



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LINA TIEMI SANADA

**OS IMPACTOS DA EXPANSÃO DA AGROINDÚSTRIA
CANAVIEIRA NO BRASIL E SEUS DIFERENCIAIS
REGIONAIS PARA OS ANOS DE 2005 A 2013**

Londrina
2018

LINA TIEMI SANADA

**OS IMPACTOS DA EXPANSÃO DA AGROINDÚSTRIA
CANAVIEIRA NO BRASIL E SEUS DIFERENCIAIS
REGIONAIS PARA OS ANOS DE 2005 A 2013**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Economia Regional (PPE), da Universidade Estadual de Londrina, como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Caldarelli.

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

SANADA , LINA TIEMI.

OS IMPACTOS DA EXPANSÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA NO BRASIL E SEUS DIFERENCIAIS REGIONAIS PARA OS ANOS DE 2005 A 2013 / LINA TIEMI SANADA . - Londrina, 2018.
49 f.

Orientador: CARLOS EDUARDO CALDARELLI.

Dissertação (Mestrado em Economia Regional) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Programa de Pós-Graduação em Economia Regional, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Expansão canavieira, Centro-Sul, Nordeste, Modelo de dados em painel - Tese. I. CALDARELLI, CARLOS EDUARDO. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Estudos Sociais Aplicados. Programa de Pós-Graduação em Economia Regional. III. Título.

LINA TIEMI SANADA

**OS IMPACTOS DA EXPANSÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA
NO BRASIL E SEUS DIFERENCIAIS REGIONAIS PARA OS ANOS DE
2005 A 2013**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Economia Regional (PPE), da Universidade Estadual de Londrina, como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Caldarelli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Gabardo da Camara
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. José Adrian Pintos-Payeras
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 27 de Fevereiro de 2018.

DEDICO

*À minha família, em especial, à minha
mãe*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Carlos Eduardo Caldarelli, meu orientador, pelo conhecimento compartilhado, pela atenção, pela paciência e disposição durante todo o percurso desta jornada.

A todos os meus professores tanto do programa de Mestrado em Economia Regional, quanto da graduação, por terem contribuído na construção do conhecimento.

À minha família por entender que é necessária esta etapa de estudos para que possa seguir a carreira de meus sonhos.

Aos meus amigos pelo apoio, pela paciência e pelas palavras de motivação que me deram força para continuar o caminho. Em especial, à Flávia Schimanski, que esteve ao meu lado me dando apoio emocional durante esta jornada.

À CAPES pelo incentivo por meio da concessão da bolsa para o curso de mestrado.

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância”.

John F. Kennedy

SANADA, Lina Tiemi. **Os impactos da expansão da agroindústria canavieira no Brasil e seus diferenciais regionais para os anos de 2005 e 2013**. 2018. 49 f. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

O objetivo do presente estudo é analisar as diferenças regionais entre a região Centro-Sul e o Nordeste do Brasil no que se refere aos aspectos relacionados à expansão canavieira, assim como comparar suas influências para a caracterização do setor nacional. Para esta análise foi utilizado o modelo de dados em painel, especificamente o de efeitos fixos. Os resultados demonstraram que para o Centro-Sul, a presença de usinas, a área plantada de cana e o valor adicionado agrícola impactam positivamente sobre o PIB *per capita* do município, enquanto que para o Nordeste apenas a participação agrícola e o valor adicionado agrícola impactam positivamente no PIB *per capita* municipal. A partir da análise dos resultados pode-se inferir que o capital gerado pela agroindústria canavieira na região Nordeste possui alcance limitado no que se refere aos efeitos sobre produto dessa região.

Palavras-chave: Expansão canavieira. Centro-Sul. Nordeste. Modelo de dados em painel.

SANADA, Lina Tiemi. **Impacts of agroindustry sugarcane expansion in Brazil and its regions differences for the years between 2005 and 2013.** 49 p. Dissertation (Graduate, Master of Regional Economy). Centre for Applied Social Studies, State University of Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

The objective of the present study is to analyze the regional differences between the Central-South and Northeast of Brazil regarding aspects related to sugarcane expansion, as well as to compare their influences for the characterization of the national sector. This analysis was based on a panel data model, specifically the fixed effects model. The results showed for the Center-South, the presence of industry, planted area and agricultural value added positively impact the municipality's GDP per capita, while for the Northeast only agricultural participation and agricultural value added positively impact municipal GDP per capita. From the analysis of the results it can be inferred that the capital generated by sugarcane agroindustry in the Northeast has limited scope regarding to the effects on the product of this region.

Keywords: Sugarcane expansion. Center-South. Northeast. Panel data model.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios anuais de PIB <i>per capita</i> e de remuneração média anual dos municípios do Centro-Sul entre os anos de 2005 a 2013 agregados em presença ou ausência de usina canavieira	29
Tabela 2 – Valores médios anuais de PIB <i>per capita</i> e de remuneração média anual dos municípios do Nordeste entre os anos de 2005 a 2013 agregados em presença ou ausência de usina canavieira	30
Tabela 3 – Valores médios anuais de PIB <i>per capita</i> e de remuneração média dos municípios do Brasil entre os anos de 2005 a 2013 agregados em presença ou ausência de usina canavieira	31
Tabela 4 – Teste de Breusch-Pagan	32
Tabela 5 – Teste de Hausman	32
Tabela 6 – Estimação dos modelos para o Centro-Sul.....	33
Tabela 7 – Estimação dos modelos para o Nordeste	35
Tabela 8 – Estimação dos modelos para o Brasil.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Competitividade dos biocombustíveis.....	12
2.2	Impactos ambientais.....	13
2.3	Impactos na agricultura familiar e trabalhadores rurais.....	15
2.4	Impactos socioeconômicos.....	16
3	BASE DE DADOS E MÉTODO	21
3.1	Fontes e base de dados.....	21
3.2	Estratégia empírica e tratamento.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICES	46
	APÊNDICE A – Estatística descritiva das variáveis utilizadas do Centro-Sul.....	47
	APÊNDICE B – Estatística descritiva das variáveis utilizadas do Nordeste.....	48
	APÊNDICE C – Estatística descritiva das variáveis utilizadas do Brasil.....	49

1 INTRODUÇÃO

A crescente expansão do setor sucroenergético brasileiro, principalmente a partir da década de 2000, com a ampliação da demanda por etanol proveniente da cana-de-açúcar (CAPITANI et. al., 2015), deu ênfase às discussões acerca das questões ambientais, como o uso da terra, das questões relacionadas às condições de trabalho e bem-estar da sociedade do entorno.

A cana-de-açúcar, além de ser matéria-prima para o etanol, também é utilizada na fabricação de açúcar, importante fonte energética. O etanol tem sido utilizado como fonte alternativa aos combustíveis fósseis, uma vez que é menos poluente (BACCHI, 2007).

Segundo a Agência Internacional de Energia, IEA (2011), o Brasil teve uma melhora na produção de etanol a partir da cana desde a década de 1970, tornando-se eficiente. Assim como há reaproveitamento do bagaço, proveniente da produção do biocombustível, para a produção de energia. Desta forma, o Brasil é o país com o menor custo de produção de fontes alternativas ao combustível fóssil, e, conseqüentemente, é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar.

A importância do segmento para o país é facilmente observada ao se considerar que na safra de 2016/2017, a produção de cana no país foi de 651.841 mil toneladas (UNICA, 2018), segundo dados do Ipeadata (2018), este valor passou de 51 bilhões de reais. Ao considerar diversos elos da cadeia produtiva, dentre vendas e serviços, o valor estimado do período alcança margem de 107,72 bilhões de dólares, fato que demonstra o poder de encadeamento do setor (NEVES; TROMBIN; 2014).

Há muitos estudos sobre a região Centro-Sul do país, local central da expansão canavieira. Contudo, há um hiato de conhecimento em relação à região Nordeste, que também se destaca na produção de cana. Gilio (2015) e Macedo (2005) destacam algumas diferenças regionais, dentre as quais há uma intensa utilização de mão de obra para a colheita no Nordeste, enquanto que o Centro-Sul tem substituído o trabalho humano por máquinas. Assim como as condições de trabalho no Nordeste são precárias e com remuneração mais baixa, de forma que há grande concentração de renda.

Neste sentido, o presente estudo tem a seguinte questão: Existem assimetrias regionais na expansão canavieira no Brasil? Desta forma, visa mensurar os impactos da expansão canavieira no Brasil de forma a esclarecer suas diferenças regionais entre Centro-Sul e Nordeste entre o período de 2005 a 2013. Para tanto são estimados os impactos municipais da presença de agroindústrias canavieiras; estudadas as diferenças entre as regiões produtoras de cana-de-açúcar; e compreendidas como as regiões produtoras de cana-de-açúcar impactam nos dados do Brasil. O período analisado foi delimitado pela escassez de dados acerca da região Nordeste para os anos subsequentes. A escolha das regiões se deve ao fator histórico, no qual o litoral nordestino é pioneiro nas lavouras canavieiras no país, enquanto o Centro-Sul tem sido área de expansão da cultura atualmente. Será aplicada a análise de dados em painel para a identificação da influência do setor sucroenergético sobre os municípios das regiões analisadas (Centro-Sul e Nordeste). Esta pesquisa inova ao comparar as duas maiores regiões produtoras de cana do país, assim como ao ampliar o recorte temporal para análise da pós-crise do setor, em 2008.

O trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo este, de introdução, o primeiro. Em seguida há a revisão da literatura. O terceiro capítulo aborda o método empregado na análise de dados. O quarto capítulo relata os resultados e discussões. O último capítulo apresenta a conclusão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo discute os estudos acerca da cana-de-açúcar, de forma a dar uma visão do encadeamento do setor. Devido à grande competitividade do segmento em relação aos demais biocombustíveis, houve intensa expansão de seu cultivo no país, de tal forma que os resultados desta expansão têm resultado em crescentes impactos ambientais, assim como sobre as pequenas produções (agricultura familiar) e também sobre a qualidade de vida dos trabalhadores. Logo, seus impactos socioeconômicos têm sido objetivo de vários estudos acerca do tema.

Desta maneira, esta seção foi estruturada em quatro tópicos: competitividade do biocombustível, impactos ambientais, agricultura familiar e trabalhadores rurais e impactos socioeconômicos da expansão.

