



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**KENNEDY JAMESTONY DE CARVALHO E SOUZA**

**UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS MERCADOS  
SUCROALCOOLEIROS DE SÃO PAULO E PERNAMBUCO:  
ABORDAGENS DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS E  
POLÍTICAS PÚBLICAS**

**RECIFE**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS MERCADOS  
SUCROALCOOLEIROS DE SÃO PAULO E PERNAMBUCO:  
ABORDAGENS DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS E  
POLÍTICAS PÚBLICAS**

**KENNEDY JAMESTONY DE CARVALHO E SOUZA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural como exigência parcial à obtenção do título de Mestre em Administração.

**Orientador: Prof. Dr. André de Souza Melo, DSc**

**RECIFE**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO**

**KENNEDY JAMESTONY DE CARVALHO E SOUZA**

***UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS MERCADOS SUCROALCOOLEIROS  
DE SÃO PAULO E PERNAMBUCO: ABORDAGENS DE TRANSMISSÃO DE  
PREÇOS E POLÍTICAS PÚBLICAS***

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato **KENNEDY JAMESTONY DE CARVALHO E SOUZA** APROVADO em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Orientador:

---

---

Prof(a). ANDRÉ DE SOUZA MELO, DSc  
Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(Presidente)

Banca Examinadora:

---

---

Prof(a). GISLÉIA BENINI DUARTE, DSc  
Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(Membro Interno)

---

---

Prof(a). Yoni de Sá Barreto Sampaio, DSc  
Universidade Federal de Pernambuco  
(Membro Externo)

## DEDICATÓRIA

A Deus primeiramente, aos meus pais, a minha filha Sophia Alice, e demais familiares e amigos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente por todas as bênçãos que me foram concedidas gratuitamente pela sua abundante graça, inclusive por ter me concedido saúde e discernimento para realizar esse trabalho e concluir este curso de mestrado.

Agradeço aos meus pais Antônio Manoel e Maria Lucileide, por todo o apoio, amor e dedicação que sempre tiveram comigo ao longo dos anos. As minhas irmãs Jacqueline, Janaína e Katiene. A tia Penha, minha prima Andreza e também aos demais familiares que sempre estiveram me apoiando.

Desejo expressar meu profundo agradecimento ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural (PADR) pela oportunidade, bem como a todos os professores que compõe o programa pelo compromisso com a educação e empenho para tornar o PADR cada vez melhor.

Gostaria de agradecer especialmente ao meu orientador, Prof. Dr. André Melo, por todo o aprendizado, pela ajuda no desenvolvimento e realização deste trabalho, a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gisléia Benini pela colaboração para o aprimoramento da minha pesquisa de dissertação e, ao Prof. Dr. Yoni Sampaio por ter aceitado o convite para participar da minha banca de defesa da dissertação.

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos, a qual foi fundamental à realização das minhas atividades de pesquisa, estágio e, por conseguinte, conclusão do curso.

Agradeço a Luiza Pragana e demais funcionários do PADR, pelo ótimo serviço desempenhado e, também pela gentileza e prestimosidade em todos os momentos.

Também gostaria de agradecer aos meus amigos e professores Kleyton Siqueira e Airton Magalhães, por todo o apoio que me deram antes e durante o mestrado, pela amizade genuína e pelos momentos de companheirismo e descontração. Ao meu amigo Robson Elpídio, doutor em Zootecnia, pela amizade e ajuda em todos os momentos.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos e companheiros do mestrado pelos momentos de descontração, conversas, permutas de conhecimentos durante esses dois anos, e por terem contribuído para que eu pudesse concluir este curso.

“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria, e o conhecimento de Deus é o entendimento.”

Provérbios 9:10

## RESUMO

Esta dissertação está dividida em dois ensaios acerca do processo de transmissão de preços e políticas públicas no mercado sucroalcooleiro nacional. O primeiro artigo analisa a influência dos preços do mercado sucroalcooleiro de São Paulo em relação aos preços do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco. Para isto, utilizou-se a metodologia de Vetores Autorregressivos (VAR), onde foram usadas séries mensais com os preços em reais referentes ao açúcar e etanol hidratado dos Estados de Pernambuco e São Paulo. A análise das variáveis foi realizada no período de novembro de 2002 até março de 2016. O resultado da pesquisa está coerente com a literatura, pois o teste de causalidade de Granger e as análises de decomposição de variância e a função de impulso-resposta, confirmam a existência de transmissão de preços entre os mercados de São Paulo e Pernambuco, todavia, essa transmissão de preços não ocorre com a mesma intensidade quando se analisa de forma geral esse processo entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste.

