazonas e Pará demonstraram reduções de área entre 1999 e 2012. Apesar de o Pará apresentar queda na sua área, ele possuía a maior representatividade, pois concentrava 27,87% do total para o Norte em 2012 (IBGE, 2015a).

Os estados de Roraima, Acre, Amapá, Tocantins e Rondônia tiveram elevações de suas áreas colhidas de 1999 para 2012. O crescimento dessas áreas foi de, respectivamente,

0,57%, 8,14%, 148,62%, 136,93% e 58,92%. Destacam-se os dois últimos estados apontados, Tocantins e Rondônia, que, além de exibirem crescimento dessas áreas, representavam 65,03% da área colhida de arroz, milho e soja na região Norte para o ano de 2012 (IBGE, 2015a).

A região Nordeste também apresentou um crescimento significativo da área colhida de arroz, milho e soja (27,43%). Ela possui nove estados, dentre os quais apenas três mostraram elevação da área colhida. Os estados da zona litorânea, como Alagoas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Ceará, apresentaram redução de área colhida, e geralmente, cultivam apenas milho, e quando apresentam áreas de produção de soja são irrelevantes (IBGE, 2015a).

Já os estados da Bahia, Piauí e Maranhão demonstraram aumentos expressivos da área colhida de arroz, milho e soja no período de análise. A elevação nesses estados foi de, respectivamente, 31,15%, 76,24% e 55,32%. Além do expressivo aumento para os três estados, eles se destacam pela sua representatividade, cerca de 85% do total da área colhida de arroz, milho e soja para o Nordeste em 2012 (IBGE, 2015a).

Santos (2013) observa que houve aumento de cultivo em larga escala para as culturas de algodão, milho e soja, principalmente nos estados da Bahia, Maranhão e Piauí. Ele também aponta que, para 2011, na região Norte e Nordeste do Brasil, a fabricação de produtos alimentícios representaram cerca de 20% da indústria de transformação.

Corroborando com Santos (2013), Lima Junior (2013) demonstram que, a partir de 1980, ocorreu um crescimento das áreas de produção de milho e soja para o Centro-Oeste, Sul do Maranhão e Oeste da Bahia. Esta elevação do plantio modificou a utilização do solo, onde a vegetação do bioma cerrado foi retirada para aumentar a área plantada destas *commodities*. Outro fator determinante para a expansão da produção de grãos (arroz, milho e soja) sobre as áreas de cerrado foi o crescimento da área de cana-de-açúcar no Goiás e Mato Grosso do Sul. A mesma expansão da produção dessa cultura em São Paulo ocasionou parte da migração da pecuária paulista para áreas do Norte do país.

Castro et al (2010) também apontam que, na década de 1980, iniciou-se a expansão da cana-de-açúcar no Centro-Oeste, sobretudo no Goiás, mas foi apenas no final da década de 1990 que este processo ganha força, sendo intensificado nos anos 2000. Esse aumento da cana-de-açúcar vem ocorrendo, principalmente, sobre as áreas de milho e soja, secundariamente sobre áreas de pastagens. O processo de deslocamento da cana-de-açúcar ocasiona disputas sobre as terras disponíveis para outras culturas e pastagens, criando

incentivos para migração dos produtores para regiões menos disputadas com possibilidade de expansão de área.

Conforme exposto, pode-se perceber que a disputa entre as chamadas grandes culturas pelo uso do solo, especialmente a cultura da cana-de-açúcar, tem ocasionado mudanças na configuração da agropecuária no Centro-Oeste nas décadas de 1990 e 2000. Observa-se também que houve grande expansão das culturas de milho e soja para o Norte e Nordeste do Brasil.

É possível verificar que há uma concentração destas culturas em determinados estados mais propícios ao cultivo e com disponibilidade de extensão de áreas. É o caso dos estados do MATOPIBA, que iniciaram esse processo de expansão agrícola na década de 1990 (VIERA FILHO, 2014). Todavia, observa-se a falta de informações sobre o processo de expansão destas culturas e os encadeamentos que estas modificações ocasionaram nestes estados.

Assim, é necessário indagar quais foram os determinantes da expansão da fronteira de produção das culturas de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012. Essa é a questão que fundamenta a importância da realização deste estudo. Além disso, há uma carência de literatura sobre a expansão agrícola ocorrida nestas regiões após a introdução da cultura da soja. É também imprescindível investigar quais as principais mudanças tecnológicas, que possibilitaram a recente expansão deste modelo de ampliação agrícola sobre estas regiões.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar os determinantes da expansão da fronteira de produção das culturas de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste brasileiro, no período de 1999 a 2012.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estudar o impacto da expansão da produção do arroz, milho e soja na dinâmica econômica do Norte e Nordeste brasileiro;
- Verificar os determinantes da expansão do agronegócio no Norte e Nordeste brasileiro;

- Evidenciar as modificações estruturais decorrentes da expansão agrícola no Norte e Nordeste brasileiro.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

Este estudo está estruturado em cinco seções, incluindo a presente introdução, na qual são apresentados os objetivos gerais e específicos do estudo, bem como a justificativa e problemática da pesquisa. A segunda seção mostra o referencial teórico que fundamenta o estudo. Esta seção é dividida em três partes, as quais abordam: o debate sobre o crescimento e desenvolvimento econômico; as principais funções da agricultura e sua influência no desenvolvimento econômico; e a discussão sobre inovação e mudança técnica como os principais fatores dinamizadores do setor agrícola. Já a terceira seção apresenta a metodologia utilizada na pesquisa, discutindo os aspectos metodológicos da pesquisa, as fontes e ajustes das informações coletadas, o modelo de regressão de dados em painel utilizado, bem como a estratégia econométrica usada para a formulação da equação a ser estimada. A quarta seção mostra os resultados e discussões sobre as taxa geométricas de crescimento e sobre o modelo econométrico utilizado no trabalho. Por fim as considerações finais encerram o estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

O pensamento econômico clássico convencional acreditava que o nível de desenvolvimento de uma região era medido de acordo com sua capacidade de acumulação de riqueza. Entretanto, a questão de como ocorre a distribuição dessa riqueza entre as classes sociais foi deixada a cargo do mercado. A partir da segunda metade do século XX, há o fomento de diversos debates sobre o conceito de desenvolvimento e crescimento econômico.

Essa discussão contraria a visão econômica clássica de que o desenvolvimento ocorreria apenas pelo aumento da riqueza em determinado país. Ela afirma que o aumento da riqueza de um determinado país demonstra somente o crescimento econômico. Já o desenvolvimento econômico está ligado à forma como ocorre a distribuição da riqueza nas diversas classes sociais em um determinado país.

Dessa forma, o conceito de desenvolvimento, em qualquer concepção, deve ser resultado do crescimento econômico com aumento na qualidade de vida. Isto acontece quando há melhoria na alocação dos recursos pelas diferentes classes sociais na economia. Melhoria esta que resulta em elevação dos indicadores de bem estar econômico e social (OLIVEIRA, 2002).

Nesse sentido, Hirschman (1977) aponta que o crescimento econômico não ocorre ao mesmo tempo em todo o território. Ele ocorre de forma desigual e desproporcional, tendendo a concentrar-se espacialmente em seu ponto original, geralmente o local de maior concentração econômica, tornando claro que, para qualquer economia de mercado, é normal que o processo de crescimento ocorra de forma desigual e concentrada.

Perroux (1975) também expõe essa ideia, apresentando o conceito de polos de crescimento. Para demonstrar o conceito, o autor denomina de indústria motriz aquela que, perante o aumento de seu volume de produção, eleva o volume de produção de outras várias indústrias ligadas a ela de alguma forma (estas são camadas de indústrias movidas).

Além disso, a indústria motriz geralmente é uma empresa oligopolista ou monopolista, possuindo capacidade de elevar a receita marginal acima do custo marginal. Devido à concentração territorial, a indústria motriz tende a fomentar outras atividades e elevar as demandas por serviços e empregos locais. Ela proporciona a atração de outras

atividades econômicas, que tanto fornecem suporte a essa aglomeração quanto fomentam outras atividades secundárias à atividade principal¹.

Destarte, os polos de crescimento concentram a aglomeração de determinada indústria em um local específico e, frequentemente, elevam o nível de desenvolvimento daquele local em detrimento de outros, ou seja, acabam por concentrar o crescimento econômico no local. Com isso, tornam o sistema econômico nacional dividido em locais com alta concentração econômica e industrial, que são os polos de crescimento, e outros com baixa concentração de recurso, que possuem sua dinâmica induzida pela demanda dos polos econômicos, geralmente estes locais ofertam produtos de baixa tecnificação.

Hirschman (1961) também partilha deste pensamento. Ele apresenta uma elaborada crítica ao desenvolvimento equilibrado, referindo-se a esse como um ensaio de estatística comparativa retrospectiva. A teoria alvo da crítica do autor tem como referências os autores Rosenstein-Rodan (1943), Nuske (1953), Lewis (1954) e Scitovsky (1954). Tais autores, por sua vez, enfatizam a importância de certos setores na economia entrarem em compasso com o estágio de desenvolvimento em que ela se encontra, sendo que, em determinados estágios, certos fatores devem convergir. Dentre os fatores analisados, estão a ausência de divergência da indústria e da agricultura no seu estágio de evolução e a existência de um nível de investimento em infraestrutura básica na economia, compatível com o crescimento da indústria.

Naturalmente, para que estas condições demonstradas ocorram da forma proposta são necessários investimentos imediatos em várias atividades econômicas. Estas inversões em conjunto somam volumosos recursos. Ora, se as economias se encontram em estágio de desenvolvimento como poderão realizar tamanho investimento de uma só vez, pois estes recursos são escassos. É possível perceber que as medidas exibidas são pautadas em soluções para uma economia desenvolvida em condições de subemprego. Portanto, essa é uma teoria concebida inicialmente para aplicação a economias desenvolvidas que está arraigada na participação ativa do Estado como agente coordenador do conjunto de inversões (HIRSCHMAN, 1961).

¹ Este pensamento sobre o fomento de outras atividades ligadas a um determinado segmento também é abordado por Marshall (1982) sobre os distritos indústrias. Esse estímulo à atividades são definidos como economias internas e externas. Segundo, Marshall (1982, p. 229) economias externas são definidas como “economias dependentes do desenvolvimento geral da indústria”; e economias internas correspondem a “economias dependentes dos recursos das empresas que a ela se dedicam individualmente, das suas organizações e eficiência de suas administrações” (MARSHALL, 1982, p. 229).

Além da coordenação centralizada no estado, a teoria também aponta que é possível a criação de uma atividade econômica em determinado local por meio de ação do Estado. Contudo, esse plano de inversão centralizado para promover o desenvolvimento pela implantação de determinada atividade econômica é recomendável apenas em casos específicos, como localidades devastadas por guerras e áreas abertas por meio de colonização. Em tais casos, a atividade induzida pelo Estado tende a alavancar outras pertinentes a economia local (HIRSCHMAN, 1961).

Entretanto, no geral, o desenvolvimento econômico é mais a transformação de atividades produtivas já existentes do que a criação de novas. Quando tais transformações ocorrem, ao contrário do exposto anteriormente, há intervenção do Estado principalmente como agente regulador na tentativa de minimizar os custos sociais, as chamadas externalidades negativas, que eventualmente surgem de mudanças nas atividades econômicas em progresso (HIRSCHMAN, 1961).

Porquanto, quando as decisões são direcionadas por determinado agente, nesse caso o Estado, é possível que esse sistema possua resistência a mudanças. Isto se deve às vantagens econômicas adquiridas pelos agentes econômicos que estão posicionados sob a orientação do agente coordenador. Logo, esse sistema é fatalmente inibidor de inovações, pois o processo de destruição criadora proporcionado pelas inovações acarretaria na destruição dos próprios agentes. Todavia, se o custo social intrínseco a estas ações é excluído do processo de análise econômica pelos governos, o direcionamento pelo Estado de atividades econômicas é, aparentemente, viável (HIRSCHMAN, 1961).

Deste modo, o autor observa que processo de desenvolvimento ocorre de forma não equilibrada. Logo, a política desenvolvimentista deve conservar os desequilíbrios, sendo estes capazes de manter os lucros (ou perdas) acima do nível de equilíbrio. Este é o motivo que gera a expansão das firmas no mercado capitalista. Tal expansão é demonstrada por Hirschman (1961, p. 108):

Isto se verifica pelo fato da expansão da indústria A encaminhar a economias estranhas a A, porém, apropriáveis por B, enquanto a conseqüente expansão de B acarreta em economias alheias a B, contudo, subsequentemente internas a A (ou a C, naquele gênero), e assim por diante.

A expansão de A acarreta em aumento de demanda por outro determinado bem, que é estranho a A, mas pertinente a fabricação de B, que é insumo para A. É possível observar que o bem inicialmente demandado é estranho a A, mas necessário para a indústria B produzir o insumo para a firma A. Isto acontece sucessivamente entre as empresas de diversos

segmentos, gerando, a cada etapa, economias externas por uma indústria a serem apropriadas por outra, que, nesse processo, geram novas economias externas.

O fator inicial que desencadeia esse processo ocorre devido ao aumento na produção de A que eleva a lucratividade da produção de B, pois os custos marginais de B caem ou sua demanda aumenta ou as duas forças ocorrem. Esse efeito é parecido com o conceito de economias de escala, apresentado pelo *mainstream* econômico. Contudo, para Hirschman (1961), ele é derivado do efeito completo do investimento e da habilidade para o investimento.

O investimento na economia depende de fatores como a capacidade de organização, agentes empreendedores e qualificação. Para Hirschman (1961), o investimento é fundamental para proporcionar desenvolvimento. Entretanto, é entravado pela dificuldade de entrosar as economias existentes com as oportunidades de investimento produtivo disponíveis. Essa capacidade de assimilar as oportunidades no meio econômico e tomar decisões desenvolvimentistas e completá-las é chamada de habilidade para o investimento.

Esta habilidade para o investimento se desenvolve essencialmente pela prática dos agentes em realizar investimentos. O aumento destas oportunidades de prática de tais atividades para os agentes na economia depende da extensão do moderno setor da economia. Quanto maior a extensão do moderno setor (capitalista) maior é a capacidade dos agentes de combinarem as economias existentes com as oportunidades para o investimento, pois essa capacidade pertence ao agente capitalista.

Em uma economia em desenvolvimento, em estágio primitivo de crescimento, a habilidade para investimento dos agentes é baixa, não pelo número de agentes com tal habilidade, mas porque o rendimento do moderno setor é baixo quando comparado ao total da economia. A partir do ponto em que os rendimentos do moderno setor aumentam e se igualam ao retorno total da economia, fica claro que a habilidade para o investimento está intimamente ligada à capacidade de absorção do capital na economia. Posto isto, é evidente que a evolução dos países em desenvolvimento é dificultada mais pela sua incapacidade de alavancar o seu moderno setor do que a capacidade de gerar poupança (HIRSCHMAN, 1961).

Portanto, “só os capitalistas economizam” (HIRSCHMAN, 1961, p 66), em outras palavras, apenas os recursos que forem empregados pelos agentes com habilidade para investimento possibilitarão o desenvolvimento do moderno setor. Logo, quando esse recurso não é acumulado internamente, esse processo tem de ocorrer por meio de importação da acumulação, sendo este o investimento estrangeiro. Faz-se necessário ressaltar que este investimento estrangeiro possui duas funções diferentes. Num primeiro momento, não é

dispensável sua função como capital, mas a sua capacidade de fomentar a prática da habilidade para o investimento dos agentes se constitui de maior importância. Em um segundo estágio, ele faz-se necessário para suprir a carência de capital para investimento em atividades econômicas, pois, após o fomento dos agentes com habilidade para o investimento, a demanda por capital cresce mais rápido que a capacidade interna de acumulá-lo.

Todavia, a habilidade para o investimento é apenas um dos fatores que devem ser promovidos tendo como objetivo o desenvolvimento. O outro fator é o efeito completo do investimento. Ele pode ser definido como a capacidade do investimento em criar mais investimentos, seu efeito contagiante. Deste modo, quando há um aumento das inversões na economia de um período para outro, sendo que esta detém a capacidade de absorver esse acréscimo, isto possibilitará um aumento geral da economia, que acarretará em novos investimentos e, assim, sucessivamente. Por conseguinte, o efeito completo apresenta a capacidade de multiplicar² e regular os investimentos, possuindo a propriedade de canalizar o processo de desenvolvimento (HIRSCHMAN, 1961).

A fim de analisar o processo de desenvolvimento econômico, necessitar-se-á ir além das capacidades de acumulação e reprodução do capital na economia. Há de se investigar a melhora na qualidade de vida dos indivíduos e o progresso dos indicadores sociais no território de interesse. Para isto, é preciso esclarecer a diferença entre o espaço e território.

Para Lima (2011), o espaço é a delimitação física de atuação, como um país ou uma região. Já o território é a área de influência humana dentro dessa área de atuação (espaço). Sendo assim, o espaço é anterior ao território e se forma a partir da ação humana que se apropria do espaço.

O autor acrescenta que “sobre o espaço geográfico das regiões são produzidos os bens de subsistência, os excedentes para as trocas, assim como mudanças científicas, culturais, políticas, biológicas, geográficas e econômicas” (LIMA, 2011, p. 51). A respeito da definição de território, sabe-se que o território “é um conjunto de elementos naturais e artificiais que caracterizam uma área” (SANTOS, 2006, p. 67).

É possível perceber que tanto o espaço quanto o território transcendem a ideia puramente econômica e estão ligados aos aspectos sociais, políticos e culturais. Destarte, o

²O conceito de efeito multiplicador do investimento foi observado por Keynes (2007). Para ele o investimento possui uma capacidade de multiplicação do produto na economia, sendo assim, o investimento é que dinamiza o processo econômico, gerando renda e crescimento. O efeito multiplicador keynesiano é expresso como: $1/1-k$, onde k é propensão marginal a consumir (Pm_{gc}) = $\Delta C/\Delta Y$.

desenvolvimento local é indissociável do desenvolvimento territorial quando delimitado um território de interesse.

Todavia, a análise do processo de desenvolvimento territorial local é complexa. Por exemplo, um problema político pode se manifestar em uma escala local, mas ser decidido em uma escala global. Isso mostra a importância da política macroeconômica e de que forma ela influencia o território local. Fica evidente que a intervenção sobre o local pode estar em outra escala de decisão espacial, situada fora da região delimitada para análise. Posto isto, não se pode negligenciar o contexto macroeconômico que proporciona impactos diretos no desenvolvimento local, ou seja, não se pode esquecer que o global possui poder para induzir e criar o desenvolvimento local (BRANDÃO, 2004).

É possível entender que as políticas macroeconômicas estão diretamente ligadas ao ambiente institucional de um país e que as instituições influenciam o processo de desenvolvimento. Pode-se perceber que a forma como determinadas políticas públicas são disseminadas na economia depende do arcabouço institucional vigente. North (1994) define as instituições como um conjunto de regras formais e informais (sendo informais os códigos de condutas, normas de comportamento e fatores morais de determinada sociedade) e seus mecanismos de controle, responsáveis por exercer com eficiência esses dois conjuntos de normas. Sendo assim, consiste em um conjunto de normas imposto pelo ser humano ao seu convívio com os outros.

Dessa maneira, as instituições na economia delimitam as “regras do jogo” para os agentes econômicos. Já as organizações representam os “jogadores”, que são os grupos de indivíduos dedicados a qualquer atividade executada para determinado fim. Assim, as instituições limitam os cenários constituindo um conjunto de oportunidades na economia, que, por sua vez, define os tipos de organizações que serão criados, pois estas estarão pautadas nos limites institucionais (NORTH, 1994).

Nesse sentido, observa-se que, no caso das políticas macroeconômicas, representam parte das “regras do jogo” e, apesar de influenciar no desenvolvimento de várias regiões, elas não atendem todos os locais de forma efetiva. Na maioria dos casos, são necessárias políticas regionais e interesse dos atores locais para gerar maiores níveis de desenvolvimento territorial. Estes agentes locais podem ser interpretados como os “jogadores”, ou seja, as organizações. Desse modo, quanto maior a competência das organizações sociais e políticas melhor é a capacidade de desenvolvimento.

Segundo Haddad (2009), o desenvolvimento regional sustentável depende mais da capacidade de organização social e política da região do que de seu crescimento econômico.