2.1 Competitividade dos biocombustíveis

A preferência por biocombustíveis se dá por serem mais fáceis de serem transportados que outros combustíveis alternativos, considerando desempenho, infraestrutura e outros fatores (IEA, 2011). Dessa forma, podem ultrapassar barreiras para entrar em mercados.

Adicionalmente, a introdução do biocombustível, seja puro, ou em mistura com a gasolina, tem como resultado: a eliminação dos compostos de chumbo na gasolina; a redução nas emissões de monóxido de carbono; a eliminação de enxofre e material particulado; emissões menos tóxicas e fotoquimicamente reativas de compostos orgânicos (MACEDO, 2005). Conseqüentemente, muitos governos implementaram programas de incentivo aos biocombustíveis, e, em sua maioria, relacionados ao plantio, como subsídio ao crédito (IEA, 2011).

O Brasil, desde 1975, com o programa ProÁlcool, tem estimulado a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Neste sentido, esse mercado demonstra-se bastante promissor e impulsiona o desenvolvimento de novos processos e tecnologias (LUZ JUNIOR et al., 2009). Assim como outros países têm incentivado a produção de biocombustíveis, como é o caso dos EUA com o milho, e a Europa com o trigo e a beterraba (MACEDO, 2005).

Estudos acerca da competitividade entre dois biocombustíveis têm sido relevantes para demonstrar a eficiência da produção brasileira. Um fator de ponderação entre os combustíveis é o custo, como feito por Crago et al. (2010) que estudaram os determinantes de custo e de competitividade da oferta entre a produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil e de milho nos EUA, e também compararam a emissão de gases de efeito estufa entre os dois tipos de etanol. Constataram que a relação entre os preços do biocombustível é altamente sensível à taxa de câmbio, assim como ao preço da matéria-prima, em especial se é incluso o custo de transporte do Brasil aos EUA, o crédito do coproduto das refinarias de milho (crédito fornecido por utilização dos resíduos advindos do processo), e se as usinas brasileiras também geram eletricidade para venda. Assim, demonstraram que os custos não dependem unicamente dos seus preços e respectivas taxas de câmbio, desta forma, há outros fatores envolvidos que devem ser levados em consideração.

Há estudos com projeções da competitividade dos biocombustíveis, com bom prognóstico para o Brasil. Neste sentido, há novas tecnologias em desenvolvimento, como a agricultura de precisão, novos sistemas de transporte de cana e palha e modificações genéticas da cana (MACEDO, 2005). Desta forma, a matriz energética deve sofrer uma importante mudança, na qual o setor agroindustrial terá papel de destaque (LUZ JUNIOR et al., 2009).

Entretanto, um dos maiores problemas da produção do etanol é a disponibilidade da matéria-prima, uma vez que suas quantidades podem variar em grande escala de temporada para temporada e dependem da região geográfica. Desta forma, há elevada volatilidade em seus preços, o que afeta os custos de produção do bioetanol (BALAT; BALAT, 2009). Sendo que na região Centro-Sul, a colheita da cana-de-açúcar é realizada entre os meses de março e outubro. Já na região Norte-Nordeste, a colheita ocorre na entre safra da região Centro-Sul. Isto ocorre devido às condições climáticas nestas regiões (TOLMASQUIM, 2016).

2.2 Impactos ambientais

A expansão de cultivos de fontes alternativas a combustíveis fósseis tem sido intensificada a partir da assinatura do Protocolo de Quioto, em 1997 (entrando

em vigor a partir de 2005). Se por um lado, há os efeitos benéficos de eliminação dos compostos de chumbo na gasolina, redução nas emissões de monóxido de carbono, eliminação de enxofre e material particulado, emissões menos tóxicas e fotoquimicamente reativas de compostos orgânicos (LIBONI; CEZARINO, 2012); por outro, o aumento da produção de forma desenfreada e não controlada leva ao mal-uso da terra, expansão para áreas ribeirinhas, queima da cana-de-açúcar, precárias condições de trabalho, o que promove grandes externalidades negativas ao entorno, e, dessa forma, afeta principalmente a população local mais carente. Há também discussão sobre a substituição de culturas alimentares por lavouras de cana, o que resultaria em impactos preocupantes na oferta de alimentos (CARVALHO; MARIN, 2011). Neste sentido, os estudos convergem para a necessidade de intervenção governamental para a regularização, fiscalização e controle da atividade (MARTINELLI; FILOSO, 2008; GUIMARÃES; TURETTA; COUTINHO, 2010).

Martinelli e Filoso (2008) destacaram mudanças que deveriam ocorrer no setor, como planejamento adequado e avaliação de riscos relacionados à expansão da cultura sobre novas regiões como região Central do Brasil – como os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais; melhoria da prática do uso da terra para redução da erosão do solo e da poluição de nitrogênio; proteção do ecossistema da corrente e ribeirinha; banimento da queima da cana-de-açúcar (o que já foi implementado pelo Estado de São Paulo); e condições de trabalho justas para os cortadores de cana. Desta forma, sugerem que a externalidade ambiental (negativa) seja incorporada nos preços dos biocombustíveis para desencorajar a excessiva substituição de sistemas naturais (florestas, pastos e pantanal) por plantações de bioenergia. Pois, caso os problemas ambientais e sociais causados pela indústria canavieira persistirem, o impacto afetará toda a sociedade, sendo que o maior peso ocorrerá para as pessoas com menor renda e, em contrapartida, os lucros advindos do setor serão utilizados por apenas um restrito grupo.

Com o crescimento da produção de etanol, é necessária atenção ao impacto de seus resíduos sobre o meio ambiente. Desta forma, alguns estudos se voltaram para esta preocupação, assim como no seu reaproveitamento de forma a minimizar as externalidades negativas, e, também, reduzir os custos de produção do biocombustível.

Em relação ao melhor aproveitamento dos resíduos da cana, pode-se utilizar o bagaço da cana na própria produção de etanol, formando o etanol de segunda geração – fato que, devido às projeções tecnológicas, podem torná-lo competitivo (WANG et al., 2014) -, ou pode-se utilizá-lo para a produção de eletricidade (SEABRA; MACEDO, 2011; KHATIWADA et al., 2016; TOLMASQUIM, 2016). Há estudos que sugerem a utilização do bagaço da cana para a alimentação de animais (CABELLO; TORRES; ALMAZÁN, 2008; SOUZA et al., 2015). Desta forma, os resíduos gerados na produção de etanol tornam-se mínimos, com consequente redução de custos devido ao reaproveitamento.

O impacto ao solo ocorre pela utilização de produtos químicos (defensivos agrícolas, fertilizantes e inseticidas). Contudo, a cultura da cana, dentre as culturas brasileiras, é das que menos se utiliza pesticidas, em comparação a citro, milho, café e soja, assim como em relação aos fertilizantes, que é menor que o algodão, o café e a laranja (MACEDO, 2005). Outro fato que merece atenção é o desgaste do solo, havendo necessidade de variação de culturas na entressafra - como soja, amendoim e adubo verde – para que haja melhorias na produção canavieira (OMETTO, 2000).

É necessário levar em consideração que os custos de investimentos iniciais da agroindústria canavieira são altos e, em contrapartida, a produção energética de etanol tem um baixo retorno (SEABRA; MACEDO, 2011; KHATIWADA et al., 2016).

2.3 Impactos na agricultura familiar e trabalhadores rurais

A expansão da cultura canavieira tem seus impactos também sobre a agricultura familiar e os trabalhadores rurais. Neste sentido, formam-se parcerias entre as usinas e assentamentos, e, por mais que permaneçam características de agricultura familiar no modo de produção, há forte assimetria de informação a favor dos usineiros, o que resulta em submissão das famílias às usinas (FERRANTE; BARONE, 2011; WESZ JUNIOR, 2009).

Em relação aos trabalhadores rurais, a situação é bastante precária, com baixos salários, longas jornadas de trabalho, utilização de trabalho migratório, além da baixa qualificação dos trabalhadores (MACIEL et al., 2011; CARVALHO; MARIN, 2011). Tem ocorrido substituição de trabalho humano por maquinário, fato que exige menor intensidade de mão de obra, assim como trabalhadores mais qualificados

(BACCARIN; GEABRA; BORGES JÚNIOR, 2011). Assim, há necessidade de intervenção governamental de forma a qualificar a mão de obra da lavoura para que os trabalhadores não fiquem marginalizados do processo de crescimento econômico proporcionado pela expansão da agroindústria canavieira (RIBEIRO; FICARELLI, 2010; MACIEL et al., 2011; CARVALHO; MARIN; 2011; BACCARIN; GEABRA; BORGES JÚNIOR, 2011; SILVA; BARROS, 2014).

Sobre os trabalhadores rurais, há inúmeros trabalhos que destacam a necessidade de políticas governamentais para dar suporte à mão de obra não qualificada (cortadores de cana), pois esta vem sendo substituída pela qualificada (operadores de máquinas). É observado, neste caso, que os operários ficam marginalizados do processo de crescimento econômico proporcionado pela expansão da agroindústria canavieira (RIBEIRO; FICARELLI, 2010; MACIEL et al., 2011; CARVALHO; MARIN, 2011; BACCARIN; GEABRA; BORGES JÚNIOR, 2011; SILVA; BARROS, 2014, MARTÍNEZ et al., 2013).

Além do problema social que o cortador de cana enfrenta, há ainda diferenças regionais no setor. Dentre as regiões produtoras, o Nordeste apresenta os piores indicadores, com mais de 20% dos trabalhadores são analfabetos, no Centro-Sul, 5% dos trabalhadores são analfabetos. A remuneração também se apresentou cerca de 78% menor na região Nordeste em comparação ao Centro-Sul (MACEDO, 2005).

2.4 Impactos socioeconômicos

Grande parte dos estudos da expansão canavieira enfoca os impactos econômicos, sobretudo produto e renda, segurança alimentar, uso da terra, ambiental e em um aspecto mais amplo, socioeconômicos, que abarcam as questões econômicas e sociais (GILIO, 2015).

A expansão da cultura da cana-de-açúcar se deu em áreas mais pobres, principalmente regiões de cerrado que eram utilizadas para pastagens extensivas (Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul). Neste sentido, é benéfica, pois, auxilia na recuperação do solo ao adicionar matéria orgânica e fertilização químico-orgânica destes terrenos (MACEDO, 2005).