O segundo artigo tem o objetivo de avaliar o impacto da política de intervenção da mistura nos preços do etanol hidratado dos estados brasileiros produtores, durante o período de janeiro de 2013 a junho de 2017. Concernente à metodologia, utilizou-se o método diferenças em diferenças, onde foram estimados três modelos de dados em painel com efeitos-fixos. O período analisado pelo modelo antes da política é a partir de janeiro de 2013 até fevereiro de 2015; enquanto que o período analisado após a política começa em março de 2015 e vai até junho de 2017. Os resultados apresentados nos três modelos estimados apontam que a política da mistura influencia de forma significativa a variável de interesse (preços do etanol hidratado dos estados produtores). Com isso, conclui-se que a política da mistura apresenta certo grau de exogeneidade, evidenciando, por sua vez, a consistência do modelo para explicar a sua variável dependente (preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil).

**Palavras-chave:** Mercado Sucroalcooleiro. Transmissão de Preços. Vetores Autorregressivos. Política da Mistura. Diferenças em Diferenças. Avaliação de Políticas.

## ABSTRACT

This dissertation is divided in two essays about the process of transmission of prices and public policies in the national sugar-alcohol market. The first article analyzes the influence of the prices of the sugar and alcohol market in São Paulo in relation to the prices of the sugar and alcohol market in Pernambuco. For this, the Autoregressive Vector (VAR) methodology was used, where monthly series were used with the prices in reals for sugar and hydrated ethanol from the states of Pernambuco and São Paulo. The analysis of the variables was performed from november 2002 to march 2016. The result of the research is consistent with the literature, since the Granger causality test and the variance analysis of the variance and the impulse-response function, confirms the existence of price transmission between the markets of São Paulo and Pernambuco, however, this transmission of prices does not occur with the same intensity when the process is generally analyzed between the Central-South and North-Northeast regions.

The second article aims to evaluate the impact of the intervention policy of the blend on the prices of hydrous ethanol from the Brazilian producer states, from January 2013 to June 2017. Concerning the methodology, the differences in differences method, where we estimated three panel data models with fixed effects. The period analyzed by the model before the policy is from January 2013 to February 2015; while the period analyzed after the policy begins in March 2015 and runs through June 2017. The results presented in the three models show that the mix policy influences the interest variable (hydrous ethanol prices of the producer states). Thus, it is concluded that the mixture policy presents a certain degree of exogeneity, evidencing, in turn, the consistency of the model to explain its dependent variable (hydrated ethanol prices of the producing states of Brazil).

**Keywords:** Sugarcane market. Transmission of Prices. Autoregressive Vectors. Mix Policy. Differences in Differences. Evaluation of Policies.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Teste de causalidade de Granger da variável preço do açúcar de São Paulo.....	28
Tabela 2 Teste de causalidade de Granger da variável preço do etanol hidratado de São Paulo.....	29
Tabela 3 Decomposição de variância da variável preço do açúcar de Pernambuco.....	30
Tabela 4 Decomposição de variância da variável preço do etanol hidratado de Pernambuco.....	31
Tabela 5 Estatística Descritiva das Variáveis.....	61
Tabela 6 Modelos em Painel com Efeitos Fixos - Variável Dependente: Preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil.....	62

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Resposta de um choque nos preços do açúcar de São Paulo.....	33
Gráfico 2 Resposta de um choque nos preços do etanol hidratado de São Paulo.....	34
Gráfico 3 Variações dos preços do etanol hidratado antes da política da mistura .....	66
Gráfico 4 Variações dos preços do etanol hidratado depois da política da mistura.....	66

## SUMÁRIO

### **ENSAIO 1 – UMA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE O MERCADO SUCROALCOOLEIRO DE SÃO PAULO E PERNAMBUCO UTILIZANDO O MODELO DE VETORES AUTORREGRESSIVOS (VAR)**

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 Transmissão de preços no mercado sucroalcooleiro nacional e sua relação com o mercado de gasolina.....	17
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Modelo de Vetores Autorregressivos .....	22
3.2 Base de dados e ordem de entrada das variáveis no VAR .....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Teste de causalidade de Granger .....	28
4.2 Decomposição de Variância.....	30
4.3 Função de Impulso-Resposta .....	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	36
REFERÊNCIAS.....	38

### **ENSAIO 2 - O IMPACTO DA POLÍTICA DE INTERVENÇÃO DA MISTURA NOS PREÇOS DO ETANOL HIDRATADO DOS ESTADOS PRODUTORES DO BRASIL**