O aumento da autonomia local está ligado à melhora nessas capacidades, pois isto resulta em uma elevação da possibilidade de reter e reinvestir o excedente econômico gerado pelo processo de crescimento local. Ele destaca que um maior nível de organização social regional é um fator endógeno que tende a transformar o crescimento em desenvolvimento.

Apesar das políticas sociais e atores locais, é necessário observar que o desenvolvimento ocorre de forma desigual dentro do mesmo território de análise. Desigual, pois tende a concentrar o desenvolvimento nas regiões que já têm determinado grau de desenvolvimento. Assim, uma concepção de desenvolvimento regional deve conter também um crescente processo de inclusão social. Isto se deve ao fato de que as experiências do Pós-guerra não revelaram nenhuma espécie de correlação entre o crescimento econômico e a distribuição de renda e riqueza ocorridas neste período (HADDAD, 2009).

Conforme exposto, diversos autores retratam as divergências e os principais pressupostos do processo de desenvolvimento econômico. Observa-se que há uma tendência destes autores em afirmar que o desenvolvimento ocorre de forma desigual. Pode-se aplicar esta análise do desenvolvimento a qualquer setor da economia, como, por exemplo, o setor agrícola.

O desenvolvimento desse setor também ocorre de forma desigual, e o capital concentra-se em determinadas localidades. Este processo de desenvolvimento do setor agrícola, geralmente, é função de fatores como o modelo de desenvolvimento adotado pelos governos para agricultura, a produção a ser cultivada, a tecnologia a ser adotada, o capital humano presente no campo, os interesses sobre destino final da produção, entre outros.

Portanto, é possível perceber a aplicação da teoria do desenvolvimento desequilibrado no campo, pois o processo de evolução do setor agrícola no Brasil ocorre de forma diferente de acordo com o produto da agricultura e a função da atividade produtiva agrícola para a economia. Além disso, em determinados locais, sabe-se que a principal atividade econômica, aquela que dinamiza a economia, pertence ao setor agrícola.

2.2 O SETOR AGRÍCOLA E A SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

O setor agrícola possui um papel importante em qualquer economia moderna, principalmente quando encontra-se em estágio de desenvolvimento. Em geral, seguindo o processo de desenvolvimento há mudança estrutural no setor agrícola, sendo esta uma modificação de paradigma na agricultura. Isto significa que, com o processo de modernização

agrícola, haverá uma correlação positiva entre o crescimento agrícola e o crescimento de outros setores da economia. Esse efeito ocorre devido ao transbordamento (*spillover*) das mudanças ocorridas no setor agrícola que impactam nos outros setores da economia.

O processo de transbordamento na agricultura inicia-se com a inserção de novas práticas ou equipamentos que possibilitam o aumento da produção ou produtividade ou ambos, e podem ser resumidos em cinco principais pressupostos, a saber: 1) Aumento sustentado da oferta de produtos agrícolas, em resposta a elevação da procura dos outros setores; 2) Expansão de exportação de produtos agrícolas, pois proporcionam divisas ao país exportador em seu estágio inicial de desenvolvimento; 3) Liberar mão de obra para ser empregada em outros setores na economia, principalmente na indústria; 4) Transferir recursos financeiros da agricultura para proporcionar investimentos no setor industrial; e 5) Constituir mercado consumidor para os bens e serviços industrializados, agregando a demanda (JOHNSTON; MELLOR, 1961).

As funções da agricultura elencadas são de suma importância para o início do desenvolvimento de uma moderna economia de mercado. Cada qual possui um papel nesse processo. Por exemplo, se a oferta de alimentos não se expandir em conjunto com a demanda, ou melhor, superior a ela, haverá um aumento de preços dos alimentos. Esta elevação, por sua vez, gerará instabilidade política, pressão para aumento de salários e aumento do custo de vida. Assim, o aumento da procura pelos alimentos se refletirá na redução da taxa de lucro, inviabilizando novos investimentos. Isto não acontece apenas para os alimentos, mas também para as matérias-primas providas pelo setor agrícola, que, do outro lado, encarecerão os custos de produção, diminuindo a taxa de lucro e inviabilizando a produção (JOHNSTON; MELLOR, 1961; ACCARINI, 1987).

Já a expansão do setor agrícola exportador tem como objetivo proporcionar divisas para possibilitar a importação de produtos, geralmente bens de capital para modernização industrial ou matéria-prima para a indústria, que não sejam produzidos internamente. Estes bens são essenciais para a implantação do setor industrial (JOHNSTON; MELLOR, 1961).

Esta estratégia faz parte de um modelo de industrialização pautado no desenvolvimento do setor industrial e criação de uma indústria nacional. Dessa forma, as economias em desenvolvimento tendem a realizar o acúmulo de divisas via o setor exportador rural, pois, se não o fizerem, serão obrigadas a fazê-lo via endividamento externo. Isto acaba por constituir, dada à capacidade de endividamento, um ponto de estrangulamento do crescimento econômico (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2009).

O terceiro fator apontado, ou seja, a liberação de mão de obra para outros setores da economia possui papel fundamental para o avanço do setor industrial e de serviços. A transferência de trabalhadores para outras atividades possibilitam o aumento da sua produtividade (ACCARINI, 1987). Com a modernização agrícola, por meio de implementação de máquinas agrícolas modernas, há aumento da produtividade do trabalho no campo e também nos outros setores da economia. Essa elevação da oferta de trabalho impede o aumento de salário da indústria, fazendo com que a taxa de lucro dos novos investimentos não se deprima, assegurando a acumulação contínua de capital.

Esta liberação da mão de obra possui papel fundamental para alavancar o processo de desenvolvimento, tanto em países em desenvolvimento quanto nos países desenvolvidos. Furtado (2000) aponta a liberação da mão de obra do setor agrícola para outros setores, por meio da introdução de novas tecnologias, como fator chave do início do processo de desenvolvimento econômico nos países industrializados.

Como as economias em desenvolvimento carecem de recursos para novas inversões em atividades econômicas, a transferência de recursos da agricultura para o setor industrial apresenta-se como uma necessidade e parte da resposta do processo de desenvolvimento econômico. Essa transferência ocorre em três vertentes diferentes.

Primeiro, por meio de imposição de taxas, impostos ou retenção de um percentual das exportações do setor agrícola, com o intuito de elevar a receita do governo para realizar investimentos básicos iniciais, como investimento em infraestrutura, bens de capital, entre outros. Segundo, com o controle dos preços ou oferta dos produtos agrícolas. Esta medida proporciona maior renda disponível em poder dos consumidores para ser gasta em consumo de bens e serviços produzidos nos outros setores da economia. Terceiro, através do investimento do capital acumulado do setor agrícola nos outros setores. Os agricultores tendem a investir seus ganhos em outros setores, caso a taxa de lucro desses investimentos seja maior que o retorno esperado no setor agrícola (ACCARINI, 1987; SOUZA, 1988).

No que diz respeito à função da agricultura em constituir mercado consumidor de bens industrializados, percebe-se que isto é evidenciado pela necessidade de elevação de consumo e criação de novos mercados. Parte da renda apropriada pelos agricultores será utilizada para consumo de bens e serviços manufaturados da indústria. Assim, a contribuição da agricultura para o setor industrial aumenta na mesma proporção que se eleva o consumo de bens e serviços desse setor, tais como: adubos químicos, fertilizantes, máquinas agrícolas, automóveis e bens de consumo em geral. Além desses bens, à medida que agricultura moderniza-se e especializa-se, a produção para subsistência se reduz, fazendo com que os

agricultores que produzem alguns dos bens necessários a sua subsistência passem a adquiri-los no mercado.

Portanto, estas mudanças são necessárias para a modernização da agricultura e para aceleração do processo de desenvolvimento econômico territorial das economias capitalistas. O setor agrícola realizou essas funções em grande parte do território nacional na década de 1960 e 1970. Todavia, sabe-se que o desenvolvimento ocorre de forma desigual e desproporcional no território. Aplicando isto ao setor agrícola, têm-se que ele modernizou-se em alguns ramos de atividade, principalmente as culturas que compõem o complexo de *commodities*, e outros não obtiveram tanto êxito na sua modernização, como agricultura familiar. Além disso, há grandes variações na evolução do processo de modernização agrícola no Brasil, existindo, ainda, unidades federadas que iniciaram esse processo no decorrer das décadas de 1990 e 2000.

2.3 INOVAÇÃO, MUDANÇA TÉCNICA E AGRICULTURA

Schumpeter (1982) refere-se ao sistema econômico como um processo social indivisível por princípio, sendo que, quando apontados fatos econômicos, estes já são uma abstração do processo por inteiro, o processo social, sendo esta uma cópia mental abstrata da realidade. Contudo, necessária para análise do sistema.

Assim, fato social consiste em qualquer fato do comportamento humano e fato econômico é resultado do comportamento humano dirigido para aquisição de bens e serviços. O chamado fato econômico está vinculado a qualquer aquisição de bens dos indivíduos por meio da troca ou produção de mercadorias.

Isto requer que todos os indivíduos tomem decisões econômicas, pelo menos em parte, dividindo-os em dois grupos. No primeiro grupo estão aqueles que tomam decisões devido à necessidade intrínseca ao sistema econômico, às necessidades de troca de mercadoria. Já no segundo grupo se enquadram os agentes que tomam as suas decisões devido às atividades econômicas por eles exercidas (SCHUMPETER, 1982).

Definidas as motivações de cunho econômico dos indivíduos nas economias de livre circulação de mercadorias, e supondo um Estado que possibilite a propriedade privada, divisão do trabalho e livre mercado, delinear-se-á os mecanismos econômicos.

Quando referidos os mecanismos econômicos, Schumpeter (1982) expõe a ideia de como ocorre o fluxo circular dos períodos econômicos, sendo este analisado microeconomicamente, onde, por exemplo, o consumo de um agricultor se dá segundo o seu

produto no período anterior. Deste modo, o agricultor consumirá sua produção do período anterior em um período futuro prevendo todo o seu consumo de acordo com a venda de seu produto.

Do mesmo modo como o agricultor procede a sua tomada de decisão, procedem todos os agentes econômicos, pois realizam seu consumo de acordo com a sua produção no período anterior, sendo eles mesmos consumidores de seu próprio produto em algum momento do fluxo da troca de mercadorias entre os agentes. Desta interação de consumo entre os agentes é que ocorre o chamando fluxo circular da vida econômica. Assim:

Do fato que todos os bens que se encontram em um mercado, segue-se novamente que o fluxo circular da vida econômica é fechado, em outras palavras, que os vendedores de todas as mercadorias aparecem novamente como compradores na medida suficiente para adquirir os bens que manterão seu consumo e seu equipamento produtivo no período econômico seguinte e no nível obtido até então, e vice versa (SCHUMPETER, 1982, p. 12).

Fica evidente que a finalidade de qualquer ato de produção é, em última análise, diretamente necessária para proporcionar o consumo dos indivíduos, satisfazendo as suas necessidades. O processo apresentado torna claro o motivo da produção de mercadorias para os indivíduos. Também é possível observar que, da forma como demonstrado, o sistema econômico não se modifica por conta própria. Há necessidade de fatores que gerem perturbações ao fluxo circular da vida econômica.

Contudo, é importante lembrar que o processo de produção é complexo, possuindo duas principais vertentes: o problema puramente econômico e o tecnológico da produção. O problema econômico refere-se à capacidade de determinado processo produtivo ser lucrativo. Já o problema tecnológico sempre está à mercê do econômico. Por exemplo, suponha-se determinada tecnologia que possibilite uma maior produção por hora em uma empresa. Ela somente será adotada se proporcionar maior lucro em relação ao custo de adquiri-la e implantá-la. O processo tecnológico está ligado às características físicas do processo de produção. Seu objetivo é resolver o problema sem, em princípio, pensar no lado econômico (SCHUMPETER, 1982).

Portanto, são as forças de interação entre esses dois processos que, geralmente, resultam em inovações que possibilitam o rompimento do fluxo circular da vida econômica. Este fluxo consiste num sistema de equilíbrio geral da economia em que as relações econômicas ocorrem em condições de crescimento equilibrado, sendo determinadas pelo aumento da população. A renda é distribuída pelo valor de mercado da produtividade marginal dos fatores de produção. A competição elimina o lucro extraordinário ou lucro

excedente. Existe o pleno emprego no mercado de bens, de trabalho e de capitais. A poupança é uma função corrente do nível de renda e o investimento é apenas suficiente para manter o nível de produto constante, dado o aumento da população (SOUZA, 2007).

Dessa forma, pode-se observar que a economia se mantém estagnada. O desenvolvimento econômico somente acontece por meio do rompimento do fluxo circular. Esse rompimento é definido por Schumpeter (1982, p. 47) como “ [...] uma mudança espontânea e descontínua nos canais de fluxo, uma perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente”, ou seja, uma mudança revolucionária que geralmente modifica estruturalmente o modo de produção no sistema econômico. Essas mudanças acontecem na órbita da produção e não do consumo.

Tal mudança estrutural é descontínua e acontece por meio de algum tipo de inovação. Schumpeter (1982) destaca exemplos de inovação, a saber: 1) introdução de um novo produto; 2) introdução de um novo método de produção; 3) abertura de um novo mercado; 4) conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou bens semimanufaturados; e 5) estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, criação de um novo monopólio, ou fragmentação de um antigo.

Posto isto, resta saber qual é o agente econômico responsável e capaz de realizar essas novas combinações eficientemente. Esse agente é chamado pelo autor de empresário. Para Schumpeter (1982), o empresário é quem coloca em prática novas combinações produtivas, podendo acumular outras funções no decorrer desse processo. Para ele, o empresário não necessita possuir o capital. Sua qualidade fundamental é a liderança, isto é, a capacidade de previsão e iniciativa e não a propriedade do capital. Também não é a função do empresário descobrir as novas combinações, mas sim adotá-las, colocá-las em prática.

Elucidada a função do empresário, ainda é necessário ater-se a dois outros pontos. O primeiro é que o mundo no qual o empresário vive não é um local de concorrência perfeita, mas sim formado por oligopólios. Isso possibilita a obtenção do lucro extraordinário, isto é, a possibilidade de estabelecer o preço acima do custo marginal na teoria Walrasiana. Este é o verdadeiro incentivo ou recompensa ao empresário schumpeteriano. O segundo ponto é que o empresário necessita de recursos para realizar as novas combinações, sendo assim, ele tem de recorrer ao crédito fornecido pelo capitalista (SOUZA, 2007). Deste modo:

Ele só pode tornar-se empresário ao tornar-se previamente um devedor. Torna-se um devedor em consequência da lógica do processo de desenvolvimento, ou, [...] sua conversão em devedor surge da necessidade do caso e não é algo anormal, um evento acidental a ser explicado por circunstâncias particulares. O que ele quer

primeiro é crédito. Antes de requerer qualquer espécie de bens, requer poder de compra. É o devedor típico na sociedade capitalista (SCHUMPETER, 1982, p. 72).

O crédito é uma peça fundamental na criação do desenvolvimento econômico, pois sem ele o empresário não tem acesso aos meios necessários para realizar novas combinações. Assim, volta-se ao estado de equilíbrio, ou melhor, de estagnação, do fluxo circular da vida econômica. Logo, “[...] o desenvolvimento é em princípio impossível sem o crédito” (SCHUMPETER, 1982, p. 74).

Desta forma, não é possível que ocorra o processo de desenvolvimento ou de rompimento do fluxo circular de vida econômico de outra maneira sem a necessidade de haver crédito para o empresário, pois em uma economia capitalista não há possibilidade de empréstimo de fatores de produção sem a exigência de contrapartida que remunere de alguma forma o empréstimo (SCHUMPETER, 1982).

A única maneira de ocasionar desenvolvimento na economia é criando o poder de compra. Sendo este, o dinheiro ou o crédito, que será necessário para o empresário adquirir os fatores de produção que precisa. Conforme observado, não é possível o empréstimo dos fatores de produção devido ao risco de emprestá-los e, também, porque essa não é a finalidade para qual eles foram produzidos, isto é, a venda.

De acordo com Schumpeter (1982), a função dos bens é servir para produção pertinente a sua natureza técnica. Já o capital tem a função de servir como um agente de intermediação necessário para realizar o acesso do empresário aos bens de que ele precisa. Enquanto o capital não for aplicado a esse fim ele não constitui parte diretamente ligada à produção. É possível verificar que o processo de intermediação em que é necessário o capital acontece um período antes do início da produção, etapa chamada de captação de recurso.

A respeito das variadas modalidades de crédito, é necessária uma distinção entre elas. Para Schumpeter (1982), o crédito destinado a manutenção de um fluxo de produção já existente, por exemplo, ou o crédito concedido para que uma empresa possa recuperar-se de falhas no seu fluxo de caixa, não ocasionam o desenvolvimento econômico. Apenas o crédito destinado à implantação de uma nova combinação dos fatores de produção é que gera a quebra do fluxo circular de vida econômica. Nas palavras do autor:

Uma vez que o crédito, no caso que é essencial ao processo de desenvolvimento econômico, só pode ser concedido a partir de tais meios de pagamentos recém-criados (desde que não haja nenhum resultado de desenvolvimento prévio); e uma vez que, inversamente, apenas nesse caso específico, a criação de tais meios de pagamento creditícios cumpre mais do que um papel meramente técnico, então, nessa medida, a concessão de crédito envolve a criação do poder de compra, e o

poder de compra recém-criado é útil apenas na concessão de crédito ao empresário, é necessário somente para esse propósito (SCHUMPETER, 1982, p. 74).

Para Schumpeter (1982), conceder crédito ao empresário é como emitir uma ordem para o sistema econômico, no sentido de criar uma capacidade produtiva adicional. O resultado disso é a transformação de capital líquido em capital fixo ou meios de produção. Ele destaca que o empresário é o típico devedor da sociedade capitalista, pois este necessita de crédito para investir. Logo, para o autor estava claro que o dinheiro exerce um papel ativo e determinante no que consiste em estimular a economia. Sendo assim, o crédito tem influência nas variáveis reais.

Conforme exposto, percebe-se que o crédito exerce função essencial no sistema econômico. Ele possibilita a criação e transferência do poder de compra de um agente econômico para outro, nesse caso, o empresário schumpeteriano. Em princípio, o acesso do empresário a esse crédito tem por objetivo possibilitar aquisição de bens e serviços necessários a implantação de qualquer sistema de produção de mercadorias. O diferencial reside no fato desse empresário ter a capacidade de realizar uma nova combinação desses fatores. O poder de compra que lhe foi conferido, por si só, não ocasiona uma mudança no fluxo circular em equilíbrio, mas sim a sua capacidade de utilizar o poder de compra para implementar a produção de mercadorias que possibilitam a obtenção de um lucro extraordinário, acima da taxa de retorno de equilíbrio (SCHUMPETER, 1982).

Os fatores expostos apontam as principais formas que as mudanças ocorrem, os agentes capazes de realizar as novas combinações, as consequências do rompimento do fluxo circular pela mudança e os fatores necessários para que ela ocorra. Contudo, faz-se necessário compreender como o conhecimento destas mudanças acontece em determinado setor da economia, como também, como elas são apropriadas pelos agentes em cada setor.

O conhecimento resultante do processo de inovação pode ser visto como subproduto da busca por novas tecnologias, sejam elas bem sucedidas ou não, pois o acúmulo de conhecimentos correlatos e de variadas técnicas cresce de acordo com experiência do tomador de decisão. Sempre há um aprendizado do agente tomador de decisões com a implantação de novas técnicas, este baseia-se na *performance* de técnicas previamente exploradas para tomar as decisões sobre as estratégias futuras (NELSON, 2006).

Assim, o aprendizado acontece na proporção relativa da quantidade de tentativas de criação de novas tecnologias. O crescimento do conhecimento acumulado tende a tornar mais eficiente a construção de novos processos tecnológicos. Nesse sentido, o avanço tecnológico, muitas vezes, não é simplesmente melhor que o processo antigo, mas a sua evolução, ou seja,

eles possuem bases correlatas de conhecimento. Dado determinado processo, cada etapa do avanço tecnológico estabelece funções para etapas posteriores (NELSON, 2006).