Gurgel (2011) e Nardy e Gurgel (2013) analisaram os impactos do crescimento da demanda de etanol no Brasil e nos EUA sobre a produção agrícola e o uso da terra. Concluem que haveria um aumento na produção brasileira de etanol, de forma a utilizar áreas de pastagens e, também, áreas de vegetação natural. Essa remoção de área natural traria como consequência, segundo Nardy e Gurgel (2013), um aumento na emissão de CO_2 , contudo, de forma mínima ao se comparar ao ganho de substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis. Assim como são observados outros benefícios: aumento na geração de emprego, adição de valor à produção agrícola da cana-de-açúcar, incentivos aos setores relacionados. Por conseguinte, os benefícios se mostram maiores que os malefícios. Destarte, é necessário o desenvolvimento de ganhos de produtividade de forma a minimizar os impactos negativos da expansão da fronteira agrícola, como políticas públicas de combate ao desmatamento, definição dos direitos de propriedade, aplicação efetiva da legislação ambiental.

Siqueira e Castro Júnior (2013) estudaram os motivos que atraem usinas e destilarias para os municípios mineiros. São eles: a produtividade, a concentração fundiária, o arrendamento, o acesso aos recursos hídricos e o acesso à mão de obra formal. Contudo, os autores não conseguiram verificar impactos fiscais e ambientais. Isto pode ter ocorrido devido ao pequeno número de municípios que abrigam usinas ou destilarias em relação à quantidade existente de municípios no estado.

Lourenzani, Bernardo e Caldas (2016) analisaram a alteração da composição agrícola na região Centro-Oeste do Brasil, entre os anos de 2003 e 2013, provocada pela expansão do cultivo de cana-de-açúcar. Com a utilização de um modelo *Shift-Share* para calcular os efeitos escala e substituição, foi observado que em um período de dez anos, a área cultivada de cana nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul quadruplicou. Tal crescimento ocorreu em substituição de áreas de soja, sorgo e algodão, o que contribuiu para a redução da diversidade agropecuária.

Hausman (2012) estimou a conversão da área cultivada para respostas em choques nos preços da cana-de-açúcar e da soja no Brasil em níveis nacional e regional, entre os anos de 1973 e 2005. Seu estudo utilizou o modelo de dados em painel, e concluiu que a cultura de soja no Brasil cresce mais rapidamente em resposta a mudanças nos preços que a cultura da cana-de-açúcar. Foi observado

que, no curto prazo, conforme os preços da cana vão aumentando, a sua área cultivada não aumenta.

A implantação de usina canavieira em um município paranaense tem impactos divergentes, que dependem das características da área de implantação. Enquanto um estudo de caso constatou o aumento da renda do município com a introdução da usina, transferências do Estado para o município, assim como efeitos positivos sobre a dinâmica local (SHIKIDA; SOUZA, 2009); foi construído um índice de desenvolvimento socioeconômico para o estudo da instalação da agroindústria canavieira no estado, de forma a classificar os municípios, cuja agroindústria canavieira seja sua força motriz. O método utilizado foi o de análise multivariada de componentes principais para que fosse possível identificar um padrão de relação entre as variáveis das cidades, seja positiva ou negativa. Como resultado, os autores observaram que coexistem usinas em municípios bem colocados no ranking estadual de desenvolvimento socioeconômico, da mesma forma que se verificam esses estabelecimentos em municípios com precária situação. Assim, seria necessária uma abordagem de estudo de caso para a verificação de casos tão díspares (SHIKIDA, 2010).

Em relação à implantação de usina canavieira no Estado de São Paulo, há inúmeros estudos acerca de seus impactos socioeconômicos. Esses, de uma maneira geral, destacam efeitos positivos sobre o emprego e a renda (BACCHI; CALDARELLI, 2015), sobre o PIB *per capita* (SATOLO; BACCHI, 2013) e sobre o município local e suas proximidades (GILIO, 2015).

Bacchi e Caldarelli (2015) utilizaram um modelo de dados em painel, para os anos de 2005 a 2009, para analisar o impacto do crescimento do setor sucroenergético sobre emprego, renda, saúde e educação. Verificaram que o setor tem influências positivas apenas sobre o emprego e renda, e estatisticamente, não afeta a saúde ou a educação.

Gilio (2015), a partir de um modelo de dados em painel, analisou os municípios entre os anos de 2005 a 2011. Destacou que, no setor rural, o impacto da expansão agroindustrial canavieira tem efeito negativo local, o que, segundo o autor, pode ser explicado pela baixa qualificação da mão de obra com extensivas jornadas e condições degradantes de trabalho. Entretanto, há efeito positivo da

presença do setor sobre o desenvolvimento socioeconômico dos municípios do entorno, sobretudo, quando há presença de usina na região.

Há autores que estudaram o impacto de forma regional, como Chagas, Toneto e Azzoni (2012) que analisaram a influência do crescimento da cana-de-açúcar sobre o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), entre os anos de 1991 e 2000, nas regiões produtoras do país (Alagoas, Espírito Santo, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo) através de um modelo de *spatial propensity matching score*. Concluíram que a proximidade com as usinas aumenta a propensão do município a produzir cana, pois a presença da usina aumenta o lucro da produção canavieira na região, por redução de custos de transportes. Contudo, o impacto sobre o IDH-M não foi significativo, ou seja, a presença de usinas no município não é determinante sobre as condições sociais locais.

Moraes, Bacchi e Caldarelli (2016) avaliaram os efeitos diretos e indiretos sobre o PIB das regiões produtoras advindos da produção da cana e seus produtos na região Centro-Sul e atividades de processamento (agroindústria), para o período de 2000 a 2008, utilizando a painel espacial dinâmico. Constataram que a produção em larga escala tem efeitos socioeconômicos positivos para os municípios com indústrias (de forma mais significativa) e, também para municípios vizinhos (efeito transbordamento).

Martínez et al. (2013) analisaram o valor adicionado, importação e emprego e elaboraram três cenários para o Nordeste brasileiro, para o ano de 2020 com o modelo de Insumo-Produto. Observaram que apesar de a mecanização reduzir o emprego direto na lavoura, há um estímulo para o crescimento de empregos em outros setores devido à capacidade de encadeamento da atividade canavieira para a região Nordeste. Seu estudo dividiu a região Nordeste entre produção tradicional e área de expansão canavieira e constataram resposta do produto, nível de emprego e das exportações à adoção de novas tecnologias. Conforme Martínez et al. (2013), os municípios com produção de cana teriam um desempenho melhor com a presença do complexo industrial.

No presente capítulo foi possível observar que a expansão da agroindústria canavieira tem efeitos em diversas áreas (ambiental, trabalhadores rurais, socioeconômico, entre outros) devido ao encadeamento da cadeia produtiva. Assim,

destaca-se a sua importância no Brasil e a necessidade de estudos que relacionem seu impacto de forma abrangente no país. Neste sentido, o presente estudo avança ao comparar as regiões produtoras de cana-de-açúcar, Nordeste e Centro-Sul, nas quais são referências históricas de produção, sendo a primeira região do cultivo; enquanto a outra é área de atração para novas implantações de lavouras e agroindústria. Dentro deste contexto, já é esperado que haja diferenças tecnológicas estruturais entre as regiões. Ademais, o estudo avança ao analisar o período pós crise do setor (2008), ao abranger dados de 2005 a 2013.

3 BASE DE DADOS E MÉTODO

Neste capítulo serão apresentadas as fontes de dados e tratamentos realizados. Ao fim deste capítulo, serão discutidos os fundamentos de dados em painel utilizados neste estudo e os procedimentos econométricos empregados para a obtenção dos objetivos propostos para esta pesquisa.

3.1 Fontes e base de dados

A base de dados utilizada para as simulações deste estudo abrange informações, entre os anos de 2005 a 2013, cujo período se compreende restrito devido à falta de dados para a região Nordeste. Os dados coletados são:

- Participação da agropecuária no PIB municipal em porcentagem coletada do IPEADATA (2016);
- Remuneração média municipal nominal em reais coletada da RAIS (2016);
- Área plantada de cana-de-açúcar em hectares coletada do IBGE (2016);
- Valor adicionado da agropecuária no PIB municipal em milhares de reais coletado do IBGE (2016);
- Valor adicionado de serviços no PIB municipal em milhares de reais coletado do IBGE (2016);
- População municipal coletada do IBGE (2016);
- Área municipal em hectares coletada do IBGE (2016);
- PIB municipal em milhares de reais coletados do IBGE (2016).

Foram analisados 4.157 municípios brasileiros, sendo que 2.363 municípios são do Centro-Sul e 1.794 são do Nordeste. Os dados PIB municipal e remuneração média foram transformados em dados reais a partir do IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo), divulgado pelo IBGE (2016).

Como a base de dados do estudo é constituída por dados de inúmeros municípios ao longo do tempo (acompanhado por vários anos), ou seja, é um agrupamento de dados de séries temporais (anos) e de corte seccional (municípios), desta forma, a metodologia adequada para tais análises é a de dados em painel.

Esta técnica permite a análise dos dados levando em consideração tanto as características de cada município analisado, assim como de cada ano.

3.2 Estratégia empírica e tratamento

As características do modelo de dados em painel, segundo Gujarati (2011), são: considerar a heterogeneidade dentre as unidades estudadas; obter dados mais informativos, com maior variabilidade, menor colinearidade entre as variáveis, maior grau de liberdade e maior eficiência; analisar melhor a dinâmica de mudanças; minimizar os vieses. Além de haver mais informações obtidas através deste procedimento, ao se comparar com dados de cortes transversais e séries temporais (ELHORST, 2001). Ademais, há exclusão do erro por omissão de variáveis explicativas associadas a efeitos não observáveis que são considerados constantes ao longo do tempo.

Ao considerar a análise espacial, é necessário atenção quanto à dependência espacial, que é um caso específico de dependência de dados transversais. Este fato ocorre uma vez que a proximidade torna a interação espacial entre os fenômenos dependentes (ALMEIDA, 2013), tendo como consequência a quebra das hipóteses de Gauss-Markov, o que gera viés e inconsistência nos modelos estimados pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (GUJARATI, 2011).

Esta dependência geográfica pode ser traduzida, no contexto agrícola, como a resposta ótima do produtor com relação às condições físicas e de mercado presentes nas áreas de cultivo (GILIO, 2015).

Segundo Greene (2002), a equação básica deste modelo é:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + z'_i\alpha + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde há k regressores em x_{it} , sem incluir o termo constante. O efeito individual (heterogeneidade) é $z'_i\alpha$, enquanto z_i é o termo constante de uma gama de variáveis individuais ou grupais que podem ser observados – como raça, sexo e localização. Assim, se a característica z_i é igual para todos os indivíduos, então o modelo pode ser tratado como um modelo linear ordinário, se encaixando no Mínimo Quadrado Ordinário (MQO). Desta forma, há vários casos para serem considerados: Dados empilhados (*pooled*), efeitos fixos e efeitos aleatórios.

No caso de dados empilhados (*pooled*), se z_i contém um termo constante, então o MQO proporciona uma estimativa consistente e eficiente em α e no vetor de inclinação β , ou seja, os erros são de ruído branco e não são correlacionados com os regressores ($Cov(x_{it}, u_{it}) = 0$). Neste caso, não há problema de heterogeneidade do indivíduo, portanto, pode-se utilizar o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Assim, segundo Wooldridge (2003), não há efeitos específicos não observáveis no tempo, de tal forma que os parâmetros estimados são comuns para todas as unidades observadas.

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \alpha + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Em efeitos fixos, quando z_i não é observável, como demonstrado na Equação (3), contudo, é correlacionado com x_{it} . Neste caso, o estimador β de MQO é viesado e inconsistente como consequência da variável omitida, ou, segundo Almeida (2013), é o caso que a heterocedasticidade não observada se manifesta nos interceptos. O modelo ficará:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Em que $\alpha_i = z'_i\alpha$ abrange todos os efeitos observados e específicos da média estimada condicional. Este procedimento impõe que α_i é um termo constante de um grupo específico no modelo de regressão, e, desta forma, não varia com o tempo. Há diversos métodos para a estimação de modelos de dados em painel com efeitos fixos. Pode-se utilizar variáveis binárias (*dummies*) - Modelo de Mínimos Quadrados com Variáveis Dummy para Efeitos Fixos (MQVD) - tanto para as unidades, quanto para o tempo, ou em ambos os casos. Quando há correlação entre os efeitos fixos e as variáveis explicativas ($Cov(x_{it}, u_{it}) \neq 0$), então pode-se aplicar as primeiras diferenças para remover os efeitos específicos individuais. É possível também utilizar o método das variáveis centradas, no qual subtrai-se de cada observação a média temporal.

O caso dos efeitos aleatórios, ocorre quando a heterogeneidade individual é não observada, porém, pode ser assumida como não correlacionada com as variáveis incluídas, ou seja, segundo Almeida (2013), a heterogeneidade não observada se manifesta no componente de erro. Então o modelo pode assumir a seguinte forma:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \alpha + u_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + w_{it}, \quad \text{sendo } w_{it} = u_i + \varepsilon_{it}$$

A Equação (4) é um modelo de regressão linear com um componente de distúrbio que pode ser consistente, contudo, ineficientemente estimado por MQO. Neste caso, u_i é um elemento aleatório de um grupo específico, semelhante a ε_{it} , entretanto, é uma mesma entrada na regressão para cada período. Portanto, o modelo mais adequado seria o Modelo de Mínimos Quadrados Generalizados (MQG).

A distinção crucial entre os dois casos (efeitos fixos e aleatórios) é se os efeitos individuais não observados abrangem elementos que são correlacionados com os regressores do modelo, ou se esses efeitos são estocásticos ou não (WOOLDRIDGE, 2003).

Para a especificação do modelo, pode-se utilizar o teste de Breusch-Pagan e de Hausman. O teste de Breusch-Pagan, segundo Greene (2002), testa entre o modelo de dados empilhados (MQO) ou de efeitos aleatórios (MQG), sendo:

$H_0: \sigma_u^2 = 0$, para dados empilhados

$H_A: \sigma_u^2 \neq 0$, para efeitos aleatórios.

Assim, o teste é um teste LM (Multiplicador de Lagrange), dado por:

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T \bar{w}_{it})}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T w_{it}} - 1 \right]^2 \sim \chi^2$$

O teste de Hausman é utilizado para testar a ortogonalidade dos efeitos aleatórios e dos regressores. E serve para a decisão entre o modelo de efeitos aleatórios ou de efeitos fixos, devido à correlação entre os efeitos e as variáveis explicativas.

$H_0: Cov(a_i, x_{it}) = 0$, para efeitos aleatórios (MQG)

$H_A: Cov(a_i, x_{it}) \neq 0$, para efeitos fixos (MQVD)

O teste se baseia na matriz de covariância de vetor de diferença e tem uma distribuição assintótica χ^2 . O teste de Hausman é dado por:

$$H = (\check{b}_{ef} - \check{b}_{ea}) [Var(\check{b}_{ef}) - Var(\check{b}_{ea})]^{-1} (\check{b}_{ef} - \check{b}_{ea}) \sim \chi_k^2$$

Em que,

\check{b}_{ef} é o vetor dos estimadores do modelo com efeitos fixos

\check{b}_{ea} é o vetor dos estimadores do modelo com efeitos aleatórios

$Var(\check{b}_{ef})$ é a matriz de variâncias-covariâncias dos estimadores \check{b}_{ef}

E k é o número de regressores

$Var(\check{b}_{ea})$ é a matriz de variâncias-covariâncias dos estimadores \check{b}_{ea}

Desta forma, através dos testes, pode-se definir qual dos modelos é o mais apropriado para a análise dos dados, de acordo com as características da amostra.

O modelo deste estudo foi baseado em autores precursores, como Bacchi e Caldarelli (2015) que utilizaram o modelo de dados em painel para analisar os impactos da expansão do setor sucroenergético no Estado de São Paulo. Assim como Hausman (2011), que utilizou o modelo para analisar a elasticidade da cana-de-açúcar e da soja no Brasil.

A ideia do trabalho é analisar o impacto da presença da agroindústria canavieira nos municípios sobre o PIB *per capita* do município, para tanto definiu-se como variável dependente o PIB *per capita* municipal. As variáveis do modelo escolhido foram nomeadas como: *area* para área plantada de cana-de-açúcar por município em hectare; *part* para participação da agricultura no PIB municipal; *va_a* para valor adicionado da agricultura; *va_s* para valor adicionado do setor de serviços; *dens* para densidade populacional (população por área municipal); *rem* para remuneração média municipal; *pib* para PIB *per capita* municipal. Estas variáveis foram analisadas na forma logarítmica para que os coeficientes da regressão expressem as elasticidades das variáveis. A variável *usina* é uma binária que indica presença de usina canavieira no município (designado como 1), ou ausência (neste caso, como 0). O modelo proposto segue ilustrado na Equação (5).

$$PIB_{it} = \alpha_i + \beta_1 area_{it} + \beta_2 part_{it} + \beta_3 va_a_{it} + \beta_4 va_s_{it} + \beta_5 dens_{it} + \beta_6 usina_{it} + \beta_7 rem_{it} \quad (5)$$

A variável área plantada tem como objetivo verificar o impacto no PIB *per capita* ocorrido devido ao município ter lavouras de cana. As variáveis participação e valor adicionado agrícola têm como função estimar o peso do setor agrícola sobre o PIB *per capita* do município. Outrossim, em conjunto com a área e a variável usina, reflete o peso da agroindústria canavieira no PIB *per capita*. A variável valor adicionado de serviços faz controle da urbanização e do tamanho municipal. A variável densidade populacional, da mesma forma, serve de controle para grandes aglomerações, como municípios mais urbanizados.

Neste trabalho, o mesmo modelo (Equação 5) foi estimado para três regiões distintas (Centro-Sul, Nordeste e Brasil) a fim de analisar o impacto das variáveis

analisadas em cada região. A partir deste resultado, foi comparado com os resultados obtidos em cada região.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta a discussão dos resultados encontrados nos testes realizados, assim como a estatística descritiva dos dados.

Dentre os municípios analisados (4.157 no total), cerca de 57% (2.363) é da região Centro-Sul. Nesta área foi observado que, no período analisado, houve um aumento de municípios que têm lavoura de cana em cerca de 5%, chegando a 1.840 (78%) municípios. Em contraponto, houve uma queda de 21% na quantidade de usinas nesta região, para o período analisado, constatando 235 usinas canavieiras (representando 10% dos municípios) no último período. Neste quesito cabe destacar que a quantidade de usinas não se refere à quantidade de municípios que possuem usinas instaladas, pois pode haver municípios com mais de uma usina em operação. A característica canvieira desta localidade é a substituição de mão de obra por maquinário, o que torna a colheita mais eficiente (GILIO, 2015; MACEDO, 2005).

Sobre a região Nordeste, cerca de 43% dos municípios analisados, pode-se inferir que houve uma queda de cerca de 12% na lavoura de cana no período, totalizando em 760 (42%) municípios com produção canvieira em 2013. Em relação às usinas, também houve diminuição de 11%, com apenas 54 usinas canavieiras (representando 3% dos municípios) em 2013. Esta região foi a pioneira no país no plantio de cana, e, portanto, há uma defasagem histórica em sua forma de produção, com condições de trabalho mais precárias, estruturas mais antigas e com tecnologia mais defasada, e, portanto, menos eficientes (MACEDO, 2005).

As estatísticas descritivas das variáveis utilizadas neste estudo são apresentadas nos Apêndices deste estudo (Apêndices A, B e C). São apresentados os valores da média, do desvio padrão, e máximos e mínimos da amostra (*overall*). Também é feita a decomposição a partir das unidades de municípios (*between*). Assim, o desvio padrão *between* é calculado a partir dos municípios e os valores mínimos e máximos atribuídos às diferenças de cada município, seu cálculo é feito apenas sobre os municípios. Os valores atribuídos ao *within* referem-se ao desvio da média de cada município, para este valor, é utilizada a amostra total. Desta forma, demonstra o quanto cada município teve de alteração máxima e mínima de sua média individual ao longo do tempo, por isso que há valores negativos neste ponto.