Uma análise a partir do conhecimento e mudança técnica embate em um modelo de concorrência dinâmica ligado ao progresso técnico. Esse modelo apresenta dois tipos de firmas, as que se esforçam para liderar o processo de inovação, e outras que acompanham o sucesso das líderes por meio da imitação. Certamente as firmas líderes no processo de inovação auferem os denominados lucros extraordinários, pois são as primeiras a possuir o produto ou processo proveniente da inovação. Isto confere um poder de monopólio temporário à empresa detentora da tecnologia inovadora. Esse processo decorre da existência de uma demora até o processo ou produto ser imitado (NELSON; WINTER, 2012).

No que diz respeito a mudança técnica e capacidade de absorção do conhecimento no meio rural, Vieira Filho e Silveira (2012) demonstram a importância da trajetória tecnológica na agricultura, apontando o caráter dinâmico do setor agrícola e seus encadeamentos por toda cadeia produtiva. Diferentemente do modelo de inovação induzida discutido por Hayami e Ruttan (1988), que aponta o crescimento do setor agrícola como marginal. A inovação, nesse modelo, teria sua efetivação devido ao seu efeito nos preços relativos dos insumos que ajustaria o equilíbrio entre os fatores de produção, aumentando, assim, a produtividade desses fatores.

O estudo pioneiro de Salles Filho (1993) observa a dinâmica tecnológica da agricultura com enfoque alternativo ao setor agrícola como tomador de preços e mercado consumidor de tecnologias. Neste contexto, a agricultura utiliza de tecnologias processadas em outros setores fora da unidade de produção agrícola. Deste modo, as inovações na agricultura seriam resultados de um processo de apropriabilidade destas inovações, sendo este setor geralmente inovador quanto aos processos e não aos produtos. As inovações de produtos ocorreriam nos setores correlatos fornecedores de bens e insumos a atividade agrícola.

Com isso, o processo de inovação ocorreria pela difusão e adoção destas tecnologias e por meio de absorção do conhecimento necessário para implantação de tais processos. O subsídio a estas novas atividades seriam desenvolvidos por firmas que tem suas atividades ligadas a diferentes setores. Contudo, isto não significa a inexistência de interação entre os outros setores e o setor agrícola (VIERIA FILHO; SILVEIRA, 2012).

Neste sentido, é possível perceber que, mesmo que as inovações ocorram em outros setores produtivos, a mudança ocasionada por determinada inovação terá seus efeitos refletidos no setor agrícola, desde que este setor efetive a nova técnica no processo produtivo. Assim, a mudança técnica possuirá efeitos no campo por meio de sua implantação. Este

processo ocorre mais rápido quanto maior for a capacidade do agricultor em assimilar as informações e processos necessários para utilizar o novo processo ou produto.

Dessa forma, verifica-se que assimilar estas informações está contido no agente humano, ou seja, na diferença de nível da capacidade de aprendizagem e conhecimento dos indivíduos envolvidos na atividade. Logo, o fomento destas habilidades incorre em custos, o chamado investimento em capital humano. Este investimento é necessário para que os agricultores estejam aptos a utilizar os modernos fatores de produção agrícola (SCHULTZ, 1965).

Portanto, pode-se observar que o processo de inovação rompe o fluxo circular da vida econômico, permitindo a obtenção de lucro extraordinário. O agente capaz de realizar essas novas combinações é o empresário, lembrando que ele não precisa ser o idealizador da inovação, mas seu implantador. No setor agrícola esse empresário é o agricultor capaz de realizar as novas combinações, pois, conforme é apontado, para realizar esse processo é necessário conhecimento técnico e crédito. O acúmulo de conhecimento pode ser visto como um aumento da capacidade de resposta do agricultor em medir as possibilidades de maiores ganhos caso ele implante a mudança técnica à agricultura.

3 METODOLOGIA

3.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa aliada a uma discussão qualitativa. Em relação aos objetivos, ela configura-se como uma pesquisa descritiva, que possui como objetivo “[...] a descrição das características de determinada população. Podem ser elaboradas com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis” (GIL, 2010, p. 27).

As pesquisas descritivas, além de identificar a existência de relações entre as variáveis, buscam determinar a origem dessa relação. Nesse caso, elas se aproximam das pesquisas explicativas. Existem outras pesquisas que, embora classificadas como descritivas em relação aos seus objetivos, proporcionam uma nova visão do problema, o que as aproxima das pesquisas exploratórias (GIL, 2010).

Em relação aos procedimentos de coleta de dados, este estudo inclui a pesquisa bibliográfica, o método estatístico descritivo e o método econométrico. A pesquisa bibliográfica “[...] é elaborada com o propósito de fornecer a fundamentação teórica do trabalho, bem como a identificação do estágio atual do conhecimento referente ao tema” (GIL, 2010, p. 29-30).

O método estatístico pode ser descrito como a “[...] redução de fenômenos sociológicos, políticos, econômicos etc. a termos quantitativos e a manipulação estatística, que permite comprovar as relações dos fenômenos entre si, e obter generalizações sobre sua natureza, ocorrência ou significado” (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 90).

A estatística descritiva consiste na organização, sintetização e descrição de um grupo de dados. Assim, com a elaboração de gráficos e tabelas, bem como com o cálculo de medidas baseadas em dados numéricos, pode-se compreender melhor o comportamento da variável expressa no conjunto de dados a ser analisado (MARTINS; DOMINGUES, 2011).

A pesquisa econométrica tem como objetivo “[...] essentially, at a conjunction of economic theory and actual measurements, using the theory and technique of statistical

inference as a bridge pier”³ (HAAVELMO, 1944, p. iii). A pesquisa econométrica baseia-se na análise de regressão, a qual, segundo Gujarati (2006, p. 13):

[...] se ocupa do estudo da dependência de uma variável, a variável dependente, em relação a uma ou mais variáveis, as variáveis explanatórias, com vistas a estimar e/ou prever o valor médio (da população) da primeira em termos dos valores conhecidos ou fixados (em amostragens repetidas) das segundas (GUJARATI, 2006, p. 13).

Logo, neste estudo, além da pesquisa bibliográfica e da estatística descritiva, foi utilizado o método econométrico, o qual consistiu na estimação e análise de uma regressão, sendo realizada por meio da técnica de dados em painel.

3.2 MODELOS DE REGRESSÃO COM DADOS EM PAINEL

Nos dados em painel, uma unidade de corte transversal, seja uma família, uma empresa ou um estado, é acompanhada ao longo do tempo, isto faz com que os dados em painel possuam uma dimensão espacial e outra temporal (GUJARATI; PORTER, 2011). Segundo Baltagi (2005, p. 1), o termo dados em painel “[...] refers to the pooling of observations on a cross-section of households, countries, firms, etc. over several time periods. This can be achieved by surveying a number of households or individuals and following them over time”⁴.

Existem outros nomes para dados em painel, tais como: dados empilhados (do inglês *pooled data*), combinação de séries temporais e dados de corte transversal, painel de microdados, dados longitudinais, análise histórica de eventos e análise de corte. Os modelos de regressão baseados em tais dados podem ser chamados de modelos de regressão com dados em painel (GUJARATI; PORTER, 2011).

Os dados em painel possuem vantagens em relação aos dados em corte transversal ou às séries temporais, tais como:

³ Tradução nossa: essencialmente, a conjugação da teoria econômica com medições concretas, usando a teoria e a técnica da inferência estatística como uma ponte.

⁴ Tradução nossa: refere-se à partilha de observações em um corte transversal de famílias, países, empresas, etc., ao longo de vários períodos de tempo. Isto pode ser conseguido através do levantamento de um número de famílias ou indivíduos e acompanhando-os ao longo do tempo.

(1) Controlling for *individual heterogeneity*. Panel data suggests that individuals, firms, states or countries are heterogeneous. Time-series and cross-section studies not controlling this heterogeneity run the risk of obtaining biased results [...]. (2) Panel data give *more informative data, more variability, less collinearity among the variables, more degrees of freedom and more efficiency*. [...] (3) Panel data are better able to study the *dynamics of adjustment*. Cross-sectional distributions that look relatively stable hide a multitude of changes. (4) Panel data are better able to *identify and measure effects that are simply not detectable in pure cross-section or pure time-series data*. [...] (5) Panel data models allow us to *construct and test more complicated behavioral models than purely cross-section or time-series data*. [...] (6) Micro panel data gathered on individuals, firms and households may be more accurately measured than similar variables measured at the macro level. *Biases resulting from aggregation over firms or individuals may be reduced or eliminated* [...] (BALTAGI, 2005, p. 4-7).⁵

Um painel é chamado de balanceado quando cada unidade de corte transversal possui o mesmo número de observações, ou seja, “[...] the individuals are observed over the entire sample period”⁶ (BALTAGI, 2005, p. 165). Caso cada unidade tenha um número diferente de observações, o painel é desbalanceado. Os painéis ainda podem classificados em curtos e longos. Em um painel curto, o número de microunidades do corte transversal, N, é maior que o número de períodos de tempo, T. Já em um painel longo, T é maior que N (GUJARATI; PORTER, 2011).

A técnica de estimação adequada é escolhida de acordo com a classificação do painel em curto ou longo. A estimação pode ser feita pelo modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para dados empilhados (*pooled data*), pelo modelo de efeitos fixos (MEF), e pelo modelo de efeitos aleatórios (MEA) (GUJARATI; PORTER, 2011).

A regressão de MQO para dados empilhados (*pooled regression*) consiste em um estimador simples que se baseia no comportamento uniforme de todos os indivíduos e ao longo do tempo e na homogeneidade das observações. O modelo é estimado aplicando o método dos MQO à amostra longitudinal (MARQUES, 2000). Assim, estima-se “[...] uma regressão “grande”, desprezando a natureza de corte transversal e de séries temporais de

⁵ Tradução nossa: (1) Controlam a heterogeneidade individual. Dados em painel sugerem que indivíduos, empresas, estados ou países são heterogêneos. Os estudos com séries temporais e cortes transversais não controlam essa heterogeneidade e correrem o risco de obter resultados tendenciosos. 2) Os dados em painel possibilitam dados mais informativos, maior variabilidade, menor colinearidade entre as variáveis, mais graus de liberdade e maior eficiência. (3) Os dados em painel são mais capazes de estudar a dinâmica do ajuste. Os cortes transversais que parecem relativamente estáveis escondem uma multidão de mudanças. (4) Os dados do painel são mais capazes de identificar e medir os efeitos que simplesmente não são detectáveis em corte transversal puro ou dados de séries temporais puras. [...] (5) Os modelos de dados em painel nos permitem construir e testar modelos comportamentais mais complicados do que os cortes transversais ou as séries temporais. (6) Dados em micro painéis reunidos em indivíduos, empresas e famílias podem ser medidos com mais precisão do que as variáveis semelhantes medidas no nível macro. Viéses resultantes da agregação sobre empresas ou indivíduos podem ser reduzidos ou eliminados.

⁶ Tradução nossa: os indivíduos são observados ao longo de todo o período de amostragem.

nossos dados” (GUJARATI; PORTER, 2011, p. 589). Devido a este procedimento, o modelo possui um grave erro de especificação e viés ao desconsiderar a heterogeneidade existente nos dados (MARQUES, 2000).

No modelo de efeitos fixos (MEF), o intercepto pode diferir entre os indivíduos, pois cada unidade ou corte transversal pode possuir características especiais. Entretanto, a expressão “efeitos fixos” indica que o intercepto de cada indivíduo não se altera com o tempo. Isto significa que cada unidade ou corte transversal possui seu próprio valor fixo de intercepto. Além disso, o modelo pressupõe que os coeficientes angulares dos regressores não variam entre os indivíduos e ao longo do tempo. O modelo é adequado quando o intercepto do indivíduo pode estar correlacionado a um ou mais regressores (GUJARATI; PORTER, 2011).

Para considerar os diferentes interceptos, pode-se recorrer às variáveis binárias, ou seja, o intercepto com efeito fixo pode variar entre os indivíduos por meio da técnica da variável *dummy*. Neste caso, utilizam-se variáveis binárias para analisar o efeito individual de uma empresa, estado ou família. O modelo de mínimos quadrados com variáveis *dummy* para efeitos fixos (MQVD) considera a heterogeneidade existente entre os indivíduos, de modo que cada um possua seu próprio intercepto (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

Ao incluir variáveis binárias deve-se evitar a armadilha da variável *dummy*, ou seja, a colinearidade perfeita, que consiste em relações lineares exatas entre as variáveis. Assim, a inclusão de variáveis binárias deve seguir a seguinte regra: “[...] se uma variável qualitativa tem m categorias, introduza apenas $(m - 1)$ variáveis binárias. [...] para cada regressor qualitativo, o número de variáveis binárias introduzidas deve ser um a menos que as categorias daquela variável” (GUJARATI; PORTER, 2011, p. 292).

O modelo em que os interceptos diferem entre os indivíduos é conhecido como efeitos fixos unidirecionais (*one-way*). Entretanto, assim como variáveis binárias podem ser utilizadas para analisar o efeito individual, o efeito tempo também pode ser analisado pela inclusão de variáveis *dummy*. Quando os efeitos do indivíduo e do tempo variam, o modelo é chamado de efeitos fixos bidirecionais (*two-way*) (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

O modelo de mínimos quadrados com variáveis *dummy*, para efeitos fixos, também pode ser utilizado tanto quando os interceptos quanto os coeficientes angulares diferem para todas as unidades individuais ou de corte transversal. Neste caso, as variáveis binárias de coeficientes angulares interativos ou diferenciais analisam as diferenças nos coeficientes angulares. Os coeficientes diferenciais de intercepto mostram quanto a categoria que recebe o

valor 1 difere do coeficiente do intercepto da categoria de referência (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

Já a regressão pelo modelo MQVD possui problemas de estimação. Em primeiro lugar, a inclusão de muitas variáveis binárias ocasiona problemas de falta de graus de liberdade, ou seja, ausência de observações suficientes para realizar uma análise estatística significativa. Em segundo lugar, as diversas variáveis *dummy* no modelo podem acarretar multicolinearidade, o que pode dificultar a estimação exata dos parâmetros. Em terceiro lugar, o modelo pode não ser capaz de identificar o impacto das variáveis que não se alteram ao longo do tempo. Por fim, o termo de erro de uma unidade individual pode, por exemplo, ser correlacionado com o de outra (GUJARATI; PORTER, 2011).

No modelo de efeitos aleatórios (MEA) ou modelo de componente de erros (MCE), supõe-se que o intercepto de uma unidade individual seja extraído aleatoriamente de uma população maior com um valor médio constante. O intercepto comum representa o valor médio dos interceptos de corte transversal e o componente de erro representa o desvio aleatório do intercepto individual desse valor médio. Este modelo é adequado quando o intercepto de cada unidade de corte transversal não é correlacionada com os regressores (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

Para determinar qual modelo é o mais adequado, foram utilizados os seguintes testes: o teste de Chow, o teste de Hausman e o teste do multiplicador de Lagrange de Breusch e Pagan ou teste LM de Breusch-Pagan.

O teste F de Chow verifica a melhor alternativa entre o modelo *pooled* e o modelo de efeitos fixos. Por meio deste teste, é observado se os parâmetros do modelo são estáveis durante o período analisado. Caso exista uma quebra estrutural, o modelo de efeitos fixos é preferível ao modelo *pooled*. Assim, o teste possui a hipótese nula de que o intercepto é o mesmo para todas as unidades individuais, ou seja, de que o modelo *pooled* é preferível ao modelo de efeitos fixos. Se a hipótese nula for rejeitada, o modelo de efeitos fixos é mais adequado (NASCIMENTO, 2012; MURCIA et al, 2011)

A respeito do teste de Hausman (1978), foi desenvolvido para auxiliar na escolha entre o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios. A hipótese nula do teste é de que os estimadores do modelo de efeitos fixos e do modelo de componentes dos erros não diferem substancialmente. Se a hipótese nula for rejeitada, o modelo de componentes dos erros não é adequado, porque, provavelmente, os efeitos aleatórios estão correlacionados com um ou mais regressores. Dessa forma, o modelo de efeitos fixos é preferível ao de efeitos aleatórios ou componentes dos erros (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

Já o multiplicador de Lagrange de Breusch e Pagan é utilizado para escolha da melhor estimativa entre o modelo *pooled* e o modelo de efeitos aleatórios. A hipótese nula do teste é de que o modelo *pooled* é mais adequado. Caso o teste falhe em rejeitar a hipótese nula, o modelo de efeitos aleatórios não é adequado (GUJARATI; PORTER, 2011). O Quadro 01 sintetiza a escolha do modelo mais adequado a ser analisado.

Quadro 01 – Regra de decisão para escolha do modelo econométrico adotado

Tipo de teste	Resultado do teste	
	Significativo	Não significativo
Teste F de Chow	É preferível o modelo de efeito fixo	É preferível o modelo <i>Pooled</i>
Teste de Breusch e Pagan (Multiplicador de Lagrange)	É preferível o modelo de efeito aleatório	É preferível o modelo <i>Pooled</i>
Teste de Hausman	É preferível o modelo de efeito aleatório	É preferível o modelo de efeito fixo

Fonte: PRATES; SERRA, 2009, p. 106.

De acordo com o Quadro 01, se o teste de Chow for significativo, o modelo de efeitos fixos deve ser utilizado. Se o teste LM de Breusch-Pagan for significativo, o modelo de efeitos aleatórios é preferível ao modelo *pooled*. Quando o teste de Hausman for significativo, o modelo de efeitos aleatórios é mais adequado do que o modelo de efeitos fixos.

Os modelos de regressão com dados em painel apresentam problemas de estimação e de inferência. Ao combinarem cortes transversais e séries temporais, os problemas que afetam os dados de corte transversal, como a heterocedasticidade, e as séries temporais, como a não-estacionariedade e a autocorrelação, precisam ser corrigidos (GUJARATI, 2006).

Uma série temporal é estacionária quando sua média, variância e covariância não se alteram ao longo do tempo. Caso contrário, a série é não estacionária (GUJARATI, 2006). Para verificar a estacionariedade ou a não-estacionariedade da série foi utilizado o teste de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS), cuja “[...] null hypothesis is that each series in the panel contains a unit root [...] and the alternative hypothesis allows for some (but not all) of the individual series to have unit roots”⁷ (BALTAGI, 2005, p. 242).

⁷ Tradução nossa: hipótese nula é de que cada série no painel contém uma raiz unitária [...] e a hipótese alternativa permite a algumas (mas não todas) as séries possuam raízes unitárias.

Os termos de erro ε_i da regressão devem ser homocedásticos, ou seja, possuir a mesma variância (GUJARATI, 2006). Para detectar a existência de heterocedasticidade foi utilizado o teste Breusch-Pagan, o qual possui a hipótese nula de homocedasticidade.

Outro problema de estimação é a autocorrelação, que corresponde a “[...] correlação entre integrantes de séries de observações ordenadas no tempo [como as séries temporais] ou no espaço [como nos dados de corte transversal]” (GUJARATI, 2006, p. 358). O teste de Wooldridge foi utilizado para verificar a presença de autocorrelação. Este teste tem como hipótese nula a ausência de autocorrelação.

3.3 ESTRATÉGIA ECONOMETRICA

O objetivo deste estudo foi analisar a expansão da fronteira de produção das culturas de arroz, milho e soja nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, entre 1999 e 2012. Para isto, estimou-se uma regressão econométrica pela técnica de dados em painel, por meio do *Software Stata 12*. A equação estimada pode ser especificada da seguinte forma, adotando-se a forma logarítmica nas variáveis dependentes e independentes. Assim, os coeficientes angulares consistirão nas estimativas de elasticidade:

$$\ln Ar_i = \beta_0 + \beta_1 \ln Cr_i + \beta_2 \ln Vb_i + \beta_3 \ln P_i + \beta_4 \ln Nt_i + \beta_5 \ln Ne_i + \beta_6 \ln Tr_i + \beta_7 \ln Ex_i + \beta_8 Ba + \beta_9 Ma + \beta_{10} Pa + \beta_{11} Pi + \beta_{12} To + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que:

Ar_i é a área agrícola colhida no estado i ;

Cr_i é o crédito rural demandado pela agricultura do estado i ;

Vb_i é o Valor Adicionado Bruto da produção agropecuária do estado i ;

P_i é o preço das *commodities*;

Nt_i é o número de empregados no setor agrícola do estado i ;

Ne_i é o número de estabelecimentos no setor agrícola do estado i ;

Tr_i é a quantidade vendida de tratores no estado i ;

Ex_i é o valor monetário das exportações do agronegócio do estado i ;

Ba é uma variável *dummy* que possui valor 1 para a Bahia e 0 para os demais estados;

Ma é uma variável *dummy* que possui valor 1 para o Maranhão e 0 para os demais estados;

Pa é uma variável *dummy* que possui valor 1 para o Pará e 0 para os demais estados;

P_i é uma variável *dummy* que possui valor 1 para o Piauí e 0 para os demais estados;
 T_o é uma variável *dummy* que possui valor 1 para o Tocantins e 0 para os demais estados;
 β_0 a β_{12} são parâmetros cuja expectativa é que apresentem sinal positivo; e
 ε_i é o erro.