Assim, o Apêndice A resume a estatística descritiva para a região Centro-Sul. Nesta análise estão envolvidas 21.267 observações, dentre elas, 2.363 municípios, em um período de 9 anos (de 2005 a 2013). É possível observar que a área plantada de cana teve média de 2.899,06 e desvio padrão de 7.213,76, com ponto de mínimo em zero (município não possui cultura deste tipo) e máximo de 114.000,00. A partir da média geral, foi calculado o desvio padrão dentre os municípios: 6.857,55, com ponto mínimo em zero e máximo em 98.585,89, indicado pela linha *between* da Tabela. Estes valores indicam que houve uma diferença de zero a 98.585,89 em relação à área plantada dos municípios. A linha *within* indica os desvios relacionados ao tempo. Foi obtido o desvio padrão de 2.242,77, com valor mínimo de -35.067 e máximo de 53.184,06. O que aponta que os municípios tiveram suas áreas plantadas alteradas entre 50.284,10 e 37.966,06 no período. A lógica do raciocínio se aplica para todas as variáveis. A partir desta Tabela, ao analisar todas as variáveis do estudo, é possível observar que há grande amplitude nos dados, o que sugere heterogeneidade nos dados.

O Apêndice B apresenta a estatística descritiva para os dados da região Nordeste. Neste caso, foram analisadas 16.146 observações, com 1.794 municípios, em um período de 9 anos (2005 a 2013). Cabe ressaltar que os dados também apresentam grande variância, sugerindo, da mesma forma, a presença de heterogeneidade na amostra.

É interessante destacar que, ao comparar as duas regiões, entre os Apêndices A e B, pode-se observar que a região Centro-Sul possui, em média, área plantada, participação da agricultura, PIB municipal, valor adicionado agrícola e densidade maiores que a região Nordeste. Enquanto que o contrário ocorre para as variáveis de valor adicionado de serviços e remuneração média.

Pode-se observar pelas estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no estudo que as mesmas apresentam elevada heterogeneidade entre as unidades para os diferentes recortes espaciais, quando observados os valores máximos e mínimos e seus desvios padrões (Apêndices). Isso posto, este estudo, assim como os conduzidos por Satolo e Bacchi (2013), Bacchi e Caldarelli (2015), Caldarelli, Moraes e Pachcoalino (2017), sugere que tal heterogeneidade deve ser controlada, o que indica a utilização de modelos de dados em painel como adequada para tal.

Para uma caracterização inicial da análise do problema em questão apresenta-se (Tabela 1 a 3) o comparativo entre os municípios com e sem unidades de processamento de cana para os diferentes recortes espaciais no período de 2005 a 2013. Cabe observar que o setor, após 2008, enfrentou uma crise com fechamento de usinas e redução da atividade, perdurando até o ano de 2011. Neste sentido, houve incentivo governamental para o setor durante este período.

Como observado na Tabela 1, no Centro-Sul, os municípios com presença de usina canavieira ativa possuem PIB *per capita* e remuneração média real mais elevados para todo o período analisado, sugerindo que a variável *usina* (presença de usina) tem influência sobre o emprego e a renda, fato que está de acordo com os resultados encontrados por Bacchi e Caldarelli (2015), Satolo e Bacchi (2013) e Moraes, Bacchi e Caldarelli (2016). É possível observar que em 2005 o PIB *per capita* e a remuneração média em municípios com usina eram cerca de 64% e 5% maiores, respectivamente, do que os municípios que não possuíam usinas ativas. Sendo que em 2013, a diferença era de cerca de 39% e 24%, respectivamente, isto é, diminuiu a diferença do PIB *per capita* entre os municípios com e sem usina, enquanto que houve um aumento da diferença com relação à remuneração média.

Tabela 1 – Valores médios anuais de PIB *per capita* e de remuneração média anual dos municípios do Centro-Sul entre os anos de 2005 a 2013 agregados em presença ou ausência de usina canavieira

Ano	PIB <i>per capita</i> real		Remuneração Média real	
	(em milhares de reais)		(em reais)	
	Sem Usina	Com Usina	Sem Usina	Com Usina
2005	5.896,80	9.676,34	416,53	436,71
2006	6.477,64	11.734,17	512,17	594,74
2007	7.947,60	12.590,91	571,67	659,19
2008	9.623,15	14.541,76	659,03	776,03
2009	10.010,00	16.999,31	767,24	898,02
2010	13.037,79	21.726,05	869,43	1.040,66
2011	15.446,17	23.637,24	1.008,64	1.215,77
2012	17.655,53	27.259,73	1.197,15	1.434,87
2013	20.191,29	28.031,94	1.350,89	1.668,35

Fonte: Autora com dados do IPEADATA (2017).

A Tabela 2 ilustra as diferenças entre o PIB *per capita* e remuneração média municipal entre municípios com usina e sem, para os anos de 2005 a 2013, na região Nordeste. Assim como na região anterior, é possível observar que os municípios com presença da agroindústria canavieira possuem um PIB *per capita* e uma remuneração média maior, cerca de 59% e 28%, respectivamente, para o ano de 2005. Contudo, a diferença entre os municípios diminuiu ao longo do tempo, sendo que em 2013, a diferença do PIB *per capita* era de apenas 38%, enquanto que a remuneração média ficou em 6%, o que sugere que ao longo do período analisado, a presença de usinas não tenha tido muita influência nestas variáveis, conforme apresentado no estudo de Chagas, Toneto e Azzoni (2012).

Tabela 2 – Valores médios anuais de PIB *per capita* e de remuneração média anual dos municípios do Nordeste entre os anos de 2005 a 2013 agregados em presença ou ausência de usina canavieira

Ano	PIB <i>per capita</i> real		Remuneração Média real	
	(em milhares de reais)		(em reais)	
	Sem Usina	Com Usina	Sem Usina	Com Usina
2005	5.135,64	8.177,90	745,34	951,06
2006	5.523,02	8.693,09	745,58	908,04
2007	5.898,91	8.719,34	797,31	959,42
2008	6.392,79	9.784,84	849,40	1.007,25
2009	6.502,75	9.966,00	956,95	1.068,15
2010	7.081,37	10.566,67	1.016,54	1.120,72
2011	7.269,73	11.603,77	1.044,12	1.178,61
2012	7.982,75	11.562,25	1.146,29	1.265,94
2013	8.067,06	11.152,52	1.200,52	1.280,06

Fonte: Autora com dados do IPEADATA (2017).

Ao verificar a disparidade entre os municípios com presença de usina ou ausência no Brasil, ilustrado na Tabela 3, nota-se que a diferença entre municípios com e sem usinas para o PIB *per capita* permaneceu praticamente constante (de 68% a mais em 2005, para 69% em 2013) e que há um aumento na diferença entre os valores da remuneração média, que em 2005 era cerca de 1% menor em municípios com usinas comparativamente aos municípios sem usina, para 24%

maior em 2013. Desta maneira, é possível observar a semelhança do comportamento dos dados de PIB *per capita* e remuneração média do país com a região Centro-Sul.

Tabela 3 – Valores médios anuais de PIB *per capita* e de remuneração média dos municípios do Brasil entre os anos de 2005 a 2013 agregados em presença ou ausência de usina canavieira

Ano	PIB <i>per capita</i> real		Remuneração Média real	
	(em milhares de reais)		(em reais)	
	Sem Usina	Com Usina	Sem Usina	Com Usina
2005	5.558,40	9.323,43	562,71	557,85
2006	6.051,84	11.046,05	616,28	665,63
2007	7.029,53	11.768,86	672,78	722,94
2008	8.166,88	13.605,48	744,85	821,54
2009	8.429,73	15.606,12	852,72	931,72
2010	10.348,24	19.592,13	935,85	1.055,97
2011	11.762,84	21.269,36	1.024,62	1.208,45
2012	13.308,66	24.162,95	1.174,29	1.401,55
2013	14.737,27	24.878,00	1.283,25	1.595,80

Fonte: Autora com dados do IPEADATA (2017).

Foi verificado que tanto para as maiores regiões canavieiras (Centro-Sul e Nordeste), assim como para o Brasil de uma forma geral, há diferenças no PIB *per capita* e na remuneração média entre os municípios com presença de usinas canavieiras e sem, sendo observados valores maiores de PIB *per capita* e rendimento médio maiores para os municípios com usina/destilaria sucroalcooleira em operação. Trata-se de uma análise preliminar que sugere a existência de efeito entre agroindústria canavieira e geração de produto e renda, em linha com os estudos de Satolo e Bacchi (2013), Moraes, Bacchi e Caldarelli (2016), Moraes, Caldarelli e Gilio (2017) e Martínez et al. (2013).

A Tabela 4 ilustra os resultados do teste de Breusch-Pagan para testar a presença de heterogeneidade não observada. Como pode-se constatar, nos três casos analisados (Centro-Sul, Nordeste e Brasil), há rejeição da hipótese H_0 ,

portanto, há heterogeneidade não observada, desta forma, não é indicado o uso de modelos de dados empilhados (*pooled*).

Tabela 4 – Teste de Breusch-Pagan

Região	X ²	Prob>X ²
Centro-Sul	49068,81	0,00
Nordeste	37009,69	0,00
Brasil	74364,76	0,00

Fonte: Elaborada pela autora com dados da pesquisa.

A Tabela 5 demonstra o resultado do teste de Hausman. Este teste foi utilizado para estipular qual, entre o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios, é o melhor para os dados analisados. Os resultados para todas as regiões rejeitaram a hipótese H_0 , ou seja, $Cov(\alpha_i, x_{it}) \neq 0$. Portanto, há uma forte evidência de que, para este caso, modelo de efeitos fixos seja o mais adequado.

Tabela 5 – Teste de Hausman

Região	X ²	Prob>X ²
Centro-Sul	-6630,53	0,00
Nordeste	-12120,99	0,00
Brasil	-184,19	0,00

Fonte: Elaborada pela autora com dados da pesquisa.

As tabelas que seguem (Tabelas 6 a 8) apresentam os resultados dos modelos econométricos estimados para este estudo, com a finalidade de mensurar o efeito da agroindústria canavieira e a geração de emprego e renda no Brasil.

Para os diferentes recortes espaciais foram estimados modelos de painel como se descreve: modelo de regressão simples, ou dados empilhados (*pooled*), modelo de efeitos fixos, modelo de efeitos aleatórios.

A Tabela 6 apresenta os resultados para região Centro-Sul. Cabe ressaltar que todas as variáveis analisadas, exceto a variável *usina* (por ser uma variável binária), foram utilizadas em seus logaritmos naturais. Os resultados encontrados mostram que a presença de usina é estatisticamente significativa e tem um efeito positivo sobre o PIB *per capita* dos municípios. Por conseguinte, acerca do modelo

de efeitos fixos, os municípios com a presença da usina apresentaram um PIB maior, sendo 13,93%¹.

A variável área (*area*) foi estatisticamente significativa (Tabela 6), e há um aumento de 0,01% no PIB *per capita* para cada um por cento de aumento nesta variável. Assim, quanto maior a área plantada de cana-de-açúcar, maior o PIB *per capita* do município. O que pode ser explicado pela densidade populacional, que é inversamente proporcional à área plantada, portanto ao dividir o PIB pela população, como haverá menor quantidade de pessoas, o PIB *per capita* será maior.

Tabela 6 – Estimação dos modelos para o Centro-Sul

Variável	Dados empilhados			Efeitos fixos			Efeitos aleatórios		
	Coef	t	P> t	Coef	t	P> t	Coef	t	P> t
usina	0,34	23,22	0,00	0,13	8,07	0,00	0,18	11,83	0,00
area	-0,01	-1,71	0,09	0,01	4,73	0,00	0,01	4,04	0,00
part	0,65	14,44	0,00	0,11	1,79	0,07	0,37	7,03	0,00
va_a	0,37	12,61	0,00	-0,07	-3,68	0,00	-0,27	-1,47	0,14
va_s	-0,73	-14,90	0,00	-0,03	-1,11	0,02	-0,06	-2,64	0,01
dens	0,05	14,66	0,00	0,60	14,77	0,00	0,57	15,65	0,00
rem	0,19	27,32	0,00	0,01	0,86	0,39	0,01	2,69	0,01
const	7,45	143,59	0,00	8,29	294,96	0,00	8,26	180,57	0,00
Sigma u				0,52			0,43		
Sigma e				0,23			0,23		
Rho				0,83			0,77		
F(2362,19) = 39,66									
Prob>F = 0,00									

Fonte: Elaborada pela autora com dados da pesquisa.

Nota: Os modelos apresentados possuem ainda oito variáveis binárias para ano, cujos coeficientes não foram apresentados.

As variáveis participação (*part*) e remuneração média (*rem*) não foram estatisticamente significativas (Tabela 6). O valor adicionado agrícola (*va_a*) foi estatisticamente significativo e há um efeito negativo sobre o PIB *per capita*, assim como o valor adicionado de serviços (*va_s*). Assim, para cada aumento de 1% em uma dessas variáveis, o PIB *per capita* diminui em 0,07% e 0,03%, respectivamente. Desta forma, quanto maior a participação agrícola sobre o PIB, e quanto mais

¹ Elasticidade = $(e^{\beta} - 1) \times 100$

urbanizado o município, menor será seu PIB *per capita*. O valor adicionado agrícola e o valor adicionado de serviços impactam no PIB *per capita* negativamente devido ao menor valor agregado ao produto, ou seja, quanto menos trabalhado for o bem, menor valor ele trará ao município em questão. O valor adicionado, neste caso, representa maior serviços terceirizados, principalmente no setor de comércio, o que agrega pouco valor ao serviço prestado, tornando o PIB *per capita* menor.

Assim, o estudo sugere que é uma relação benéfica (positiva) entre a presença de usinas, área e valor adicionado agrícola sobre o PIB *per capita* do município para a região Centro-Sul. Fato que corrobora com os estudos de Moraes, Bacchi e Caldarelli (2016), Bacchi e Caldarelli (2015) e Satolo e Bacchi (2013), pois os aludidos autores destacaram a influência positiva da agroindústria canavieira sobre o emprego e renda (BACCHI; CALDARELLI, 2015) e sobre o PIB *per capita* (SATOLO; BACCHI, 2013; MORAES; BACCHI; CALDARELLI, 2016). Este resultado ratifica a ideia de encadeamento da agroindústria canavieira, uma vez que, não somente a presença de usina tem impactos positivos sobre o PIB municipal, como também a área plantada tem impactos positivos sobre o PIB. Sendo assim, os resultados deste trabalho apontam que quanto mais o município se especializa na produção de cana e etanol, em relação aos municípios que não tenham lavoura de cana ou usina, maior será o seu PIB *per capita*.

A Tabela 7 apresenta os modelos para a região Nordeste. É possível observar que as variáveis participação (*part*) e valor adicionado agrícola (*va_a*) se mostraram estatisticamente significativa e positivamente relacionada ao PIB *per capita*, ou seja, para um aumento de um por cento na participação ou no valor adicionado agrícola, há um incremento no PIB *per capita* do município, 0,18% e 0,37%, respectivamente. Tal fato indica que quanto maior agrícola o município, maior será o seu PIB *per capita*, ou seja, devido a um menor número de habitantes, o PIB *per capita* acaba sendo maior.

As variáveis de presença de usina (*usina*), área (*area*), valor adicionado de serviços (*va_s*), densidade populacional (*dens*) e remuneração média (*rem*) não foram estatisticamente significativas (Tabela 7). A presença de usinas, para a região, não se mostrou significativa para o aumento do PIB dos municípios, o que corrobora com os resultados de Chagas, Toneto e Azzoni (2012).

Tabela 7 – Estimação dos modelos para o Nordeste

Variável	Dados empilhados			Efeitos fixos			Efeitos aleatórios		
	Coef	t	P> t	Coef	t	P> t	Coef	t	P> t
usina	0,18	8,18	0,00	0,38	0,84	0,40	0,16	4,58	0,00
area	0,01	8,31	0,00	-0,01	-0,02	0,99	0,01	1,26	0,21
part	0,24	4,01	0,00	0,18	2,51	0,01	0,27	4,25	0,00
va_a	0,35	7,72	0,00	0,37	4,56	0,00	0,38	5,64	0,00
va_s	-0,26	-5,74	0,00	0,02	1,02	0,31	0,01	0,58	0,57
dens	0,13	28,95	0,00	0,01	1,91	0,06	0,01	4,81	0,00
rem	0,27	24,35	0,00	0,01	0,08	0,94	0,01	2,22	0,03
const	6,37	82,21	0,00	8,28	181,78	0,00	8,17	177,60	0,00
Sigma u				0,43					
Sigma e				0,19					
rho				0,84					
						F(1793,14) = 39,96			
						Prob>F = 0,00			

Fonte: Elaborada pela autora com dados da pesquisa.

Nota: Os modelos apresentados possuem ainda oito variáveis binárias para ano, cujos coeficientes não foram apresentados.

Este resultado, contudo, se mostrou contrário ao encontrado por Martínez et al. (2013), no qual demonstraram que a presença do complexo canavieiro no município implicaria em um desempenho melhor (PIB *per capita*). Cabe ressaltar que este fato aconteceria com a implantação de novas tecnologias. Além de o estudo dos aludidos autores ser uma projeção, Gilio (2015) pode elucidar o porquê deste resultado para o Nordeste, uma vez que esta região possui baixa qualificação de mão de obra e condições precárias de trabalho. Logo, segundo Macedo (2005), a remuneração nesta região é mais baixa que a da região Centro-Sul.

A Tabela 8 demonstra a estimação dos modelos para o Brasil. Nesta tabela é possível ver que todas as variáveis foram estatisticamente significativas. A variável de valor adicionado agrícola (*va_a*) apresentou-se negativamente relacionada ao PIB *per capita*. O valor negativo indica que ao aumentar o valor adicionado agrícola do município, o PIB *per capita* diminui, ou seja, quanto mais o município está relacionado à agricultura, menor será o PIB *per capita*. A variável valor adicionado de serviços (*va_s*) também se mostrou negativa, desta forma, ao aumentar o valor adicionado de serviços do município, diminui-se o PIB *per capita*. Este fato sugere que o tipo de serviço prestado seja de baixo valor adicionado, como, por exemplo,

serviço de comércio. A variável densidade populacional (*dens*), similarmente, apresentou-se negativa. Neste caso, haverá uma população maior para dividir o PIB, tornando o PIB *per capita* menor.

Já as demais variáveis – de presença de usina canavieira (*usina*), área (*area*), participação (*part*) e remuneração média (*rem*) – resultaram em coeficientes positivos e estatisticamente significativos (Tabela 8). Assim, para o Brasil como um todo, a presença de usina, assim como a área, a participação e a remuneração média influenciam de forma positiva o PIB *per capita* dos municípios. Neste caso, a remuneração média pode ter influência sobre o PIB *per capita* através de mecanismos que não foram elucidados neste trabalho.

Tabela 8 – Estimação dos modelos para o Brasil

Variável	Dados empilhados			Efeitos fixos			Efeitos aleatórios		
	Coef	t	P> t	Coef	t	P> t	Coef	t	P> t
usina	0,28	23,07	0,00	0,16	9,67	0,00	0,21	13,81	0,00
area	0,02	17,17	0,00	0,01	8,05	0,00	0,01	11,71	0,00
part	0,26	7,15	0,00	0,47	8,88	0,00	0,64	14,10	0,00
va_a	0,54	23,51	0,00	-0,48	-26,55	0,00	-0,36	-20,13	0,00
va_s	-0,77	-22,56	0,00	-0,18	-9,44	0,00	-0,25	-13,37	0,00
dens	0,11	64,17	0,00	-0,02	-8,29	0,00	0,01	5,87	0,00
rem	0,23	38,88	0,00	0,80	25,12	0,00	0,08	25,55	0,00
const	6,94	164,15	0,00	8,14	352,79	0,00	8,04	327,77	0,00
Sigma u				0,55			0,42		
Sigma e				0,25			0,25		
rho				0,83			0,74		
F(4156,33) = 32,36									
Prob>F = 0,00									

Fonte: Elaborada pela autora com dados da pesquisa.

Nota: Os modelos apresentados possuem ainda oito variáveis binárias para ano, cujos coeficientes não foram apresentados.

Por meio dos resultados analisados, pode-se observar que há diferenças regionais no quesito da agroindústria canavieira brasileira entre as maiores regiões produtoras, contudo, ao agrupar os dados totais, é possível constatar que a região Centro-Sul tem maior influência nos dados, seja por maior produtividade, com a utilização de mecanização da colheita (BACCARIN; GEABRA; BORGES JÚNIOR, 2011) ou por remunerações mais atraentes para os trabalhadores. Enquanto que a

região Nordeste apresenta condições precárias de trabalho, com jornadas extensivas e maior grau de analfabetismo entre os cortadores de cana, assim como a utilização em maior parte do trabalho manual no corte da cana (GILIO, 2015; MACEDO, 2005).