Os estados utilizados na equação econométrica foram: Acre, Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rondônia, Roraima, Sergipe e Tocantins. Os estados do Amapá e Amazonas não foram usados, pois apresentam descontinuidade de dados para algumas variáveis para os anos de 1999 a 2012.

3.4 FONTES DE DADOS

Os dados para a variável Valor Adicionado Bruto (VAB) da produção agropecuária e a área agrícola colhida foram coletados no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).

A variável crédito rural de custeio demandado pelas culturas apontadas foi obtido dos Anuários Estatísticos de Crédito Rural do Banco Central do Brasil (BACEN), enquanto a variável preço das *commodities* foi coletada da *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD).

Já as variáveis número de empregados no setor agrícola e número de estabelecimentos no setor agrícola foram coletados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A quantidade vendida de tratores para os estados do Norte e Nordeste brasileiro foram obtidas junto à Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Já as exportações do agronegócio em valores monetários por estado foram retiradas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) pelo sistema de Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (AGROSTAT).

3.5 AJUSTES NOS DADOS

Os valores nominais das variáveis foram atualizados para preços correntes de 2012, por meio da correção monetária sem juros. A correção monetária consiste na “[...] reposição da inflação aos valores. Em outras palavras, a correção monetária é a atualização dos valores

monetários, para manter o poder de compra do dinheiro” (BAUER, 2003, p. 71). A equação 2 apresenta a fórmula utilizada para a correção monetária.

$$FV = PV \times \left(\frac{\text{índice final}}{\text{índice inicial}} \right) \quad (2)$$

Em que:

FV é o valor futuro ou montante;

PV é o valor atual ou valor presente.

As variáveis VAB da produção agropecuária, crédito rural de custeio e exportações do agronegócio foram corrigidas pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV) por meio da equação 2.

Já os preços das *commodities* foram corrigidos pelo índice de preços ao consumidor (IPC) dos Estados Unidos. Posteriormente, eles foram convertidos em Reais pela taxa de câmbio média anual, obtida junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA). De acordo com Martins e Domingues (2011), a média aritmética simples de uma população de N observações (X_1, X_2, \dots, X_N) é representada pelo símbolo μ e é calculada por:

$$\mu = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum X_i}{N} \quad (3)$$

A metodologia utilizada para obter o crédito rural foi a somatória do volume total de crédito rural destinado ao custeio, para cada estado das culturas arroz, milho e soja. A variável área colhida foi obtida somando-se a área de lavouras temporárias das culturas de arroz, milho e soja. Este procedimento foi realizado, pois estas culturas são produzidas simultaneamente no mesmo período.

Já as variáveis de número de empregados e número de estabelecimentos do setor agrícola foram obtidas junto a RAIS. Contudo, para ajustar o impacto, destas culturas, sobre o fomento de empregos e estabelecimentos rurais diretamente ligados as atividades relacionadas à expansão do cultivo das culturas de arroz, milho e soja foram usadas apenas às atividades classificadas como correlatas a estas culturas.

Para definir as classes a serem utilizadas tomou-se por base a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) disponíveis para consulta na RAIS (CNAE 2.0). As classes selecionadas foram: o cultivo de cereais (01113), o cultivo de soja (01156), atividades de apoio à agricultura (01610), Atividades de pós-colheita (01636) e Atividades paisagísticas (81303).

Entretanto, no período analisado por este estudo, necessitou-se usar duas classificações da CNAE, pois houve uma modificação na forma pela qual a CNAE classificava as atividades econômicas em 2006. Dessa forma, para os anos de 1999 a 2005 utilizou-se a CNAE 1.0, e para os anos de 2006 a 2012 a CNAE 2.0. O Quadro 02 apresenta a equivalência entre as classes e suas respectivas subclasses, conforme informado pelo IBGE (2015d).

Quadro 02 – Equivalência das classes da CNAE utilizadas para os estabelecimentos e empregados no setor agrícola

CNAE 1.0		CNAE 2.0	
Seção: Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal		Seção: Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	
Divisão: Agricultura, pecuária e serviços relacionados		Divisão: Agricultura, pecuária e serviços relacionados	
Grupo: Produção de lavouras temporárias		Grupo: Produção de lavouras temporárias	
Subclasses	Classes	Classes	Subclasses
Cultivo de arroz (01112/01)	Cultivo de cereais para grãos (01112)	Cultivo de cereais (01113)	Cultivo de arroz (01113/01)
Cultivo de milho (01112/02)			Cultivo de milho (01113/02)
Cultivo de trigo (01112/03)			Cultivo de trigo (01113/03)
Cultivo de outros cereais para grãos (01112/99)			Cultivo de outros cereais não especificados anteriormente (01113/99)
Subclasses	Classes	Classes	Subclasses
Cultivo de soja (1155/00)	Cultivo de Soja (01155)	Cultivo de Soja (01156)	Cultivo de Soja (01156/00)
Divisão: Agricultura, pecuária e serviços relacionados		Divisão: Agricultura, pecuária e serviços relacionados	
Grupo: atividade de serviços relacionados com a agricultura e a pecuária - exceto atividades veterinárias		Grupo: Atividades de apoio à agricultura e à pecuária; atividades de pós-colheita	
Subclasses	Classes	Classes	Subclasses
Serviço de jardinagem, inclusive plantio de gramado (01619/01)	Atividades de serviços relacionados com a agricultura (01619)	Atividades de apoio à agricultura (01610)	Serviço de poda de árvores para lavouras (01610/02)
Serviço de pulverização aérea (01619/02)			Serviço de preparação de terreno, cultivo e colheita (01610/03)
Serviço de poda de arvores (01619/03)			Atividades de apoio à agricultura não especificadas anteriormente (01610/99)
Serviço de colheita (01619/04)		Atividades de pós-colheita (01636)	Atividades de pós-colheita (01636/00)
Serviços relacionados ao tratamento de produtos agrícolas (01619/05)			
Outras atividades de serviços relacionados com a agricultura (01619/99)			

Fonte: IBGE, 2015d.

Para a CNAE 2.0, a classe cultivo de cereais (01113) compreende o cultivo de alpiste, arroz, aveia, centeio, cevada, milho, milheto, painço, sorgo, trigo, trigo preto, triticale e outros cereais não especificados anteriormente, o beneficiamento de cereais em estabelecimento agrícola e o cultivo de sementes de cereais, quando atividade complementar ao cultivo. Ela é correspondente à classe da CNAE 1.0, cultivo de cereais para grãos (01112) que engloba o cultivo de arroz, aveia, centeio, cevada, milho, sorgo e outros cereais para grãos, o beneficiamento de cereais em estabelecimento agrícola e a produção de semente para plantio de cereais, quando complementar ao cultivo.

É possível observar a semelhança nas atividades descritas nas atividades relacionadas às classes observadas. Também é nítido que as classes 01155, 01156 denominadas o cultivo de soja, compreendem, as mesmas atividades para as duas classificações da CNAE, isto é, o cultivo e a produção de semente para plantio de soja, quando complementar ao cultivo.

Já as classes da CNAE 2.0 denominadas atividades de apoio à agricultura (01610), atividades de pós-colheita (01636) e atividades paisagísticas (81303) são correspondentes a uma única classe da CNAE 1.0, chamada de atividades de serviços relacionados com a agricultura (01619). Apesar da grande abrangência da classe da CNAE 1.0 em relação as outras três classes da CNAE 2.0, é possível perceber a correlação das atividades, quando são apontadas as atividades contempladas em cada uma das classes.

Nesse sentido, a classe atividades de apoio à agricultura (01610) compreende as atividades de apoio à agricultura realizada sob contrato, a preparação de terreno, o cultivo e a colheita realizados sob contrato, o serviço de pulverização e controle de pragas agrícolas, o serviço de poda nas lavouras, o tratamento das lavouras, capinas manuais e químicas (aplicação de herbicidas), o plantio de mudas nos campos de cultivo, o transplante de mudas nos campos de cultivo, a operação de equipamentos e instalações para irrigação, as atividades de contratantes de mão de obra para o setor agrícola e a locação de máquinas e equipamentos agrícolas com operador.

A classe atividades de pós-colheita (01636) compreende a preparação primária de produtos agrícolas para o mercado realizado sob contrato, os serviços de limpeza, lavagem, classificação, desinfecção e ornamentação de produtos agrícolas, o descaroçamento do algodão realizado no estabelecimento agrícola sob contrato, o beneficiamento de arroz realizado no estabelecimento agrícola sob contrato, o serviço de secagem de cereais realizado no estabelecimento agrícola sob contrato e os serviços de sapeco, secagem, trituração e cancheamento das folhas de erva-mate, realizado no estabelecimento agrícola sob contrato.

Já a classe atividades paisagísticas (81303) corresponde ao plantio, tratamento e manutenção de jardins e gramados, o plantio, tratamento e manutenção de plantas, a poda e o plantio de árvores na área urbana e outras atividades paisagísticas voltadas à manutenção do solo não-agrícola e não-florestal.

A classe atividades de serviços relacionados com a agricultura (01619) compreende as atividades relacionadas com a agricultura, realizadas por conta de terceiros, como: preparação de terrenos de cultivos e semeaduras, tratos culturais, capinas manuais e químicas (aplicação de herbicidas), pulverização aérea (aplicação de defensivos agrícolas), plantio de mudas nos campos de cultivo, colheita e atividades conexas. Estas últimas podem ser

classificadas como: preparação das produções para o mercado primário (limpeza, classificação e manejo de mercadorias), controle de pragas, descaroçamento de algodão, operação de sistemas de irrigação, as atividades de contratantes de mão de obra para o setor agrícola. Essa classe ainda compreende a locação de máquinas agrícolas e equipamentos, com operador, o plantio e manutenção de jardins, parques e gramados para fins diversos, a operação de poda de árvores e o controle de pragas e parasitas.

Portanto, pode-se perceber que as atividades de abrangência da classe 01619 da CNAE 1.0 são encontradas disseminadas nas classes 01610, 01636 e 81303 da CNAE 2.0. Por isso foram usadas como correspondentes para as séries de dados sobre os números de empregados e estabelecimentos do setor agrícola no período estudado.

3.5.1 Taxa de crescimento

Após o levantamento dos dados foi realizado uma análise descritiva das variáveis utilizadas no modelo econométrico. Para realizar tal procedimento foram calculadas as taxas geométricas de crescimento destas variáveis. Para isto, empregou-se um modelo semi-logarítmico, o qual se baseia em uma regressão simples onde o regressando (Y_i) está na forma logarítmica e o regressor (t) é o tempo, que assume valores sequenciais não logarítmicos de acordo com o período avaliado (GUJARATI, 2006).

Assim, o modelo apresenta uma taxa de crescimento composta ou geométrica⁸, podendo ser especificado como:

$$\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 t + \varepsilon_i \quad (4)$$

Em que:

Y_i é a variável dependente;

β_1 é a constante;

β_2 é o coeficiente angular;

t é o tempo (1, 2, 3... 14).

⁸ Conforme Gujarati (2006), os estimadores β_1 e β_2 da equação (4) são obtidos da expressão de juros compostos, podendo ser expressada como: $Y_t = Y_0 (1+r)^t$, sendo r a taxa de crescimento e t o tempo. Transformando a equação para forma logarítmica: $\ln Y_t = \ln Y_0 + t \ln(1+r)$. Agora considerando os estimadores como: $\beta_1 = \ln Y_0$ e $\beta_2 = \ln(1+r)$, tem-se a equação: $\ln Y_t = \beta_1 + \beta_2 t$.

O resultado da equação (4) demonstra a taxa de crescimento instantânea, isto é, em um ponto no tempo. Para obter a taxa composta, ou seja, ao longo do período, é necessário realizar o cálculo do antilog do valor do β_2 estimado, subtraindo-o de um (1) e multiplicando-o por 100, sendo assim: $[\text{antilog}(\beta_2) - 1] * 100$ é igual a taxa geométrica de crescimento (GUJARATI, 2006).

Esta taxa geométrica de crescimento é exposta para as variáveis: área agrícola, crédito rural, VAB da produção agropecuária, número de empregados no setor agrícola, número de estabelecimentos no setor agrícola e a quantidade vendida de tratores. Ela foi calculada para cada estado do Norte e Nordeste brasileiro para os anos de 1999 a 2012. O resultado é exibido junto às tabelas de 1 a 7 no próximo capítulo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Na análise descritiva das variáveis utilizadas no modelo econométrico são demonstrados os valores e as taxas geométricas de crescimento de cada estado. Isto foi feito para todas as séries de dados usadas na equação econométrica, para os anos de 1999 a 2012. Os valores são apresentados pelas tabelas de 01 a 07.

A Tabela 01 mostra a soma das áreas colhidas das culturas de arroz, milho e soja para os estados do Norte e Nordeste brasileiro. Os números são apresentados para o período de 1999 a 2012 em mil hectares. Além da área colhida, a última coluna exibe a taxa geométrica de crescimento anual para cada estado.

Tabela 01 – Área colhida das culturas de arroz, milho e soja para os estados do Norte e Nordeste brasileiro em mil hectares

UF	Anos														TX ¹
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
RO	245	238	200	171	209	260	293	300	283	299	334	348	350	389	4,95
AC	50	58	53	56	57	71	65	63	59	50	41	56	53	54	-0,61
AM	30	30	28	29	31	26	33	36	23	17	18	19	20	20	-4,28
RR	31	31	23	30	37	50	48	45	32	36	23	23	30	31	-0,72
PA	701	687	547	496	589	627	645	555	520	495	468	414	419	434	-3,49
AP	2	2	4	4	4	4	5	4	5	6	7	7	6	5	7,48
TO	263	265	280	311	362	487	632	517	527	575	518	574	615	624	7,49
MA	915	977	993	1.041	1.124	1.228	1.275	1.250	1.257	1.242	1.218	1.346	1.381	1.421	3,10
PI	469	481	497	518	536	581	665	630	660	670	727	753	880	826	4,86
CE	647	672	645	742	747	694	601	672	707	709	727	581	757	524	-0,57
RN	33	94	39	100	104	90	51	80	53	75	68	21	74	7	-7,15
PB	49	178	20	156	175	172	160	191	167	187	189	76	161	16	-0,48
PE	90	242	111	178	170	219	216	267	276	280	286	180	262	57	1,31
AL	53	64	45	64	27	48	76	76	72	82	71	47	44	7	-4,73
SE	88	87	63	68	86	100	135	151	159	172	184	192	153	86	6,30
BA	1.167	1.357	1.286	1.340	1.542	1.604	1.682	1.611	1.616	1.657	1.743	1.760	1.688	1.531	2,43

Fonte: IBGE, 2015a.

Nota: ¹Taxa geométrica de crescimento (%) para cada estado.

Na Tabela 01 é possível identificar os estados que demonstraram maior crescimento da área colhida, a saber: Tocantins (7,49%), Amapá (7,48%), Sergipe (6,30%), Rondônia (4,95%), Piauí (4,86%), Maranhão (3,10%) e Bahia (2,43%). Ressalta-se a importância dos

estados do Tocantins, Piauí, Maranhão e Bahia, pois eles representavam 73% do total da área colhida para estas culturas no ano de 2012. Já o Amapá e o Sergipe, apesar de possuírem altas taxas de crescimento, foram pouco significativos para a produção total no Norte e Nordeste. O estado de Rondônia também mostrou uma taxa de crescimento elevada, além disso, ele aumentou sua representatividade na produção total, passando de 5% em 1999 para 6,5% em 2012. Os demais estados possuíram taxas de crescimento negativas ou pouco significativas.

A Tabela 02 apresenta a somatória dos valores monetários do crédito rural de custeio das culturas de arroz, milho e soja para os estados do Norte e Nordeste brasileiro. Os valores são para o período de 1999 a 2012 em milhões de Reais. Ela também exibe a taxa geométrica de crescimento anual do crédito rural de custeio para cada estado destas regiões.

Tabela 02 – Crédito rural de custeio para as culturas de arroz, milho e soja para os estados do Norte e Nordeste brasileiro em milhões de Reais

UF	Anos ¹														TX ²
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
RO	14,1	16,7	22,2	21,7	46,2	62,9	38,8	25,3	27,5	25,7	32,6	44,8	31,5	31,9	4,71
AC	0,5	5,0	4,3	3,7	8,0	7,4	5,0	5,6	5,2	4,6	5,2	4,1	3,2	3,1	3,99
AM	3,0	1,3	0,0	1,0	3,3	6,6	1,1	0,2	0,0	0,0	0,6	0,6	0,7	1,5	n. d.³
RR	2,1	14,2	5,6	2,1	13,5	22,9	24,3	5,4	5,5	4,2	3,6	3,6	5,4	10,8	-0,33
PA	19,5	17,8	20,0	19,8	48,3	66,9	47,5	30,2	49,7	29,7	26,5	26,9	37,8	48,1	4,71
AP	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	1,5	1,7	0,5	0,3	0,4	0,3	1,7	2,3	2,0	n. d.³
TO	62,2	75,0	71,1	60,5	175,7	278,8	185,3	133,3	156,5	239,0	245,1	204,0	210,0	282,3	11,55
MA	71,9	95,0	80,4	85,6	167,3	126,3	180,3	179,1	199,5	314,6	435,2	323,7	292,5	311,2	14,06
PI	54,2	48,4	42,7	43,4	71,8	81,0	89,7	75,4	89,0	162,1	276,1	284,4	281,9	529,5	20,06
CE	22,3	14,0	11,9	5,8	17,1	45,9	25,4	26,8	33,4	24,8	25,7	14,9	13,8	9,4	0,44
RN	2,4	0,7	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,7	0,4	-5,67
PB	3,5	1,0	0,5	0,3	0,2	1,0	0,4	0,8	0,2	0,4	0,7	0,1	0,0	0,4	-16,5
PE	3,0	2,0	0,8	0,4	2,3	2,2	1,8	3,3	3,2	1,3	1,5	1,1	0,8	1,1	-2,88
AL	5,9	2,6	11,9	10,7	11,5	6,7	10,1	7,3	5,9	6,9	9,5	8,3	7,0	6,1	0,87
SE	15,3	16,7	21,7	19,6	16,9	24,4	33,9	33,4	27,6	45,0	63,2	64,7	79,2	66,5	13,97
BA	117,6	204,2	181,3	229,0	359,4	407,4	443,8	329,6	382,1	531,8	753,3	773,7	808,8	959,8	15,43

Fonte: BACEN, 2015.

Nota: ¹Valores monetários em Reais, corrigidos pelo IGP-DI a preços de 2012. ²Taxa geométrica de crescimento (%) para cada estado. ³A taxa geométrica de crescimento para os estados do Amazonas e Amapá não foram calculadas devido a inexistência de valores para alguns anos.

Os estados que exibiram as maiores taxas de crescimento anuais foram, respectivamente, Piauí (20,06%), Bahia (15,43%), Maranhão (14,06%), Sergipe (13,97%) e Tocantins (11,55%). Dentre estes estados, apenas o Sergipe possuiu pouca representatividade

no total demandado de crédito rural (2,9%). Os outros quatro compreenderam 91,98% do montante total de crédito rural de custeio destinado ao Norte e Nordeste brasileiro para 2012. É evidente que, além do aumento de área cultivada, têm ocorrido elevações intensivas da produtividade nos estados da região do MATOPIBA, ou seja, eles têm aumentado sua produção via elevação dos investimentos por hectare. A taxa geométrica de crescimento do crédito rural de custeio é expressivamente mais alta que a da área colhida, chegando a ser quatro vezes maior para alguns destes estados.

Já os estados de Rondônia (4,71%), Acre (3,99%) e Pará (4,71%) apresentaram taxa médias de crescimento. É possível observar que Rondônia apresentou uma taxa de crescimento do crédito rural similar à taxa de crescimento da área colhida, sinalizando que o estado tem ampliado o cultivo de arroz, milho e soja principalmente por meio do crédito de custeio. O estado do Pará apresentou uma taxa de crescimento do crédito rural de custeio média, enquanto sua taxa de crescimento da área colhida é negativa. Isto indica que a produção de arroz, milho e soja nesse estado tem se mantido por meio do crédito rural, pois o Pará ainda mantém um percentual significativo da área colhida destas culturas (7,2%).