Neste sentido, é necessário frisar que, há diferenças relevantes na forma de produção entre as regiões. Como a presença de usinas canavieiras não impactam sobre os municípios do Nordeste, enquanto que têm um impacto positivo na renda dos municípios do Centro-Sul. Desta forma, as políticas governamentais que visam o aumento de renda através de incentivos para implantação de usinas canavieiras não terão efeitos sobre os municípios do Nordeste, e, por outro lado, haverá um impacto positivo sobre a renda dos municípios do Centro-Sul em consequência da intervenção do governo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve por objetivo ampliar a compreensão acerca dos impactos da agroindústria canavieira no Brasil, com vistas a destacar as diferenças regionais entre o Nordeste e o Centro-Sul, tendo por foco destacar o papel do setor em cada uma dessas regiões.

Este estudo avançou na literatura sobre o assunto porquanto, utilizando modelagem econométrica de dados em painel, comparou as duas principais regiões produtoras de cana no Brasil e procurou destacar a relevância da atividade em cada uma delas em termos de produção e processamento. As análises precedentes empreendiam esforços para compreender cada uma das regiões em específico.

Foi observado, na análise quantitativa, que os maiores impactos positivos da presença de usinas de cana-de-açúcar ocorreram na região Centro-Sul. Constatou-se que a presença de usina nesta localidade afeta positivamente o PIB *per capita*, onde para um aumento de 1% nas usinas, o PIB *per capita* aumenta em 13,93%. Fato que demonstra que a presença de agroindústria canavieira é um impulsionador de geração de renda no município. As variáveis área plantada e valor adicionado agrícola também se mostraram positivamente correlacionadas ao PIB *per capita*. Assim, a presença de lavouras de cana-de-açúcar no município tende a aumentar o PIB *per capita*. O valor adicionado de serviços se mostrou negativamente relacionado ao PIB *per capita*, isto é, quando há um aumento na urbanização do município em 1%, menor é o PIB *per capita* em 0,03%. É provável que os dois últimos fatos estejam, também, relacionados com o fato de que produtos agrícolas e serviços como comércio geram menor valor agregado que bens industriais.

Em relação à região Nordeste, apenas as variáveis participação agrícola e valor adicionado agrícola foram positivas e significativas. Assim, para um aumento em 1% na participação agrícola, há um aumento de 0,18% no PIB *per capita*, enquanto que para o mesmo aumento no valor adicionado agrícola, há uma resposta do PIB *per capita* de 0,37%. Desta forma, pode-se observar que há uma resposta de grande intensidade sobre o PIB *per capita* em relação ao setor agrícola. Pelo fato de a variável *usina* (presença de usina) não ter sido significativa, o estudo demonstrou que a presença de usina não tem efeito sobre o PIB *per capita* da região.

Neste sentido, o trabalho contribuiu para elucidar que há diferenças regionais relacionados à cadeia produtiva da cana-de-açúcar. Uma das diferenças é o fato de a presença de usina na região Centro-Sul agregar valor do PIB *per capita* municipal, enquanto para a região Nordeste, a presença de usina não tem impacto significativo no PIB *per capita* municipal. Assim, uma política de geração de renda baseada na implantação de usinas canavieiras, por exemplo, não teria efeitos no Nordeste, enquanto que seus efeitos são positivos no Centro-Sul. Destaca-se a necessidade de políticas específicas para cada região, baseadas no impacto desejado, uma vez que políticas genéricas no setor canavieiro irão beneficiar apenas parte das regiões produtoras, e, não necessariamente, atingindo os objetivos de tais políticas.

O estudo deixa como sugestão para trabalhos posteriores a análise dos impactos de políticas públicas sobre as regiões canavieiras para que sejam elucidadas suas consequências ao longo do encadeamento do setor, dadas as diferenças regionais utilizando análise de equilíbrio geral, por exemplo. Assim como, o estudo de co-aglomeração para analisar como as usinas se acumulam próximas às regiões produtoras, e multiplicadores da cadeia produtiva através de matriz insumo-produto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. 2ª ed. Campinas: Alínea, 2013. 498p.

BACCARIN, J. G.; GEABRA, J. J.; BORGES JÚNIOR, J. C. Expansão canavieira e ocupação formal em empresas sucroalcooleiras do Centro-Sul do Brasil, entre 2007 e 2009. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, vol. 49, n. 2, p. 493-506, abr/jun 2011. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 fev 2017.

BACCHI, M. R. P. **Interdependência dos mercados de gasolina C e de álcool combustível no Estado de São Paulo**, 2007. 150 p. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BACCHI, M. R. P.; CALDARELLI, C. E. Impactos socioeconômicos da expansão do setor sucroenergético no Estado de São Paulo, entre 2005 e 2009. **Nova Economia**, Belo Horizonte, 2015, vol. 25, n. 1, p. 209-224. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512015000100209>. Acesso em: 10 fev 2017.

BALAT, M.; BALAT, H. Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel. **Applied Energy**, 2009, vol. 86, p. 2273-2282.

CABELLO, A.; TORRES, A.; ALMAZÁN, O. The economical viability of animal production based on sugarcane co-products under the present prices or commodities. **SugarTech**, 2008, vol. 10, n. 1, p. 25-28.

CALDARELLI, C. E.; MORAES, M. A. F. D. de; PASCHOALINO, P. A. T. Sugarcane industry effects on the GDP per capita in the center-south region of Brazil. **Revista de Economia e Agronegócio**, vol 15, n. 2, 2017. Disponível em: <
http://www.revistarea.ufv.br/index.php/rea/article/view/2526553915022017183/pdf_1
 >. Acesso em: 10 de fev 2016.

CARVALHO, S. P. de; MARIN, J. O. B. Agricultura familiar e agroindústria canavieira: impasses sociais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, vol. 49, n. 3, p. 681-708, jul/set 2011. Disponível em: <
www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000300007>. Acesso em: 10 fev 2017.

CAPITANI, D. H. D.; GOMES, M. S.; WALTER, A. C. S.; LEAL, M. R. L. V. Condições de Trabalho na Atividade Canavieira Brasileira. **Revista de Política Agrícola**, [S.l.], v. 24, n. 2, abr.-mai.-jun. 2015.

CHAGAS, A. L. S.; TONETO, R.; AZZONI, C. R. A spatial propensity score matching evaluation of the social impacts of sugarcane frowing on municipalities in Brazil. **International Regional Science Review**, vol. 35, n. 1, p. 48-69, 2012. Disponível em: < <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0160017611400069>>. Acesso em: 10 fev 2017.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Vol 1. Brasília, 2013. Disponível em: < www.conab.gov.br>. Acesso em: 11 fev 2016.

CRAGO, C. L.; KHANNA, M.; BARTON, J.; GIULIANI, E.; AMARAL, W. Competitiveness of Brazilian sugarcane ethanol compared to US corn ethanol. **Energy Policy**, vol. 38, p. 7404-745. 2010

ELHORST, J. P. Panel data models extended to spatial error autocorrelation or a spatially lagged dependent variable. **University of Groniger Research Report, Groniger**, 2001. Disponível em: < <https://www.rug.nl/research/portal/files/3088371/01C05.pdf>>. Acesso em: 10 fev 2017.

FERRANTE, V. L. S. B.; BARONE, L. A. “Parcerias” com a cana-de-açúcar: tensões e contradições no desenvolvimento das experiências de assentamentos rurais em São Paulo. **Sociologia**, Porto Alegre, 2011, v. 13, n. 26, p. 262-305. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/soc/v13n26/11.pdf>>. Acesso em: 10 fev 2017.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. **Índices**. Disponível em: < <http://portalibre.fgv.br/>>. Acesso em: 10 fev 2017.

GILIO, L. **Análise dos impactos socioeconômicos da expansão do setor sucroenergético**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015, 86 p.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**, 5ª edição, New Jersey, Editora Prentice Hall, 2002, 802 p.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**, 5ª edição, Nova Iorque, Editora McGraw Hill, 2011, 924 p.

GUIMARÃES, L. T.; TURETTA, A. D.; COUTINHO, H. L. da C. Uma proposta para avaliar a sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 2010, vol. 22, n. 2, p. 313-327.

GURGEL, A. C. Impactos da política americana de estímulo aos biocombustíveis sobre a produção agropecuária e o uso da terra. **Revista de Economia & Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, vol. 49, n. 1, p. 181-214, jan/mar 2011. Disponível em: < www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000100008>. Acesso em: 10 fev 2017.

HADDAD, P. R. **A competitividade do agronegócio e o desenvolvimento regional no Brasil**: estudo de *cluster*. Brasília. CNPq/Embrapa, 1999.

HAUSMAN, C. Biofuels and land use change: Sugarcane and soybean acreage response in Brazil. **Environmental & Resource Economics**, vol. 51, p. 163-187, 2012.

HIRSCHMAN, A. O. **La estrategia del desarrollo económico**. México: Fondo de Cultura Económico, 1973. Disponível em: <http://aleph.org.mx/jspui/bitstream/56789/6167/1/DOCT2065329_ARTICULO_6.PDF>. Acesso em: 10 fev 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Banco de dados**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 10 fev 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Banco de dados**. Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 06 fev 2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Technology roadmap: biofuels for transport**.2011. Disponível em: < <http://www.iea.org/publications/freepublications/>>. Acesso em: 10 fev 2017.

KHATIWADA, D.; LEDUC, S.; SILVEIRA, S.; MCCALLUM, I. Optimizing ethanol and bioelectricity production in sugarcane biorefineries in Brazil. **Renewable Energy**, 2016, vo. 85, p. 371-386.

LIBONI, L. B.; CEZARINO, L. O. Impactos sociais e ambientais da indústria da cana-de-açúcar. **Future Studies Research Journal: trends and strategies**, São Paulo, 2012, v. 4, n. 1, p. 202-230. Disponível em: < <http://www.spell.org.br/documentos/ver/7617/impactos-sociais-e-ambientais-da-industria-da-c--->>. Acesso em: 10 fev 2017.

LOURENZANI, W. L.; BERNARDO, R.; CALDAS, M. M. Produção de biocombustível e alteração da composição agropecuária no Centro-Oeste do Brasil. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 17, n. 4, p. 561-575, out/dez 2016. Disponível em: < www.scielo.br/pdf/inter/v17n4/1518-7012-inter-17-04-0561.pdf>. Acesso em 10 fev 2017.

LUZ JUNIOR, L. F. de L.; KAMINSKI, M.; KOZAK, R. H.; NDIAYE, P. M. Bioetanol, biodiesel e biocombustíveis: perspectivas para o futuro. **Boletim regional, urbano e ambiental** – IPEA, N. 3, pg. 53-57. Disponível em: < http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5488/1/BRU_n3_bioetanol.pdf>. Acesso em 10 fev 2017.

MACEDO, I. de C. **A energia da cana-de-açúcar**: Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. 2ª edição, São Paulo. Berlendis Editores Ltda, 2005. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/...Macedo/...Brazilian.../Sugar-canes-energy-Twelve-studies>>. Acesso em: 10 fev 2017.

MACIEL, M. R. A.; FONSECA, A. R.; BRAGA, F. A.; CORGOZINHO, B. M. de S. Caracterização sócio-econômica do trabalhador temporário da indústria canavieira em Lagoa da Prata, Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, ano 23, n. 2, p. 335-343, mai/ago 2011.

MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: environmental and social challenges. **Ecological Applications**, vol. 18, n. 4, p. 885-898. Disponível em: <<https://www.tamu.edu/faculty/tpd8/BICH407/Brazilenvsoc2.pdf>>. Acesso em: 10 fev 2017.

MARTINEZ, S. H.; EIJCK, J. V.; CUNHA, M. P.; GUILHOTO, J. J. M. Analysis of Socio-Economic Impacts of Sustainable Sugarcane-Ethanol Production by Means of Inter-Regional Input-Output Analysis: demonstrated for northeast Brazil. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 28, p. 290-316, 2013.

MORAES, M. Lessons from Brazil. **Nature**, Nova Iorque, v. 474, n. 7352, p. S25, 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/nature/journal/v474/n7352_supp/pdf/474S025a.pdf>. Acesso em: 10 fev 2017.

MORAES, M. A. F. D. de; BACCHI, M. R. P.; CALDARELLI, C. E. Accelerated growth of the sugarcane, sugar, and ethanol sectors in Brazil (2000-2008): effects on municipal gross domestic product per capita in the South-central region. **Biomass and Bioenergy**, 2016, vol. 91, p. 116-125. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163257952>>. Acesso em: 10 fev 2017.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. **A dimensão do setor sucroenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/2014**. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP. 2014. Disponível em: <www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=25818107>. Acesso em: 12 fev 2017.

OMETTO, A.R. **Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e a certificação ambiental**. 2000. 255f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos

RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS – RAIS. **Banco de Dados**. Ano base: 2016. Ministério do Trabalho, Brasília. Disponível em: <<http://www.rais.gov.br>>. Acesso em: 10 fev 2017.

RIBEIRO, H.; FICARELLI, T. R. de A. Queimadas nos canaviais e perspectivas dos cortadores de cana-de-açúcar em Macatuba, São Paulo. **Saúde Social**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 48-63, 2010. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/sausoc/v19n1/05.pdf>. Acesso em: 10 fev 2017.

SATOLO, L. F. **Impactos socioeconômicos da expansão do setor sucroenergético: uma análise espacial dinâmica sobre o bem-estar social no Estado de São Paulo (2000-2008)**. 2012. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-14092012-164402/pt-br.php>>. Acesso em: 12 fev 2017.

SATOLO, L.; BACCHI, M. Impacts of the recente expansion of the sugarcane sector on municipal per capita income in São Paulo state. **International Scholarly Research Notices**, 2013, vol. 2013, p. 14. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/828169/>>. Acesso em: 10 fev 2017.

SEABRA, J. E. A.; MACEDO, I. C. Comparative analysis for power generation and ethanol production from sugarcane residual biomass in Brazil. **Energy Policy**, 2011, vol. 39, p. 421-428.

SHIKIDA, P. F. A. Desenvolvimento socioeconômico e agroindústria canavieira no Paraná. **Revista de Política Agrícola**, jul/ago/set 2010, ano 19, n. 3. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/download/351/29>>. Acesso em: 10 fev 2017.

SHIKIDA, P. F. A.; SOUZA, E. C. de. Agroindústria canavieira e crescimento econômico local. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, vol. 47, n. 3, p. 569-600, jul/set 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/resr/v47n3/v47n3a02.pdf>>. Acesso em: 10 fev 2017.

SILVA, M. S.; BARROS, V. A. de. Saberes sobre o trabalho: Experiência e história nos canaviais. **Psicologia & Sociedade**, vol. 26, n. 2, p. 440-448, 2014. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4808599.pdf>>. Acesso em: 10 fev 2017.

SIQUEIRA, P. H. de L.; CASTRO JÚNIOR, L. G. de. Determinantes da localização da agroindústria canavieira nos municípios de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, São Paulo, 2013, vol. 51, n. 2, p. 309-330. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032013000200006>. Acesso em: 10 fev 2017.

SOUZA, R. C.; REIS, R. B.; LOPEZ, F. C. F.; MOURTHE, M. H. F.; LANA, A. M. Q.; BARBOSA, F. A.; SOUSA, B. M. Efeito da adição de teores crescentes de ureia na cana-de-açúcar em dietas de vacas em lactação sobre a produção e composição do leite e viabilidade econômica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2015, v. 67, n. 2, p. 564-572. Disponível em: <[http://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/EMBR_264105088ebf05da2633c032f6cb21d9/D](http://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/EMBR_264105088ebf05da2633c032f6cb21d9/Details)>. Acesso em: 10 fev 2017.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica** – Empresa de Pesquisa Energética - EPE, Rio de Janeiro, 2017, p. 452. Disponível em: <www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renovável%20-%20Online%2016maio2016.pdf>. Acesso em: 10 fev 2017.

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Banco de dados**. 2018. Disponível em: <www.unicadata.com.br>. Acesso em: 06 fev 2018.

WANG, L.; QUICENO, R.; PRICE, C.; MALPAS, R.; WOODS, J. Economic and GHG emissions analyses for sugarcane ethanol in Brazil: looking forward. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2014, vol. 40, p. 571-582.

WESZ JUNIOR, V. J. Agroindústria familiar: um mecanismo de estímulo à especialização das atividades na propriedade rural? **Mundo Agrário**, 2009, vol. 3, n. 18. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1515-59942009000100002>. Acesso em 10 fev 2017.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross-sectional and panel data**. Londres: MIT Press, 2003. 735 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Estatística descritiva das variáveis utilizadas do Centro-Sul

Variável	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Observações
area overall	2.899,06	7.213,76	0,00	114.000,00	N = 21.267
between		6.857,55	0,00	98.585,89	n = 2.363
within		2.242,77	-	53.184,06	T = 9
			35.067,05		
part overall	0,07	0,15	0,00	0,96	N = 21.267
between		0,14	0,00	0,89	n = 2.363
within		0,04	-0,46	0,63	T = 9
pib overall	12.482,88	13.562,79	1.172,48	340.688,50	N = 21.267
between		10.327,52	2.857,42	151.123,70	n = 2.363
within		8.793,85	-121.035,40	249.989,20	T = 9
va_a overall	0,31	0,18	0,00	0,94	N = 21.267
between		0,13	0,00	0,76	n = 2.363
within		0,13	-0,11	0,93	T = 9
va_s overall	0,54	0,13	0,05	0,90	N = 21.267
between		0,07	0,32	0,74	n = 2.363
within		0,12	0,02	1,00	T = 9
dens overall	109,59	642,67	0,00	13.023,09	N = 21.267
between		604,81	0,27	11.341,68	n = 2.363
within		217,62	-11221,52	2.254,14	T = 9
rem overall	832,51	381,48	0,00	4.528,96	N = 21.267
between		194,50	496,65	2.648,74	n = 2.363
within		328,20	-1.290,80	4.090,08	T = 9

Fonte: Autora com dados da pesquisa.

APÊNDICE B

Estatística descritiva das variáveis utilizadas do Nordeste

Variável	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Observações
area overall	663,34	2.679,23	0,00	52.238,00	N = 16.146
between		2.582,97	0,00	50.131,33	n = 1.794
within		714,02	-10.092,88	16.129,57	T = 9
part overall	0,03	0,10	0,00	1,00	N = 16.146
between		0,10	0,00	0,77	n = 1.794
within		0,03	-0.38	0,74	T = 9
pib overall	6.763,99	9.643,77	0,00	452.415,90	N = 16.146
between		8.523,76	2.607,15	363.096,70	n = 1.794
within		4.514,85	-213.625,40	196.083,20	T = 9
va_a overall	0,19	0,10	0,00	0,85	N = 16.146
between		0,10	0,00	0,57	n = 1.794
within		0,03	-0,02	0,59	T = 9
va_s overall	0,60	0,13	0,10	0,97	N = 16.146
between		0,06	0,29	0,82	n = 1.794
within		0,11	0,07	1,01	T = 9
dens overall	5,44	67,29	0,00	4.780,23	N = 16.146
between		24,98	0,00	640,31	n = 1.794
within		62,48	-514,8144	4.145,36	T = 9
rem overall	949,33	311,31	0	6.280,53	N = 16.146
between		228,45	419,31	4.901,87	n = 1.794
within		211,55	-807,53	5.655,61	T = 9

Fonte: Autora com dados da pesquisa.

APÊNDICE C

Estatística descritiva das variáveis utilizadas do Brasil

Variável	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Observações
area overall	1.934,21	5.822,71	0,00	11.400,00	N = 37.413
between		5.552,60	0,00	98.585,89	n = 4.157
within		1.754,77	-	52.219,21	T = 9
			36.031,90		
part overall	0,05	0,13	0,00	1,00	N = 37.413
between		0,13	0,00	0,89	n = 4.157
within		0,04	-0,48	0,76	T = 9
pib overall	10.014,83	12.357,99	0,00	452.415,90	N = 37.413
between		0000,37	2.607,15	263.096,70	n = 4.157
within		7.263,20	-210.374,60	247.521,10	T = 9
va_a overall	0,26	0,17	0,00	0,94	N = 37.413
between		0,13	0,00	0,76	n = 4.157
within		0,10	-0,16	0,87	T = 9
va_s overall	0,57	0,13	0,05	0,97	N = 37.413
between		0,07	0,29	0,82	n = 4.157
within		0,11	0,03	1,03	T = 9
dens overall	64,64	489,27	0,00	13.023,09	N = 37.413
between		459,16	0,01	11.341,68	n = 4.157
within		169,13	-	4.204,56	T = 9
			11.266,46		
rem overall	882,93	357,62	0,00	6.280,53	N = 37.413
between		217,63	419,31	4.901,87	n = 4.157
within		283,80	-1.240,39	5.589,21	T = 9

Fonte: Autora com dados da pesquisa.