O Valor Adicionado Bruto (VAB) da produção agropecuária para os estados do Norte e Nordeste brasileiro é demonstrado pela Tabela 03. Ela exhibe o total anual do VAB para os anos de 1999 a 2012, como também, a taxa geométrica de crescimento anual para cada estado no mesmo período.

Tabela 03 – Valor Adicionado Bruto da produção agropecuária para os estados do Norte e Nordeste brasileiro em milhões de Reais

UF	Anos ¹														TX ²
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
RO	2.668	2.605	2.440	2.532	3.445	3.395	3.563	3.290	3.656	4.566	5.358	5.059	5.383	5.337	6,90
AC	709	735	922	829	1.032	1.025	1.248	1.082	1.227	1.434	1.476	1.655	1.536	1.587	6,80
AM	1.293	1.248	1.285	2.416	2.183	1.799	2.215	2.412	2.273	2.560	2.698	3.511	4.000	3.876	8,83
RR	329	428	468	391	477	442	343	380	347	362	367	312	314	317	-2,18
PA	5.160	5.092	5.581	5.347	5.449	4.501	4.793	5.366	5.150	4.660	4.862	5.290	5.292	5.899	0,17
AP	211	212	253	239	166	180	197	270	325	299	282	279	296	311	3,53
TO	2.269	1.868	2.202	1.930	3.141	2.757	2.738	2.354	2.432	3.085	3.473	3.235	3.045	2.886	3,46
MA	4.321	4.460	4.794	4.219	5.195	5.507	6.172	6.265	7.136	9.578	7.531	7.884	8.827	7.789	6,24
PI	1.478	1.579	1.572	1.152	1.826	1.725	1.724	1.585	1.402	2.033	2.174	1.375	1.757	952	-0,32
CE	3.796	3.979	3.362	3.343	4.141	3.533	3.308	4.316	3.704	4.641	3.728	3.209	3.934	2.639	-0,77
RN	726	581	515	1.352	1.644	1.509	1.341	1.681	1.390	1.273	1.643	1.363	1.290	1.179	5,39
PB	1.660	1.928	1.951	1.554	1.996	1.677	1.628	1.884	1.514	1.757	1.856	1.371	1.543	1.234	-1,97
PE	2.320	2.680	2.751	2.765	3.266	3.005	3.342	3.624	3.444	4.033	4.086	4.142	3.301	2.676	2,70
AL	2.241	2.784	2.931	1.966	1.829	1.690	1.657	1.673	1.476	1.716	1.800	1.670	1.694	1.483	-3,72
SE	785	692	730	705	1.081	787	809	965	948	1.134	1.316	1.111	894	1.034	3,47
BA	7.652	9.265	9.247	10.211	10.834	11.351	10.211	9.509	11.131	11.210	11.801	11.082	11.241	10.661	2,02

Fonte: IBGE, 2015e.

Nota: ¹Valores corrigidos pelo IGP-DI a preços de 2012. ²Taxa geométrica de crescimento (%) para cada estado.

É possível observar que o VAB possui um comportamento diferente das outras variáveis analisadas. Para esta variável os estados que exibem as maiores taxas de crescimento foram: Amazonas (8,83%), Rondônia (6,9%), Acre (6,8), Maranhão (6,24%), Rio Grande do Norte (5,39%), Amapá (3,53%), Sergipe (3,47%) e Tocantins (3,46%). Estes estados representaram 46,06% do total do VAB do Norte e Nordeste brasileiro em 2012.

Todavia, os estados do Maranhão e Tocantins, a despeito de não apresentarem as maiores taxas de crescimento, corresponderam a 21,41% do total do VAB no mesmo ano. O percentual dos outros estados equivale a 24,65% do VAB. Quando são observados os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, pois eles exibiram as maiores áreas colhidas das culturas de arroz, milho e soja, verifica-se que o VAB deles correspondeu a 44,70% do total do Norte e Nordeste brasileiro em 2012.

Dentre os quatro estados apontados, somente o Piauí exibiu uma taxa de crescimento negativa. Isto indica que parte da produção das culturas analisadas é processada em outro estado ou país. Já o estado da Bahia demonstrou uma taxa de crescimento de 2,02%,

apontando uma evolução moderada do VAB, porém é o estado que possui a maior parcela do VAB das regiões estudadas em todo o período examinado. Isto pode estar ligado ao fato da expansão destas culturas ter ocorrido primeiramente nesse estado, sendo assim, as áreas de plantio destas culturas estão em estágio final de consolidação. O comportamento das variáveis observadas indica isto, pois os montantes monetários são altos e as taxas de crescimento moderadas.

No que diz respeito ao emprego no setor agrícola, a Tabela 04 mostra o número de empregados no setor agrícola para os estados do Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012. O número de empregados no setor agrícola foi obtido junto às classes da RAIS apontadas no Quadro 02. Ela exibe também a taxa geométrica de crescimento de cada estado para os anos de 1999 a 2012.

Tabela 04 – Número de empregados no setor agrícola para os estados do Norte e Nordeste brasileiro

UF	Anos														TX ¹
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005 ²	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012 ³	
RO	252	460	511	502	784	899	812	939	1.093	1.243	1.492	1.390	1.258	1.222	11,92
AC	489	554	526	534	585	565	695	157	134	152	163	129	222	175	-11,76
AM	415	781	411	511	547	660	682	679	537	779	402	423	445	465	-1,09
RR	37	47	73	77	108	267	359	641	810	719	340	332	395	421	22,53
PA	4.040	3.586	3.796	3.737	3.434	4.374	4.555	2.901	2.920	3.221	2.392	2.586	5.074	5.219	-0,31
AP	106	38	43	72	306	307	374	499	591	372	189	84	154	64	5,61
TO	809	602	706	801	1.122	1.635	1.661	1.904	2.073	2.370	2.400	2.263	2.927	3.001	13,39
MA	1.795	1.519	2.307	2.314	3.059	3.521	3.805	2.916	3.434	3.868	3.635	4.004	4.098	4.936	7,53
PI	1.096	703	885	974	1.019	1.581	1.635	1.760	2.165	2.255	3.349	2.930	4.369	5.040	15,19
CE	3.009	2.875	2.748	2.343	3.815	3.709	4.104	1.313	1.785	1.593	1.393	1.348	1.981	1.614	-6,37
RN	2.093	1.410	1.511	966	2.620	2.333	2.308	1.310	1.217	1.017	947	1.120	922	805	-5,80
PB	2.066	1.802	1.511	1.087	1.097	1.357	1.168	959	1.468	1.258	1.273	1.161	1.020	900	-3,80
PE	2.151	1.253	1.528	1.425	1.889	2.712	3.499	2.473	2.802	3.312	3.117	3.582	4.057	3.423	7,92
AL	310	757	786	2.009	588	780	697	596	662	632	576	644	768	661	-0,18
SE	1.271	1.350	1.386	1.516	1.577	1.609	740	726	683	1.631	1.658	1.673	776	674	-3,12
BA	6.762	6.401	6.083	6.882	9.605	11.764	12.807	9.734	10.260	12.254	12.677	13.110	15.257	15.019	7,20

Fonte: RAIS, 2015b.

Nota: ¹Taxa geométrica de crescimento (%) para cada estado. ²Entre 1999 e 2005, os dados são para a classificação da CNAE 1.0. ³Entre 2006 e 2012, os dados são para a classificação da CNAE 2.0.

As maiores taxas de crescimento geométricas anuais foram dos estados Roraima (22,53%), Piauí (15,19%), Tocantins (13,39%), Rondônia (11,92%), Pernambuco (7,92%),

Maranhão (7,53%) e Bahia (7,2%). Estes estados corresponderam a 75,76% do total dos empregados do setor agrícola no ano de 2012. Apesar de Roraima, Rondônia e Pernambuco possuírem altas taxas de crescimento do número de empregados, eles corresponderam somente a 11,6% do total, enquanto os estado do Piauí, Tocantins, Maranhão e Bahia foram responsáveis por 64,15% do total do número de empregados no setor agrícola em 2012. Novamente, destaca-se o estado de Rondônia, que apresentou um expressivo crescimento, assim como, para as outras variáveis analisadas.

A Tabela 05 demonstra o número de estabelecimentos do setor agrícola para os estados do Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012. Ela também mostra a taxa geométrica de crescimento para cada estado das regiões analisadas para o mesmo período. Os dados sobre o número de estabelecimentos foram obtidos conforme as classificações da RAIS expostas no Quadro 02.

Tabela 05 – Número de estabelecimentos no setor agrícola para os estados do Norte e Nordeste brasileiro

UF	Anos														TX ¹
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005 ²	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012 ³	
RO	65	105	132	143	245	277	247	279	316	335	352	362	349	357	12,31
AC	22	25	36	36	33	53	52	52	47	50	58	39	47	43	4,82
AM	22	31	28	76	96	113	129	115	117	139	74	82	101	97	10,06
RR	12	13	11	10	13	35	52	64	68	71	57	55	57	71	18,37
PA	259	280	323	436	551	698	790	471	512	585	536	543	564	542	5,02
AP	10	11	14	19	21	13	19	24	26	26	27	24	29	23	7,33
TO	192	177	203	225	311	427	454	463	470	526	573	571	660	666	11,48
MA	134	161	198	234	353	415	462	478	511	556	558	624	623	688	12,97
PI	92	91	112	112	142	208	222	259	272	284	305	342	374	384	13,00
CE	135	179	181	129	154	162	160	159	189	168	176	193	227	235	3,00
RN	169	173	192	215	263	303	298	290	303	283	254	264	214	203	2,02
PB	253	241	238	233	242	237	258	199	238	242	249	241	242	225	-0,25
PE	312	289	284	308	346	360	390	328	415	509	451	497	504	456	4,71
AL	78	88	87	104	110	123	135	114	112	122	127	142	150	148	4,51
SE	232	260	264	291	295	345	342	261	294	324	315	311	315	305	1,64
BA	943	1000	1027	1160	1517	1755	1942	1813	1832	1976	2081	2208	2310	2245	7,49

Fonte: RAIS, 2015a.

Nota: ¹Taxa geométrica de crescimento (%) para cada estado. ²Entre 1999 e 2005, os dados são para a classificação da CNAE 1.0. ³Entre 2006 e 2012, os dados são para a classificação da CNAE 2.0.

Os estados que demonstraram as maiores taxas de crescimento geométricas anuais para o número de estabelecimentos no setor agrícola foram Roraima (18,37%), Piauí (13%), Maranhão (12,97%), Rondônia (12,31%), Tocantins (11,48%), Amazonas (10,06%) e Bahia (7,49%). Estes estados representaram 65,95% do total de estabelecimentos agrícolas no Norte e Nordeste brasileiro em 2012. Contudo, é possível observar a importância dos estados do Piauí, Maranhão, Tocantins e Bahia, pois, somados, eles corresponderam a 59,55% do total no mesmo ano. Logo, os estados de Roraima, Rondônia e Amazonas responderam apenas por 6,4% dos estabelecimentos agrícolas para 2012.

A quantidade vendida de tratores para os estados do Norte e Nordeste brasileiro foram obtidas junto à Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). A Tabela 06 evidencia a soma da quantidade vendida de tratores de roda, pulverizadores e colhedoras para os estados do Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012. Ela também mostra a taxa geométrica de crescimento para cada estado das regiões estudadas para o mesmo período.

Tabela 06 – Quantidade vendida de tratores de roda, pulverizadores e colhedoras para os estados do Norte e Nordeste brasileiro

UF	Anos														TX ¹
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
RO	64	86	140	171	116	303	238	255	228	341	391	605	332	470	15,19
AC	53	23	29	21	11	12	46	55	63	91	218	144	176	288	22,12
AM	10	26	80	18	13	17	63	45	18	22	26	46	27	67	5,70
RR	40	41	46	57	26	17	30	81	130	35	34	96	94	82	6,83
PA	466	557	370	375	402	530	399	269	663	922	472	902	900	1.040	6,76
AP	12	14	11	18	11	16	22	17	7	11	21	29	9	9	-0,34
TO	311	327	292	267	377	359	139	212	359	544	452	594	654	838	7,48
MA	320	296	259	391	329	342	153	252	393	517	434	650	672	837	7,69
PI	96	105	43	93	53	143	87	67	92	139	246	193	195	197	9,12
CE	116	169	128	143	128	306	150	174	178	261	362	707	618	409	12,75
RN	78	64	87	149	93	77	61	80	50	43	32	139	62	52	-3,68
PB	47	41	43	93	85	66	50	37	35	18	21	69	81	146	1,35
PE	141	209	264	273	265	183	209	271	381	433	487	722	720	468	10,94
AL	156	388	407	358	189	140	192	218	176	195	173	388	551	392	2,51
SE	114	152	85	139	236	154	72	137	255	479	364	533	591	395	14,11
BA	814	1.018	812	948	879	1.089	577	586	909	1.207	1.097	1.944	1.850	1.827	6,12

Fonte: ANFAVEA, 2015.

Nota: ¹Taxa geométrica de crescimento (%) para cada estado.

Os resultados mais expressivos para as taxas de crescimento geométricas da quantidade de tratores vendidos foram para os estados do Acre (22,12%), Rondônia (15,19%), Sergipe (14,11%), Ceará (12,75%), Pernambuco (10,94%), Piauí (9,12%), Maranhão (7,69%) e Tocantins (7,48%). Juntos estes estados corresponderam a 51,9% do total das vendas de tratores de rodas, pulverizadores e colhedeiças para os estados do Norte e Nordeste brasileiro em 2012.

Não obstante, é importante destacar a participação do Pará (6,76%) e Bahia (6,12%). Tais estados também apresentaram taxas de crescimento elevadas e detinham 38,14% do total das vendas no ano de 2012. Deste modo, somados aos estados que possuem as maiores taxas geométricas de crescimento, eles passam a representar 90,05% das vendas totais no mesmo período.

A Tabela 07 mostra os valores em milhões de Reais do total das exportações do agronegócio para os estados do Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012. Ela apresenta também as taxas de crescimento geométricas para cada estado das regiões examinadas no mesmo período.

Tabela 07 – Exportações do agronegócio dos estados do Norte e Nordeste brasileiro em milhões de Reais

UF	Anos ¹														TX ²
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
RO	277	274	301	377	502	575	726	944	1.181	1.308	915	822	745	1.378	12,69
AC	6	7	31	20	28	35	42	53	46	50	33	39	30	17	8,92
AM	805	1.506	1.294	592	512	522	459	483	422	424	360	349	325	439	-8,72
RR	8	11	22	34	22	25	32	52	44	35	26	15	23	24	4,69
PA	2.666	2.769	2.825	2.828	3.417	3.780	3.418	3.596	4.005	3.530	3.067	3.361	3.028	3.368	1,45
AP	164	115	107	72	102	194	157	157	125	141	93	125	68	76	-2,66
TO	27	22	15	87	241	525	584	650	407	681	703	684	877	1.256	37,24
MA	370	467	471	545	777	961	910	806	766	1.104	1.086	879	1.183	1.722	9,57
PI	197	236	196	233	283	301	190	124	116	295	402	244	288	426	3,33
CE	1.541	1.942	2.420	2.483	3.192	2.994	2.627	2.251	2.058	1.969	1.813	1.650	1.586	1.578	-2,44
RN	541	651	945	994	1.270	1.219	1.053	966	838	660	543	456	382	399	-5,37
PB	274	320	519	533	753	682	629	437	408	301	214	241	207	212	-5,95
PE	866	778	1.278	1.196	1.429	1.363	1.468	1.429	1.214	1.185	1.226	1.371	1.388	1.011	1,74
AL	1.034	850	1.636	1.461	1.703	1.769	1.928	2.045	1.580	1.882	1.975	1.849	2.465	1.970	5,31
SE	78	102	87	150	145	162	152	181	225	144	103	112	183	234	4,85
BA	2.900	3.349	3.820	4.056	5.078	5.624	5.749	5.747	5.850	7.491	7.999	7.444	8.488	9.233	8,74

Fonte: AGROSTAT, 2015.

Nota: ¹Valores corrigidos pelo IGP-DI a preços de 2012. ²Taxa geométrica de crescimento (%) para cada estado.

Segundo os dados, é possível observar que os estados com as maiores taxas de crescimento para as exportações do agronegócio foram Tocantins (37,24%), Rondônia (12,69%), Maranhão (9,57%), Acre (8,92%), Bahia (8,74%) e Alagoas (5,31%). No ano de 2012, estes estados corresponderam a 66,72% do total exportado pelo agronegócio no Norte e Nordeste brasileiro. Além destes estados, o Pará revelou uma taxa de crescimento reduzida para o período (1,45%), mas mostrou valores expressivos ao longo do período analisado, possuindo uma representatividade de 14,4% do total exportado do agronegócio em 2012.

No que diz respeito ao estado do Piauí, que tem apresentado significativas taxas de crescimento para as outras variáveis, com exceção do VAB da produção agropecuária, observa-se uma taxa de crescimento geométrica média (3,33%) das exportações do agronegócio. Sua importância no total exportado do agronegócio é pouco expressiva, podendo indicar que parte da produção é consumida no próprio estado ou pelos outros estados do Brasil.

4.2 RESULTADOS DO MODELO ECONOMÉTRICO

Este estudo buscou evidenciar os determinantes da expansão da fronteira de produção das culturas de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012. Para tal estimou-se uma equação econométrica por meio da técnica de dados em painel.

Para definir o melhor modelo, foram estimados três modelos, a saber: o modelo *Pooled*, o modelo de Efeitos Fixos e o modelo de Efeitos Aleatórios. Posteriormente, foram efetuados os testes de Chow, Hausman e LM de Breusch-Pagan para encontrar o melhor modelo.

O teste de Chow, que compara o modelo *Pooled* e o modelo de Efeitos Fixos, mostrou que o de Efeitos Fixos é preferível ao *Pooled*. Já o teste de Hausman foi significativo, apresentando o valor de 5,33. Sendo assim, o modelo de Efeitos Aleatórios é preferível ao modelo de Efeitos Fixos. Para confirmar este resultado foi realizado o teste de LM de Breusch-Pagan. Ele também se mostrou significativo, exibindo o valor de 132,92, e evidenciando que o modelo de Efeitos Aleatórios é preferível ao modelo *Pooled*. Assim, os testes indicaram que o modelo de Efeitos Aleatórios é melhor em relação aos modelos *Pooled* e de Efeitos Fixos.

Foi realizado também o teste de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS) para todas as variáveis. Este teste mostra se a série de dados é estacionária ou não-estacionária. Ele possui como hipótese nula que cada série no painel contém uma raiz unitária e a hipótese alternativa permite que algumas (mas não todas) as séries possuam raízes unitárias (BALTAGI, 2005). Assim, depois de efetuados os testes, todas as séries foram consideradas estacionárias, exceto o preço das *commodities*. Esta variável passou a ser estacionária apenas após realizado o cálculo de primeira diferença (anexos A a H). Contudo, quando testado em conjunto, a equação utilizada foi identificada como estacionária (anexo I).

Após verificar a estacionariedade da série e definir o melhor modelo a ser usado, realizaram-se os testes para detectar a presença de heterocedasticidade e autocorrelação. O teste Breusch-Pagan rejeitou a hipótese nula de variância constante, mostrando a presença de heterocedasticidade. Já o teste de Wooldridge não indicou a presença de autocorrelação, sendo assim, aceitou-se a hipótese nula de ausência de autocorrelação de primeira ordem. Destarte, o modelo de Efeitos Aleatórios foi estimado com correção de heterocedasticidade. A Tabela 08 apresenta as equações estimadas, bem como os testes usados para definir o melhor modelo e para detectar a heterocedasticidade e autocorrelação.

Tabela 08 - Equação estimada para a área colhida das culturas arroz, milho e soja estados do Norte e Nordeste brasileiro de 2000 a 2012

Variáveis ¹	Regressão Pooled	Efeitos Fixos (EF)	Efeitos Aleatórios (EA)	EA com correção de heterocedasticidade
Constante	-2,325267 (1,29387)	2,340197 (2,12078)	1,064667 (1,87743)	1,064667 (1,492356)
Crédito Rural	0,159303* (0,028743)	0,112209* (0,047182)	0,115750* (0,041795)	0,115750* (0,030068)
Valor Adicionado Bruto	0,814676* (0,102357)	0,486495* (0,154980)	0,559854* (0,142436)	0,55985* (0,1076938)
Preço	-0,191264 (0,134226)	-0,010591 (0,135673)	-0,060171 (0,128722)	-0,060171 (0,172395)
Número de Empregados	0,422951* (0,099750)	0,163624 (0,09290)	0,167047 (0,091106)	0,167047* (0,033531)
Número de Estabelecimentos	0,046172 (0,109116)	-0,099197 (0,169268)	-0,0484693 (0,156275)	-0,048469 (0,068774)
Quantidade vendida de tratores	-0,109936 (0,066473)	-0,089319 (0,060882)	-0,086457 (0,059869)	-0,086457 (0,078223)
Exportações	-0,051370 (0,054207)	0,122323 (0,072619)	0,108703 (0,067915)	0,108703* (0,047436)
Dummy Bahia	-0,315674 (0,251430)	-	0,698496 (0,696816)	0,698496* (0,339467)
Dummy Maranhão	0,315790 (0,209592)	-	1,064955 (0,651796)	1,064955* (0,275773)
Dummy Pará	-0,429276 (0,293230)	-	0,100919 (0,656453)	0,100919 (0,268958)
Dummy Piauí	0,969449* (0,185735)	-	1,365649* (0,620157)	1,365649* (0,211350)
Dummy Tocantins	0,338329 (0,196910)	-	0,841402 (0,638135)	0,841402* (0,250636)
Observações	182	182	182	182
Grupos	14	14	14	14
Períodos	13	13	13	13
R-Squared	0,8471	-	-	-
Adj R-squared	0,8362	-	-	-
R-sq within	-	0,1958	0,1947	0,1947
R-sq between	-	0,7886	0,8878	0,8878
R-sq overall	-	0,7253	0,8195	0,8195
Teste F	78,00	5,60	-	-
Teste de Hausman	-	5,33	-	-
Teste LM de Breusch-Pagan	132,92	-	-	-
Teste de Chow	-	18,72	-	-
Teste de heterocedasticidade	-	-	29,49	-
Teste de autocorrelação	-	-	1,682	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

* Significativo ao nível de 5% de significância.

Nota: ¹Os valores entre parênteses correspondem aos erros-padrão. Todas as variáveis estão expressas em logaritmo natural. A variável dependente corresponde a área colhida das culturas de arroz, milho e soja.

Os resultados mostram que, de acordo com o modelo de Efeitos Aleatórios com correção de heterocedasticidade, as variáveis independentes explicam, no geral, 81,95% da variável dependente. Já entre as unidades (*R-sq between*) o ajuste do modelo foi de 88,78%, e para o valor das unidades (*R-sq within*) o ajuste foi de 19,47%. Assim, o crédito rural de custeio, o VAB da agropecuária, o preço das *commodities*, o número de empregados no setor agrícola, o número de estabelecimentos do setor agrícola, a quantidade vendida de tratores, as exportações do agronegócio e as *dummies* Bahia, Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins explicam 81,85% da área colhida de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste brasileiro entre 2000 e 2012.

Para realizar os cálculos da regressão a série de dados do crédito rural foi adiantada em um período ($t+1$), pois o crédito rural é captado em um ano (t) e afeta a área colhida no ano seguinte ($t+1$). Sendo assim, o crédito obtido no ano 2000, por exemplo, ocasionará efeitos sobre a safra de 2001. Isto acontece devido a divergência entre o período de captação de recursos financeiros e a colheita destas culturas. O coeficiente encontrado para a variável crédito rural de custeio foi estatisticamente significativo e apresentou sinal positivo esperado. De acordo com ele, um crescimento de 1% do crédito rural de custeio faz com que a área colhida das culturas analisadas aumente em 0,1157%.

O Valor Adicionado Bruto da produção agropecuária também apresentou o sinal positivo e foi estatisticamente significativo. Ele demonstrou que quando ocorre um incremento de 1% do VAB da produção agropecuária há um crescimento de 0,5598% da área colhida das culturas de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste do Brasil.

Já o preço das *commodities* não foi estatisticamente significativo, ao nível de 5% de significância, e mostrou um sinal negativo diferente do esperado. Esse resultado indica que o preço das *commodities* não tem influenciado diretamente a expansão da área colhida. Isso pode estar relacionado ao nível de agregação do próprio índice utilizado como referência para o preço das culturas analisadas. Tal índice é um preço médio cotado em dólar das principais *commodities*.

O número de empregados no setor agrícola foi estatisticamente significativo e exibiu o sinal positivo adequado. Dessa forma, quando há uma elevação de 1% no número de empregados, a área colhida das culturas observadas aumenta em 0,167%, comprovando a necessidade do setor agrícola em possuir disponibilidade de oferta de mão de obra.

A variável número de estabelecimentos não foi estatisticamente significativa e apresentou um sinal contrário ao esperado. Contudo, o número de estabelecimentos elevou-se praticamente em todos os estados, apenas o Amapá registrou uma taxa de crescimento

negativa. Esse comportamento é diferente das outras variáveis que se revelaram estatisticamente significativas.

É possível que tenha ocorrido um fomento dos estabelecimentos do setor agrícola relacionados aos serviços demandados pelas culturas de arroz, milho e soja. A expansão destes serviços ocorreu na maioria dos estados analisados, o que pode ter provocado um efeito de transbordamento (*spillover*) dos estados produtores para os estados vizinhos, sendo assim, é pouco provável que o modelo estimado consiga captar este tipo de variação.

A quantidade de tratores vendida também mostrou sinal negativo e foi estatisticamente insignificante. Logo, esta variável não demonstrou influência no aumento da área colhida. Entretanto, embora não seja estatisticamente significativa, percebe-se que há uma elevação no número de tratores vendidos para a maioria dos estados examinados, somente o Amapá e o Rio Grande do Norte apresentaram taxas de crescimento negativas. Os outros estados mostraram taxas positivas com aumentos expressivos nas quantidades vendidas entre 1999 e 2012.

Isto pode estar relacionado ao fato de que ela abrange o total da venda de tratores para todas as atividades agrícolas, independente se eles serão utilizados em áreas de pastagens ou de outras culturas. Devido a isso, o aumento de vendas de tratores pode estar relacionado à expansão total da agropecuária para Norte e Nordeste, e não apenas as áreas cultivadas com as culturas estudadas.

Também é importante apontar que esse tipo de maquinário pode ser contratado apenas para realizar a demanda de um determinado serviço, como é comum ocorrer com as colheitadeiras. Assim, estes maquinários contratados podem ser de estados vizinhos ou outros estados, dificultando a análise da quantidade total de máquinas agrícolas por estado. Outro problema é que estes maquinários podem ser adquiridos de outros estados e transportados para a área produtiva, dependendo do preço, pois boa parte dos produtores estabelecidos nestas regiões vieram do Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

A quantidade de tratores vendidos foi usada com intuito de medir a tecnologia empregada no campo. Todavia, grande parte da tecnologia aplicada ao agronegócio está contida nos processos de produção, bem como no uso de insumos agrícolas modernos (biotecnologia, fertilizantes químicos e defensivos agrícolas), cujas séries não foram incluídas devido à ausência de dados compatíveis com o período usado no modelo econométrico.

As exportações do agronegócio foram estatisticamente significativas e apresentaram o sinal positivo esperado. O coeficiente da variável demonstra que, quando as exportações do agronegócio elavam-se em 1%, a área colhida das culturas estudadas aumenta em 0,1087%. É

possível verificar que o aumento da demanda por exportações do agronegócio tem impacto direto na expansão da área colhida destas culturas.

Além destas variáveis, sabe-se também que o preço da terra no Norte e Nordeste poderia proporcionar efeitos importantes na expansão das áreas colhidas destas culturas. Lemos (2015) aponta que o preço da terra foi um dos atrativos tanto para expansão do cultivo da soja quanto na atração de produtores das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste para o estado do Maranhão. Porém, devido à indisponibilidade de uma série de dados para o preço da terra, que abordasse o período estudado para todos os estados, não foi possível utilizar esta variável.

Já as *dummies* foram incluídas no modelo para captar o impacto dos principais estados produtores das culturas de arroz, milho e soja no total da área colhida destas culturas para o Norte e Nordeste brasileiro. Elas foram, em sua maioria, estatisticamente significativas, apenas o estado do Pará não foi estatisticamente significativo. Os coeficientes das *dummies*⁹ Bahia, Maranhão, Piauí e Tocantins, revelaram que, entre 2000 e 2012, a área colhida destas culturas aumentou, respectivamente, 101,07%, 190,07%, 291,82% e 131,93%.

A elevada representatividade constatada nestes estados deixa clara a importância da região na expansão da produção de soja e milho para o Norte e Nordeste. Ela também é conhecida como MATOPIBA, concentra-se nela grande parte da produção das culturas de algodão, milho e soja. A região é objeto de estudo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), possuindo a finalidade de evidenciar as características físicas e edafoclimáticas do MATOPIBA (MINGOTI et al, 2014).

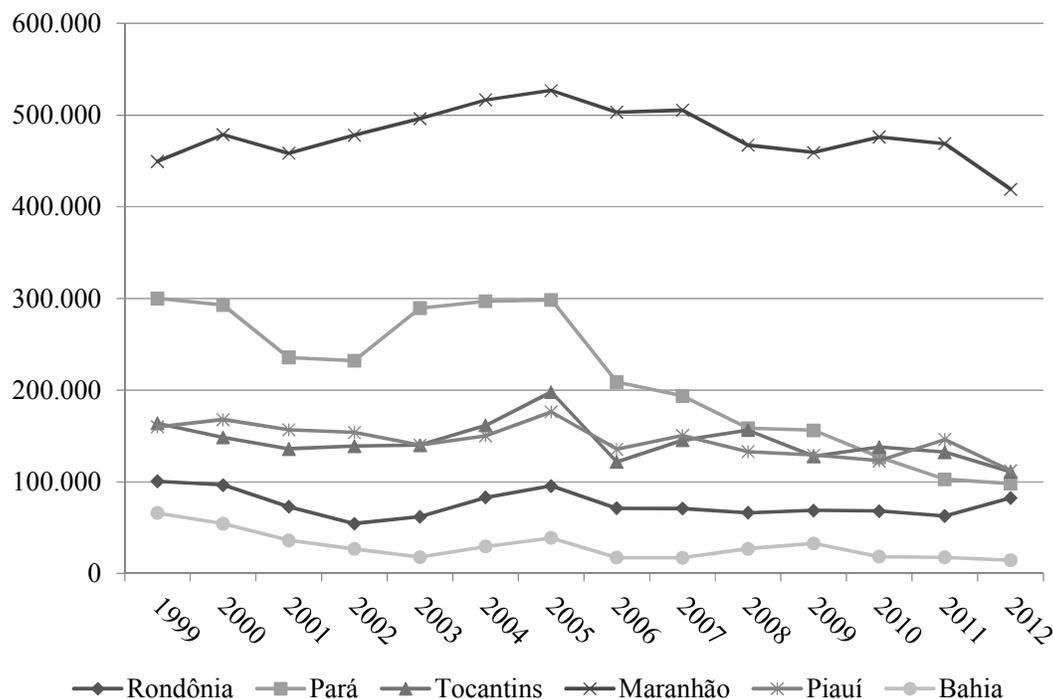
O estado do Pará foi utilizado como *dummy*, pois ele figurou entre os maiores produtores destas culturas na região Norte durante os anos estudados. Todavia, a área colhida dele reduziu-se no período analisado, mas esta redução não ocorreu para todas as culturas. Para esse estado as culturas de arroz e milho mostravam queda. Já a cultura da soja apresentou elevação. Como estas áreas foram somadas, a queda na área de arroz (202.005 ha) e milho (183.890 ha) foi superior ao aumento na área de soja (118.441 ha).

Para demonstrar a variação da área colhida do arroz, milho e soja, foi elaborado um gráfico para cada cultura para os principais produtores no Norte e Nordeste. Deste modo, o

⁹ “[...] em modelos do tipo $\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 D_i$, a variação relativa de Y (isto é, sua semi-elasticidade) em relação ao regressor binário que assume valores 1 ou 0 pode ser obtida por (antilogaritmo do β_2 estimado) - 1 vezes 100, isto é, por $(e^{\beta_2} - 1) \times 100$ ” (GUJARATI, 2006, p. 270). Assim, por exemplo, a semi-elasticidade da área colhida em relação à *dummy* Bahia pode ser calculada da seguinte forma $(e^{0,698496} - 1) \times 100 = 101,7\%$.

Gráfico 01 mostra a área colhida em hectares de arroz para os principais produtores de cereais das regiões estudadas entre 1999 e 2012.

Gráfico 01 - Área colhida de arroz para os principais estados produtores de cereais do Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012

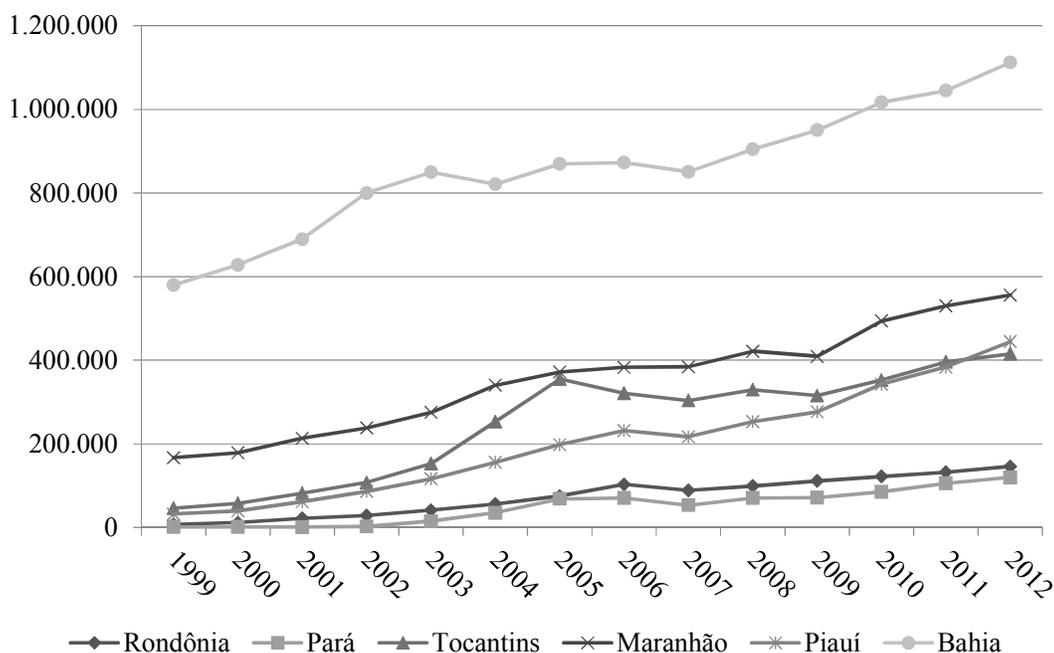


Fonte: IBGE, 2015a.

No Gráfico 01 é possível observar que todos os principais produtores de arroz reduziram a área colhida desta cultura. Pode-se dividir o Gráfico 01 em dois períodos, o primeiro, entre 1999 e 2005, no qual a série apresenta estabilidade mostrando pouca variação, e o segundo, entre 2005 e 2012, quando a área colhida começa uma tendência de queda para todos os estados. Destacam-se os estados do Pará, Tocantins, Piauí e Maranhão que possuem comportamento similar. Eles exibem, respectivamente, as maiores quedas no segundo período.

O comportamento da área colhida de soja para estes estado é basicamente o oposto da área colhida de arroz, sinalizando que, possivelmente, houve uma substituição de área de arroz pela área de soja. O Gráfico 02 mostra a evolução da área colhida de soja para os estados do Norte e Nordeste brasileiro entre 1999 e 2012, em hectares.

Gráfico 02 - Área colhida de soja para os principais estado produtores do Norte Nordeste brasileiro de 1999 a 2012

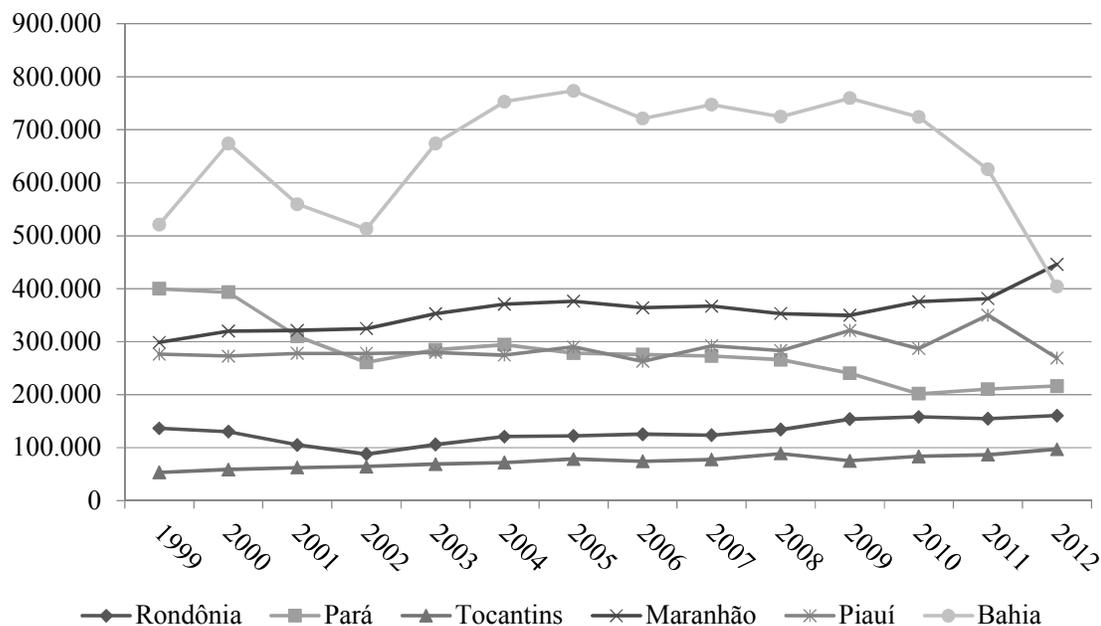


Fonte: IBGE, 2015a.

No Gráfico 02 pode-se verificar que todos os estados produtores de soja analisados possuem um comportamento semelhante. O destaque é do estado da Bahia, que manteve seu grau de importância acompanhando o crescimento e permanecendo como o maior produtor. O segundo produtor mais expressivo é o Maranhão, que também acompanhou a expansão. É importante destacar que estes dois estados já possuíam uma área significativa dessa cultura, enquanto os outros estados praticamente começam sua expansão em 1999.

Isto mostra o processo de expansão agrícola para estes estados foi iniciado no final da década de 1990, possuindo a soja como cultura principal. A surpresa são os estados de Rondônia e Pará, que não fazem parte do MATOPIBA, mas apresentam comportamento semelhante. O processo de expansão agrícola para estes dois estados inicia-se nas décadas de 1970 e 1980, possuindo a pecuária como principal atividade. Assim, aparentemente nas últimas décadas estes estados começam a diversificar suas atividades agrícolas. Por último, analisar-se-á a área colhida do milho. O Gráfico 03 mostra a variação da área colhida de milho para os estados do Norte e Nordeste brasileiro de 1999 a 2012, em hectares.

Gráfico 03 - Área colhida de milho para os principais estado produtores do Norte Nordeste brasileiro de 1999 a 2012



Fonte: IBGE, 2015a.

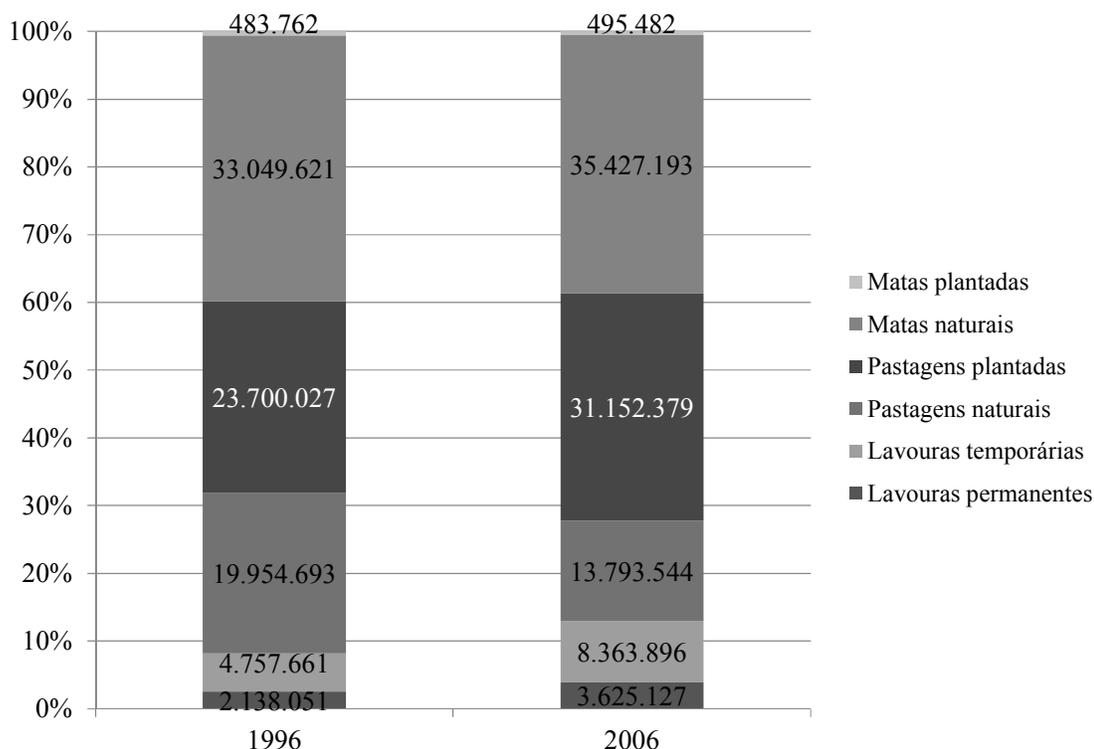
É possível observar que a área colhida de milho se manteve com maior estabilidade no período de análise. Os estados do Tocantins, Rondônia, Maranhão apresentaram singelas elevações em suas áreas de milho. Já o Piauí demonstrou uma série estável, somente nos anos de 2010 a 2012 ocorreu alguma volatilidade, enquanto o Pará mostrou uma queda acentuada nos anos estudados. Apenas a Bahia apresentou um comportamento diferente: observa-se uma alta volatilidade até 2003, seguido de um período de estabilidade até 2010, quando se inicia uma forte redução.

Para entender como tem ocorrido a evolução das áreas de lavouras, sejam permanentes ou temporárias, sobre as áreas de pastagens ou matas naturais, foi elaborado o Gráfico 04, a partir dos dados do censo agropecuário 1995/96 e 2006. Ele mostra os valores em hectares da participação representativa das áreas ocupadas com lavouras permanentes¹⁰,

¹⁰ Esta classificação é usada pelo IBGE (2006) para fazer a equivalência entre as metodologias censitárias. Neste sentido, sabe-se que a área de lavouras temporárias já contém as áreas em descanso, áreas de cultivos de forrageias para corte, áreas de cultivo de flores e viveiros de mudas. As áreas de pastagens naturais englobam as áreas de mato ralo, caatinga, cerrado, capoeirão, etc., aproveitadas para pastoreio animais e áreas com espécies florestais variadas usadas para lavoura e criação de animais. As áreas de pastagens plantadas envolvem as áreas de pastagens degradadas e áreas em boas condições. Já a área de matas naturais abrange as matas e florestas naturais mais as áreas de reserva legal e preservação permanente.

lavouras temporárias, pastagens naturais, pastagens plantadas, matas naturais e matas plantadas (IBGE, 2006).

Gráfico 04 – Participação da utilização do solo dos principais produtores de cereais do Norte e Nordeste brasileiro de 1996 e 2006



Fonte: IBGE, 2015c.

As áreas utilizadas no Gráfico 04 são dos estados de Rondônia, Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí e Bahia. Estas áreas foram usadas, pois a soma das áreas colhidas de arroz, milho e soja destes estados representava 77% do total de lavouras temporárias das regiões Norte e Nordeste do Brasil em 2006. Os dados mostram o expressivo aumento de lavouras temporárias ocorreu, principalmente, sobre as áreas de pastagens naturais, sendo que nestas estão contidas as áreas de cerrados (IBGE, 2006).

Portanto, pode-se concluir que a elevação das áreas de cultivo de milho e soja no Norte e Nordeste vem ocorrendo sobre as áreas de cerrado e pastagens naturais. Estas últimas, geralmente são áreas onde não houve investimento em correção do solo, indicando que se trata de pastagens nativas ou degradadas. Estas áreas também possuem baixo potencial de aumento do rebanho devido à má qualidade da pastagem.

É possível observar também que a cultura do arroz foi utilizada em áreas de aberturas como primeira e segunda safra, sejam em áreas de pastagens degradadas ou cerrados. Isso ocorre por dois principais fatores. Primeiro, o arroz é resistente ao alto teor de alumínio encontrado neste tipo de solo, permitindo uma boa produtividade sem necessidade de correção parcial ou total do solo, o que não é possível para as culturas de milho e soja.

Segundo, o custo monetário desta correção é alto, sendo isto um dos maiores componentes da restrição orçamentária do produtor, limitando, assim, a área plantada, seja ela de cerrado ou de pastagem degradada. Para correção dessa deficiência do solo no cerrado é necessário realizar uma calagem de calcário. Isto é, a incorporação de aproximadamente 6 a 9 toneladas de calcário no solo por hectare, dependendo da composição do solo. Somente após esse procedimento é possível produzir soja e, apenas posteriormente, milho.

Conforme exposto, é comum ocorrer esse procedimento porque para o cultivo do arroz não é necessário o investimento inicial na calagem de calcário, sendo assim, o agricultor pode apenas semear o arroz ou realizar meia calagem de calcário (3 a 4,5 t/ha), diluindo seu custo inicial na recuperação do solo. Com esta prática é possível expandir a produção de arroz de imediato após a abertura, e a soja em um ano, no máximo em dois anos.

Este fato também comprova que a expansão destas culturas não tem ocorrido sobre áreas de florestas, pois este tipo de vegetação não permite o plantio dessas culturas em um período curto de tempo como vem acontecendo no Norte e Nordeste. Em uma vegetação densa de floresta seria necessário três ou quatro anos para expandir a produção desse tipo de cultura, bem como teria um custo maior, o que muitas vezes inviabiliza o próprio processo de abertura para estas culturas.

Contudo, conforme indicado, a expansão destas culturas não ultrapassou o permitido por lei. Pelo contrário, é nítido que as áreas de matas nativas e plantadas permaneceram entre os 40% da área total, respeitando assim o percentual legal estipulado para reserva no bioma do cerrado. Também é notável que ocorreu uma grande ampliação da área de pastagens plantadas no período estudado.

Isto aconteceu, principalmente, para os estados de Rondônia e Pará, que são mais propícios à pecuária, possuindo histórico dessa atividade e tendo as maiores áreas de pastagens da região de análise. Outro estado que também possui grande parte de suas áreas em pastagem é o Tocantins, mas estas áreas se mantiveram constantes. Já os outros estados apresentaram pequenas elevações nestas áreas. Assim, constatou-se que os avanços, tanto das lavouras temporárias quanto das pastagens plantadas, ocorreram em áreas de pastagens nativas e cerrados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão da fronteira agrícola das culturas de arroz, milho e soja para o Norte e Nordeste brasileiro proporcionou a abertura de um novo mercado, pois as relações mercadológicas onde estas culturas se expandiram ainda eram incipientes. Isto é verificado quando se observa o número de empregados e de estabelecimentos do setor agrícola dos estados que são os maiores produtores destas culturas. Todos eles apresentaram altas taxas de crescimento para estas variáveis, indicando que houve incremento de renda derivados da atividade agrícola. Além disso, com exceção do Piauí, todos os outros principais produtores mostraram elevação do Valor Adicionado Bruto da produção agropecuária.

O modelo econométrico utilizado também corrobora estas informações, pois as variáveis número de empregados do setor agrícola e VAB da produção agropecuária foram estatisticamente significativas, sendo que apenas o número de estabelecimentos foi estatisticamente insignificativo. Apesar disso, ressalta-se que esta variável mostrou altas taxas de crescimento geométrico para todos os estados, exceto para a Paraíba. Conforme apontado, isto pode ter sido causado pelo fomento de estabelecimentos do setor agrícola relacionados aos serviços demandados pelas culturas de arroz, milho e soja. A expansão destes serviços deve ter ocorrido na maioria dos estados analisados, o que provocaria um efeito de transbordamento (*spillover*) dos estados produtores para os estados vizinhos. Sendo assim, o modelo estimado não conseguiu captar este tipo de variação, pois ele é constituído a partir das divisões legais dos estados.

No que diz respeito à cultura do arroz, foi possível constatar que ela é utilizada em áreas de aberturas como primeira e segunda safra, sejam em áreas de pastagens degradadas ou cerrados. Isto também comprova que a expansão destas culturas não tem ocorrido sobre áreas de florestas, pois este tipo de vegetação não permite o plantio dessas culturas em um período curto de tempo como vem acontecendo no Norte e Nordeste, sendo necessários três ou quatro anos para expandir a produção. Isto eleva os custos de abertura de áreas o que muitas vezes, inviabiliza o processo.

Portanto, é possível perceber que a expansão do cultivo destas culturas para o Norte e Nordeste ocorreu em áreas de cerrados ou pastagens degradadas, onde foi utilizado o arroz como cultura inicial para transformação destas áreas. Isto é presumível, pois as áreas colhidas de arroz dos principais produtores no Norte e Nordeste do Brasil tiveram queda. Enquanto que as áreas de colhidas de soja dos principais produtores nas regiões estudadas apresentaram elevações vertiginosas no período analisado.

Além de abertura de um novo mercado, pode-se apontar que a modificação do uso do solo nos estados do Pará, Rondônia e os pertencentes à região do MATOPIBA, configuram a conquista de uma nova fonte de matérias-primas, uma vez que o produto destas culturas é utilizado como insumos para a agroindústria. O aumento da oferta destas matérias-primas ocasiona o fomento de atividades agroindustriais para o processamento e comercialização dos insumos produzidos por estas culturas, principalmente das culturas de milho e soja.

O agente capaz de iniciar este processo de abertura foi o agricultor que figura como o empresário inovador, pois ele foi o agente capaz de realizar as novas combinações. É por meio dele que o processo inicia-se, sendo esta uma inovação na aplicação do processo produtivo e não do produto. Elas são resultado de um processo de apropriabilidade das inovações ocorridas em outros setores correlatos ao setor agrícola e aplicados ao processo de produção destas culturas. Isto possibilitou a produção destas culturas de modo eficiente no Norte e Nordeste brasileiro.

Outros fatores indissociáveis neste processo são o conhecimento técnico e a capacidade de aprendizagem. Estes dois fatores são intrínsecos ao agente capaz de implantar a mudança técnica, nesse caso o agricultor, pois a difusão das novas combinações ocorre mais rápido quanto maior for a capacidade do agricultor em assimilar as informações e processos necessários para implantar a mudança técnica. No caso da expansão das culturas de arroz, milho e soja no Norte e Nordeste, percebe-se que tanto as técnicas quanto o processo já eram conhecidos, porém, até o final dos anos de 1990, a expansão não havia acontecido, mesmo existindo pessoal ocupado com a atividade agrícola nestas regiões.

Portanto, observa-se que um dos determinantes para a expansão foi a migração de agricultores que possuíam o conhecimento técnico necessário para implantar a mudança técnica nestas regiões. Eles também detinham experiência e capacidade de se adaptar as peculiaridades daquela região, bem como a aptidão para recorrer aos insumos modernos adequados para viabilizar a produção nestas áreas. Em sua maioria, estes agricultores são oriundos das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A confluência das características de empresário, segundo o conceito de Schumpeter, com o conhecimento técnico e prático, o chamado capital humano, segundo Schultz, foram de suma importância para a referida expansão agrícola no Norte e Nordeste.

Sobre o crédito rural de custeio, é necessário ressaltar sua função como variável determinante no processo de expansão agrícola estudado, tanto as taxas geométricas de crescimento quanto o modelo econométrico comprovam isso. Quando observado esta variável em conjunto com a área colhida percebe-se que, além do aumento de área cultivada, houve

um crescimento da produtividade por meio do aumento do capital investido por hectare, ou seja, a expansão ocorre também via aumentos intensivos.

É importante lembrar também que o crédito é fator fundamental para que os agentes consigam implantar as mudanças técnicas no sistema econômico. Outro fator a se evidenciar é que esta é uma política agrícola em congruência com as principais funções da agricultura para o desenvolvimento das economias capitalistas modernas, que por sua vez, está em compasso com as diretrizes das políticas agropecuárias governamentais desde o início da produção destas culturas no Brasil.

As modificações ocorridas no cultivo destas culturas para os estados do Norte e Nordeste não aconteceram de forma ordenada, como também esse processo não ocorreu para todas as localidades estudadas, nem mesmo para os principais estados produtores por completo. Isto comprova que o processo de desenvolvimento econômico também ocorre de forma desigual para o setor agrícola no território analisado. Deste modo, a atividade agrícola contribui fortemente para dinamizar os fluxos de renda nestas economias locais, para que assim, possa iniciar e alavancar o processo de crescimento econômico local, possuindo o potencial para ultrapassar o processo de crescimento contribuindo para elevar o nível de desenvolvimento econômico nestas localidades.

Os resultados da equação estimada corroboram com o exposto, pois demonstraram que alguns estados possuem influência maior que outros no processo de expansão agrícola observado. As *dummies* utilizadas comprovaram que os estados da Bahia, Maranhão, Piauí e Tocantins tiveram forte impacto na produção das culturas de arroz, milho e soja para o Norte e Nordeste brasileiro, revelando que, entre 2000 e 2012, a área colhida destas culturas para estes estados aumentou, respectivamente, 101,07%, 190,07%, 291,82% e 131,93%. Somente o estado do Pará não se mostrou significativo, porém, conforme apontado houve uma redução maior das áreas de arroz e milho do que o aumento da área de soja para este estado.

O modelo econométrico mostrou que, no geral, 81,95% da área colhida das culturas de arroz, milho e soja para o Norte e Nordeste brasileiro de 2000 a 2012, são explicadas pelas variáveis crédito rural de custeio, Valor Adicionado Bruto da produção agropecuária, preço das *commodities*, número de empregados no setor agrícola, número de estabelecimentos do setor agrícola, quantidade vendida de tratores, as exportações do agronegócio e as *dummies* Bahia, Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins.

Além do número de estabelecimentos do setor agrícola, o preço das *commodities* e a quantidade vendida de tratores não foram significativos. O preço das *commodities* provavelmente teve pouca influência na expansão agrícola devido a sua forma de cálculo e a

dinâmica do setor agrícola. Quanto à quantidade vendida de tratores, mesmo ela não sendo estatisticamente significativa, percebe-se que há uma elevação no número de tratores vendidos para a maioria dos estados examinados, exceto para o Amapá e o Rio Grande do Norte. Acredita-se que esse resultado está relacionado ao fato de a variável abranger o total da venda de tratores para toda agropecuária, independente de sua utilização. Assim, o aumento de vendas de tratores pode estar relacionado à expansão total da agropecuária, não apenas das áreas pertinentes às culturas estudadas.

Também é necessário apontar que estes maquinários podem ser contratados para determinada demanda de serviço, sendo assim, eles podem ser oriundos de estados vizinhos ou outros estados. Outro problema é que estes maquinários podem ser adquiridos de outros estados e transportado para a área produtiva, pois boa parte dos produtores estabelecidos nestas regiões vieram do Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A quantidade de tratores vendidos foi usada com intuito de medir a tecnologia aplicada no campo. Entretanto, boa parte da tecnologia aplicada ao agronegócio está contida nos processos de produção, bem como no uso de insumos agrícolas modernos (biotecnologia, fertilizantes químicos e defensivos agrícolas). Devido a isso, e aos diversos problemas apontados, a variável foi pouco significativa.

Todavia este estudo não esgota o tema, pois, além dos determinantes da expansão da fronteira produção das culturas utilizadas para o Norte e Nordeste brasileiro, há de se investigar quais foram as principais modificações que a abertura agrícola ocasionou na configuração regional, principalmente quanto ao setor industrial, como, por exemplo, nas atividades de transportes, infraestrutura, agroindustriais, serviços públicos, entre outros.

Portanto, conclui-se que os determinantes da expansão da fronteira de produção agrícola ocorrida no Norte e Nordeste do Brasil para os anos de 1999 a 2012 foram o crédito rural de custeio, o VAB da produção agropecuária, número de empregados no setor agrícola, as exportações do agronegócio e as *dummies* Bahia, Maranhão, Piauí e Tocantins, bem como, a capacidade de aprendizagem e técnica dos agricultores, sendo estes, vistos como os empresários capazes de colocar em prática as mudanças técnicas aplicadas ao setor agrícola.

REFERÊNCIAS

- ACCARINI, J. H. **Economia rural e desenvolvimento**: reflexões o caso brasileiro. Pretrópolis: Vozes Ltda, 1987.
- AGROSTAT. **Balança comercial do agronegócio**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 09/10/2015.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. (ANFAVEA). **Anuário da indústria automobilística brasileira**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 18/10/2015
- BALTAGI, B. H. **Econometric analysis of panel data**. John Wiley & Sons: Inglaterra, 2005.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL (BACEN). **Anuários Estatísticos do Crédito Rural**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/?RELRURAL>>. Acesso em: 15/06/2015.
- BAUER, U. R. **Matemática financeira fundamental**. São Paulo: Atlas, 2003.
- BRANDÃO, C. A. Teorias, estratégias e políticas regionais e urbanas recentes: anotações para uma agenda do desenvolvimento territorializado. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 107, p. 55-74, jul./dez. 2004.
- BRANDÃO, A. S. P., REZENDE, G. C. e MARQUES, R.W. C. Crescimento agrícola no período 1999/2004: explosão da área plantada com soja e meio ambiente no Brasil. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 249-266, abr./jun. 2006.
- BRASIL. Lei Nº 12.651 de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25, mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 25/10/2015.
- CASTRO, S. S.; ABDALA K.; SILVA A. A.; BORGÊS A. M. S. A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 30, n. 1, p. 171-191, jan./jun. 2010.
- FURTADO, C. Desenvolvimento e subdesenvolvimento. In: BIELSCHOWSKY, R. (Org.). **Cinquenta anos de pensamento na Cepal**. Rio de Janeiro: Record, p. 240-262, 2000.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GREMAUD, A. P.; VASCONCELLOS, M. A. S.; TONETO JUNIOR, R. **Economia brasileira contemporânea**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- HAAVELMO, T. The probability approach in econometrics. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. iii-115, 1944.

HADDAD, P. R. Capitais intangíveis e desenvolvimento regional. **Revista de Economia**. Curitiba, v. 35, n. 3, p. 119-146, set/dez. 2009.

HAYAMI, Y. RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Brasília: EMBRAPA, 1988. 583p

HIRSCHMAN, A. O. **Estratégia do desenvolvimento econômico**. 1º ed. Rio de Janeiro: Fundo da cultura, 1961.

HIRSCHMAN, A. O. Transmissão Inter-Regional e Internacional do Crescimento Econômico. In: SCHWARTZMAN, Jacques (Org.). **Economia Regional: textos escolhidos**. Belo Horizonte, Cedeplar: Editora UFMG, p. 35-52, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Área colhida de lavouras temporárias e permanentes por estado**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20/10/2015a.

_____. **Censo agropecuário 2006**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 25/10/2015b.

_____. **Séries históricas e estatísticas, agropecuária, utilização da terra**. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=AGRO03>>. Acesso em: 23/10/2015c.

_____. **Tabela de correspondência CNAE 2.0 X CNAE 1.0**. Disponível em: <<http://concla.ibge.gov.br/documentacao/documentacao-cnae-2-0.html>>. Acesso em: 04/11/2015d.

_____. **Valor Adicionado Bruto da agropecuária a preços correntes**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=3&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1>>. Acesso em: 21/10/2015e.

IPEADATA. **Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna (IGP-DI)**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 16/07/2015a.

_____. **IPC anual dos Estados Unidos**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 16/07/2015b.

_____. **Taxa de câmbio comercial média**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 21/10/2015c.

JOHNSTON, B. F. MELLOR, J. W. El papel de la agricultura em el desarrollo económico. **El trimestre económico**. Primeiro trimestre, 1961.

KEYNES, J. M. **A teoria geral do emprego, do juro e da moeda**. São Paulo: Atlas, 2007.

LIMA JUNIOR, A.T. A questão agrária e as disputas territoriais no atual ciclo de desenvolvimento econômico. In: **Brasil em desenvolvimento 2013: estado, planejamento e**

políticas públicas. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Editores: Rogério Boueri, Marco Aurélio Costa. Brasília: Ipea, 2013. 3v.

LEMOS, J. J. S. Efeitos da expansão da soja na resiliência da agricultura familiar do Maranhão. **Revista de Política Agrícola**. Brasília, v. 24, n. 2, p. 23-37, 2015.

LIMA, J. F. Notas sobre os territórios na análise geoeconômica. **Revista Publicatio UEPG: Ciências Sociais Aplicadas**, Ponta Grossa, v. 19, n. 1, 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARQUES, L. D. **Modelos Dinâmicos com Dados em Paineis**: revisão de literatura. Escrito em 2000. Disponível em: <<http://wps.fep.up.pt/wps/wp100.pdf>>. Acesso em: 30/05/2015.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. v. 1.

MARTINS, G. A.; DOMINGUES, O. **Estatística geral e aplicada**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MINGOTI, R. ; BRASCO, M. A. ; HOLLER, W. A. ; LOVISI FILHO, E. ; SPADOTTO, C. A. **MATOPIBA**: caracterização das áreas com grande produção de culturas anuais. Nota técnica. Embrapa , 2014. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/991059/1/20140721NotaTecnica6.pdf>> Acesso em: 21/10/2015.

MURCIA, F. D.; SOUZA, F. C.; DILL, R. P.; COSTA JUNIOR, N. C. A. Impacto do nível de *disclosure* corporativo na volatilidade das ações de companhias abertas no Brasil. **Revista de Economia e Administração**, v.10, n.2, 196-218, abr./jun., 2011.

NASCIMENTO, O. C. **Estudo das decisões de estrutura de capital corporativo no novo mercado e nos níveis de governança da BM&FBOVESPA à luz das teorias *Trade-off* e *Pecking order***. Dissertação (Mestrado) – Programa Multiinstitucional e Inter-regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (UnB/UFPB/UFRN), Brasília, DF, 2012. 103p.

NELSON, R. R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

NELSON, R. R. WINTER, S. G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora da Unicamp, 2005. Primeira reimpressão, 2012.

NORTH, D. **Custos de transação, instituições e desempenho econômico**. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1994.

OLIVEIRA, G. B. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 37-48, 2002.

PERROUX, F. O conceito de polo de crescimento. In: FARRISSOL, S. **Urbanização e regionalização**: relações com o desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro: IBGE, 1975.

PRATES, R. C.; SERRA, M. O impacto dos gastos do governo federal no desmatamento no Estado do Pará. **Nova economia**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, Janeiro-Abril, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17/02/2015.

RELAÇÃO ANUAL DE INDICADORES SOCIAIS (RAIS). **Número de estabelecimentos no setor agrícola**. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>>. Acesso em: 21/10/2015a.

_____. **Número de empregados no setor agrícola**. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>>. Acesso em: 21/10/2015b.

SALLES FILHO, S. L. M. **A dinâmica tecnológica da agricultura**: perspectivas da biotecnologia. 1993. 239p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Teoria Econômica da Unicamp. Campinas, 1993.

SANTOS, G. R. Agroindústria e desenvolvimento: Uma análise da Distribuição regional e dos efeitos diretos na economia. In: **Brasil em desenvolvimento 2013**: estado, planejamento e políticas públicas. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Editores: Rogério Boueri, Marco Aurélio Costa. Brasília: Ipea, 2013. 3v.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SCHULTZ, T. **A transformação da agricultura tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1965.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. *Coleção Os Economistas*.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento Econômico**. 5º Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

_____. **O papel da agricultura na integração intersetorial brasileira**. 1988. 321p Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Economia e Administração da USP. São Paulo, 1988.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **Free market commodity price indices, monthly**. Disponível em: <<http://unctadstat.unctad.org/ReportFolders/reportFolders.aspx>>. Acesso em 20/10/2015.

VIERA 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**, Piracicaba-SP, Vol. 50, nº 4, p. 721-742, Out/Dez. 2012.

VIERA FILHO, J. E. R. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola; Editores: Antônio Márcio Buainain, Eliseu Alves, José Maria da Silveira, Zander Navarro. Brasília: Embrapa, 2014.

ANEXOS

ANEXO A - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) da variável Valor Adicionado Bruto (VAB) da agropecuária

```

. xtunitroot ips vab

Im-Pesaran-Shin unit-root test for vab
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =   13

AR parameter: Panel-specific                Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                       sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-2.0656		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-1.7527				
Z-t-tilde-bar	-2.1935	0.0141			

```

-----
. bysort id (ano): gen vab_dif = vab[_n]-vab[_n-1]
(14 missing values generated)

.
. xtunitroot ips vab_dif

Im-Pesaran-Shin unit-root test for vab_dif
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =   12

AR parameter: Panel-specific                Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                       sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-4.4584		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-2.5420				
Z-t-tilde-bar	-6.3116	0.0000			

```

-----

```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO B - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) da variável crédito rural

```

. xtunitroot ips credito

Im-Pesaran-Shin unit-root test for credito
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =   13

AR parameter: Panel-specific               Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                      sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-2.0164		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-1.5570				
Z-t-tilde-bar	-1.2036	0.1144			

```

-----
. bysort id (ano): gen credito_dif = credito[_n]-credito[_n-1]
(14 missing values generated)

.
. xtunitroot ips credito_dif

Im-Pesaran-Shin unit-root test for credito_dif
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =   12

AR parameter: Panel-specific               Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                      sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-3.6018		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-2.3680				
Z-t-tilde-bar	-5.4245	0.0000			

```

-----

```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO C - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) da variável área colhida

```
. xtunitroot ips area

Im-Pesaran-Shin unit-root test for area
-----
Ho: All panels contain unit roots      Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary         Number of periods =   13

AR parameter: Panel-specific           Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                  sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----
                Statistic      p-value      Fixed-N exact critical values
                |              |             | 1%    5%    10%
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----
t-bar          -1.6801
t-tilde-bar    -1.4426
Z-t-tilde-bar  -0.6252      0.2659
-----

. bysort id (ano): gen area_dif = area[_n]-area[_n-1]
(14 missing values generated)

.
. xtunitroot ips area_dif

Im-Pesaran-Shin unit-root test for area_dif
-----
Ho: All panels contain unit roots      Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary         Number of periods =   12

AR parameter: Panel-specific           Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                  sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----
                Statistic      p-value      Fixed-N exact critical values
                |              |             | 1%    5%    10%
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----
t-bar          -3.6898
t-tilde-bar    -2.2600
Z-t-tilde-bar  -4.8740      0.0000
-----
```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO D - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) da variável preço das commodities

```

. xtunitroot ips preco

Im-Pesaran-Shin unit-root test for preco
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =   13

AR parameter: Panel-specific                Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                       sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-0.5907		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-0.6090				
Z-t-tilde-bar	3.5906	0.9998			

```

-----
. bysort id (ano): gen preco_dif = preco[_n]-preco[_n-1]
(14 missing values generated)

.
. xtunitroot ips preco_dif

Im-Pesaran-Shin unit-root test for preco_dif
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =   12

AR parameter: Panel-specific                Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                       sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-3.7532		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-2.4702				
Z-t-tilde-bar	-5.9455	0.0000			

```

-----

```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO E - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) da variável número de empregados no setor agrícola

```
. xtunitroot ips empre2

Im-Pesaran-Shin unit-root test for empre2
-----
Ho: All panels contain unit roots           Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary              Number of periods =   13

AR parameter: Panel-specific                Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                       sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-1.8455		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-1.6102				
Z-t-tilde-bar	-1.4726	0.0704			

```
-----
. bysort id (ano): gen empre2_dif = empre2[_n]-empre2[_n-1]
(14 missing values generated)
.
. xtunitroot ips empre2_dif

Im-Pesaran-Shin unit-root test for empre2_dif
-----
Ho: All panels contain unit roots           Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary              Number of periods =   12

AR parameter: Panel-specific                Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                       sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-3.8145		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-2.3971				
Z-t-tilde-bar	-5.5729	0.0000			

```
-----
```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO F - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) da variável número de estabelecimentos no setor agrícola

```
. xtunitroot ips estab2

Im-Pesaran-Shin unit-root test for estab2
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =   13

AR parameter: Panel-specific                Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                       sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-2.2483		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-1.8193				
Z-t-tilde-bar	-2.5300	0.0057			

```
-----
. bysort id (ano): gen estab2_dif = estab2[_n]-estab2[_n-1]
(14 missing values generated)

.
. xtunitroot ips estab2_dif

Im-Pesaran-Shin unit-root test for estab2_dif
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =   12

AR parameter: Panel-specific                Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                       sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-3.1416		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-2.1778				
Z-t-tilde-bar	-4.4550	0.0000			

```
-----
```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO G - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) da variável quantidade vendida de tratores

```

. xtunitroot ips trator

Im-Pesaran-Shin unit-root test for trator
-----
Ho: All panels contain unit roots      Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary         Number of periods =   13

AR parameter: Panel-specific           Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                  sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-1.4601		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-1.3247				
Z-t-tilde-bar	-0.0290	0.4884			

```

-----
. xtunitroot ips trator_dif

Im-Pesaran-Shin unit-root test for trator_dif
-----
Ho: All panels contain unit roots      Number of panels =    14
Ha: Some panels are stationary         Number of periods =   12

AR parameter: Panel-specific           Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                  sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----

```

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-3.7084		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-2.3520				
Z-t-tilde-bar	-5.3432	0.0000			

```

-----

```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO H - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) da variável valor monetário das exportações do agronegócio

```

. xtunitroot ips exp

Im-Pesaran-Shin unit-root test for exp
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =   14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =  13

AR parameter: Panel-specific              Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                      sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----
                        Statistic      p-value      Fixed-N exact critical values
                        1%          5%          10%
-----
t-bar                   -2.0340
t-tilde-bar             -1.5121
Z-t-tilde-bar           -0.9765      0.1644
-----

. bysort id (ano): gen exp_dif = exp[_n]-exp[_n-1]
(14 missing values generated)

.
. xtunitroot ips exp_dif

Im-Pesaran-Shin unit-root test for exp_dif
-----
Ho: All panels contain unit roots          Number of panels =   14
Ha: Some panels are stationary             Number of periods =  12

AR parameter: Panel-specific              Asymptotics: T,N -> Infinity
Panel means: Included                      sequentially
Time trend: Not included

ADF regressions: No lags included
-----
                        Statistic      p-value      Fixed-N exact critical values
                        1%          5%          10%
-----
t-bar                   -3.5987
t-tilde-bar             -2.3078
Z-t-tilde-bar           -5.1179      0.0000
-----

```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO I - Teste de raiz unitária para dados em painel (IPS) do resíduo

```
. xtunitroot ips u
```

Im-Pesaran-Shin unit-root test for u

Ho: All panels contain unit roots
Ha: Some panels are stationary

Number of panels = 14
Number of periods = 13

AR parameter: Panel-specific
Panel means: Included
Time trend: Not included

Asymptotics: T,N -> Infinity sequentially

ADF regressions: No lags included

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-2.6196		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-1.9843				
Z-t-tilde-bar	-3.3644	0.0004			

```
. xtunitroot ips u2
```

Im-Pesaran-Shin unit-root test for u2

Ho: All panels contain unit roots
Ha: Some panels are stationary

Number of panels = 14
Number of periods = 13

AR parameter: Panel-specific
Panel means: Included
Time trend: Not included

Asymptotics: T,N -> Infinity sequentially

ADF regressions: No lags included

	Statistic	p-value	Fixed-N exact critical values		
			1%	5%	10%
t-bar	-3.2661		-2.100	-1.920	-1.830
t-tilde-bar	-1.9886				
Z-t-tilde-bar	-3.3864	0.0004			

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO J – Modelo estimado pelo método *Pooled - Ordinary Least Squares (OLS)*

```
. reg area creditoad vab preco empre2 estab2 trator exp pa ma to pi ba
```

Source	SS	df	MS			
Model	256.55137	12	21.3792808	Number of obs =	182	
Residual	46.3237524	169	.274105043	F(12, 169) =	78.00	
				Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.8471	
				Adj R-squared =	0.8362	
Total	302.875122	181	1.67334321	Root MSE =	.52355	

area	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
creditoad	.1593029	.0287429	5.54	0.000	.1025615	.2160443
vab	.8146762	.1023571	7.96	0.000	.612613	1.016739
preco	-.1912635	.1342258	-1.42	0.156	-.4562387	.0737117
empre2	.4229512	.0997496	4.24	0.000	.2260356	.6198669
estab2	.0461723	.1091156	0.42	0.673	-.1692329	.2615776
trator	-.1099364	.0664727	-1.65	0.100	-.2411602	.0212873
exp	-.0513703	.0542073	-0.95	0.345	-.1583809	.0556404
pa	-.429276	.2932297	-1.46	0.145	-1.008141	.1495888
ma	.3157902	.2095918	1.51	0.134	-.0979651	.7295455
to	.3383294	.1969101	1.72	0.088	-.0503909	.7270497
pi	.9694485	.1857347	5.22	0.000	.6027895	1.336108
ba	-.3156741	.2514295	-1.26	0.211	-.8120211	.180673
_cons	-2.325267	1.293872	-1.80	0.074	-4.879501	.2289665

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO K - Modelo estimado pelo método de Efeitos Fixos - *Fixed Effects (FE)* e teste de Chow

```

. xtreg area creditoad vab preco empre2 estab2 trator exp pa ma to pi ba, fe
note: pa omitted because of collinearity
note: ma omitted because of collinearity
note: to omitted because of collinearity
note: pi omitted because of collinearity
note: ba omitted because of collinearity

Fixed-effects (within) regression
Group variable: id
Number of obs      =      182
Number of groups   =       14
Obs per group: min =       13
                  avg  =      13.0
                  max  =       13

R-sq:  within = 0.1958
       between = 0.7886
       overall = 0.7253

corr(u_i, Xb) = 0.5421
F(7,161)      =       5.60
Prob > F      =      0.0000

```

area	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
creditoad	.1122093	.0471823	2.38	0.019	.0190334	.2053852
vab	.4864951	.1549801	3.14	0.002	.1804393	.792551
preco	-.0105909	.1356729	-0.08	0.938	-.2785189	.257337
empre2	.163624	.0928998	1.76	0.080	-.0198353	.3470833
estab2	-.0991972	.1692683	-0.59	0.559	-.4334695	.2350752
trator	-.0893192	.0608815	-1.47	0.144	-.2095485	.0309101
exp	.1223227	.0726189	1.68	0.094	-.0210857	.2657311
pa	0	(omitted)				
ma	0	(omitted)				
to	0	(omitted)				
pi	0	(omitted)				
ba	0	(omitted)				
_cons	2.340197	2.12078	1.10	0.271	-1.847936	6.52833
sigma_u	.7051482					
sigma_e	.38508587					
rho	.7702783	(fraction of variance due to u_i)				

```

F test that all u_i=0:      F(13, 161) =      18.72      Prob > F = 0.0000

```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO L - Modelo estimado pelo método de Efeitos Aleatórios - *Random Effects (RE)*

```

. xtreg  area creditoad vab preco empre2 estab2 trator exp pa ma to pi ba, re
Random-effects GLS regression              Number of obs   =   182
Group variable: id                        Number of groups =   14

R-sq:  within = 0.1947                    Obs per group:  min =   13
        between = 0.8878                  avg =   13.0
        overall = 0.8195                  max =   13

corr(u_i, X) = 0 (assumed)                Wald chi2(12)   =   95.18
                                                Prob > chi2     =   0.0000

```

area	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
creditoad	.1157502	.0417945	2.77	0.006	.0338345	.1976659
vab	.559854	.1424356	3.93	0.000	.2806853	.8390226
preco	-.0601708	.1287223	-0.47	0.640	-.3124618	.1921203
empre2	.1670474	.0911059	1.83	0.067	-.011517	.3456117
estab2	-.0484693	.1562754	-0.31	0.756	-.3547635	.257825
trator	-.0864566	.059869	-1.44	0.149	-.2037977	.0308846
exp	.1087028	.0679153	1.60	0.109	-.0244087	.2418143
pa	.1009189	.6564526	0.15	0.878	-1.185705	1.387542
ma	1.064955	.651796	1.63	0.102	-.2125413	2.342452
to	.8414015	.6381346	1.32	0.187	-.4093194	2.092122
pi	1.365649	.6201567	2.20	0.028	.150164	2.581134
ba	.6984962	.6968161	1.00	0.316	-.6672383	2.064231
_cons	1.064667	1.877432	0.57	0.571	-2.615033	4.744366

sigma_u	.56452121	
sigma_e	.38508587	
rho	.68244334	(fraction of variance due to u_i)

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO M - Modelo estimado pelo método de Efeitos Aleatórios com correção de heterocedasticidade

```
. xtreg area creditoad vab preco empre2 estab2 trator exp pa ma to pi ba, re robust
```

Random-effects GLS regression
Group variable: id

Number of obs = 182
Number of groups = 14

R-sq: within = 0.1947
between = 0.8878
overall = 0.8195

Obs per group: min = 13
avg = 13.0
max = 13

corr(u_i, X) = 0 (assumed)

Wald chi2(8) = .
Prob > chi2 = .

(Std. Err. adjusted for 14 clusters in id)

area	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
creditoad	.1157502	.0300675	3.85	0.000	.056819	.1746813
vab	.559854	.1076938	5.20	0.000	.3487779	.77093
preco	-.0601708	.1723946	-0.35	0.727	-.3980581	.2777165
empre2	.1670474	.0335311	4.98	0.000	.1013275	.2327672
estab2	-.0484693	.0687742	-0.70	0.481	-.1832643	.0863257
trator	-.0864566	.0782232	-1.11	0.269	-.2397712	.0668581
exp	.1087028	.0474365	2.29	0.022	.0157289	.2016768
pa	.1009189	.2689577	0.38	0.707	-.4262285	.6280662
ma	1.064955	.2757728	3.86	0.000	.5244507	1.60546
to	.8414015	.2506361	3.36	0.001	.3501637	1.332639
pi	1.365649	.2113495	6.46	0.000	.9514114	1.779886
ba	.6984962	.3394677	2.06	0.040	.0331518	1.363841
_cons	1.064667	1.492356	0.71	0.476	-1.860297	3.98963
sigma_u	.56452121					
sigma_e	.38508587					
rho	.68244334	(fraction of variance due to u_i)				

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO N - Teste de Hausman

```
. hausman fixed random
```

	---- Coefficients ----		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed	(B) random		
creditoad	.1122093	.1157502	-.0035409	.0218949
vab	.4864951	.559854	-.0733588	.0610812
preco	-.0105909	-.0601708	.0495798	.0428685
empre2	.163624	.1670474	-.0034233	.0181682
estab2	-.0991972	-.0484693	-.0507279	.0650364
trator	-.0893192	-.0864566	-.0028626	.0110572
exp	.1223227	.1087028	.0136198	.0257104

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\text{chi2}(7) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$$

= 5.33
 Prob>chi2 = 0.6193

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO O – Teste LM de Breusch-Pagan

```
. xttest0
```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$\text{area}[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
area	1.673343	1.293578
e	.1482911	.3850859
u	.3186842	.5645212

Test: Var(u) = 0

$$\text{chibar2}(01) = 132.92$$

Prob > chibar2 = 0.0000

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO P - Teste de heterocedasticidade para a equação estimada pelo método de Efeitos Aleatórios

```
. hettest  
  
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity  
Ho: Constant variance  
Variables: fitted values of area  
  
chi2(1)      =    29.49  
Prob > chi2  =    0.0000
```

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO Q - Teste de autocorrelação para a equação estimada pelo método de Efeitos Aleatórios

```
. xtserial area creditoad vab preco empre2 estab2 trator exp pa ma to pi ba  
  
Wooldridge test for autocorrelation in panel data  
H0: no first-order autocorrelation  
F( 1,      13) =    1.682  
Prob > F =    0.2173
```

Fonte: Resultados da pesquisa.