1. INTRODUÇÃO.....	42
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	45
2.1 O impacto das políticas públicas sobre os preços dos mercados de combustíveis.....	46
2.2 O impacto das políticas públicas sobre os preços do mercado de etanol.....	49
3. METODOLOGIA.....	54
3.1 Modelo Diferenças em Diferenças .....	54
3.2 Base de dados e variáveis do modelo .....	58

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.1 Estimações dos Modelos.....	61
4.2 Variações dos preços do etanol hidratado dos estados produtores .....	66
4.3 Teste de Robustez .....	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	68
REFERÊNCIAS.....	70

## **ENSAIO 1 - UMA ANÁLISE DA TRANSMISSÃO DE PREÇOS ENTRE OS MERCADOS SUCROALCOOLEIROS DE SÃO PAULO E PERNAMBUCO UTILIZANDO O MODELO DE VETORES AUTORREGRESSIVOS (VAR)**

### **1. INTRODUÇÃO**

O mercado sucroalcooleiro do Brasil é o mais competitivo do mundo, possui maiores níveis de produtividade, menores custos de produção e emprega uma grande quantidade de mão-de-obra. Segundo informações da Unica (2016) esse setor movimentava um valor bruto de aproximadamente US\$ 100 bilhões, reúne mais de 70.000 produtores rurais independentes e 371 unidades produtoras de açúcar e álcool funcionando, gerando aproximadamente 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos, contribuindo para o aumento da renda e desenvolvimento da economia brasileira. O Brasil atualmente é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo com 630 milhões de toneladas produzidas. Também é o maior produtor e exportador de açúcar (36 milhões de toneladas produzidas e 24 milhões de toneladas exportadas) e o segundo maior produtor de etanol (28 bilhões de litros), atrás apenas dos Estados Unidos (ALVES; LIMA, 2010; BLOCK; CORONEL; VELOSO, 2012; FERNANDES; SHIKIDA; CUNHA, 2013; RODRIGUES, 2010; UNICA, 2016; VIEIRA; LIMA; BRAGA, 2007).

No Brasil em média 55% da produção de cana é destinada a produção de álcool e 45% à de açúcar. Cerca de 90% da produção de cana-de-açúcar está localizada na região Centro-Sul (que abrange os estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste), enquanto os 10% restantes são responsáveis pelos estados das regiões Norte-Nordeste (BLOCK; CORONEL; VELOSO, 2012; FERREIRA; VITAL; LIMA, 2008; UNICA, 2016). No que diz respeito à área cultivada que é destinada à atividade sucroalcooleira nacional, a safra para no ano de 2015 foi de aproximadamente 10.870.647 milhões de hectares distribuídos entre todos os estados produtores. O estado de São Paulo permanece como o maior produtor brasileiro (5.728.285 hectares) de área plantada, seguido por Minas Gerais (1.071.934 hectares), Goiás com (967.936 hectares), Paraná (678.290 hectares), Mato Grosso do Sul (692.300 hectares), Alagoas (399.230 hectares) e Pernambuco (320.942 hectares) (UNICA, 2016).

Analisando o atual cenário econômico mundial, percebe-se que há também alguns fatores que fazem do mercado sucroalcooleiro um dos mais promissores setores da economia nacional, como: a forte tendência de crescimento do preço mundial do petróleo, aliada à preocupação com o meio ambiente (necessidade de redução de emissão de gases poluentes na atmosfera) e ao grande volume de vendas dos veículos bicombustíveis (flex-fuel), deverão impulsionar de forma crescente as demandas interna e externa pelo álcool combustível. Com relação ao açúcar, a perspectiva também é que haja um crescimento da demanda mundial, influenciada diretamente pelo crescimento do consumo mundial de açúcar ao nível de 2% ao ano. Portanto, tais fatores mencionados mostram que é necessário um grande volume de investimento financeiro no mercado sucroalcooleiro nacional, bem como de pesquisas e estudos com a finalidade de fomentar mais ainda esse setor (COSTA; GUILHOTO, 2014; FERNANDES; SHIKIDA; CUNHA, 2013; SERRA; ZILBERMAN; GIL, 2011; WILKINSON, 2015).

Melo e Sampaio (2014) também evidenciam a importância, bem como a excelente perspectiva futura do mercado sucroalcooleiro e, especificamente do etanol, ao mostrar que a gasolina e o etanol são substitutos diretos, e que um aumento repentino no preço da gasolina leva em longo prazo, os consumidores a substituírem a demanda deste bem pelo biocombustível. O álcool combustível além de ser um bem substituto direto do combustível fóssil, também pode ser comercializado misturado na gasolina, configurando assim um bem complementar. Isso pode estimular mais ainda a demanda e a produção do etanol nos próximos anos, em função da sua grande utilidade (MELO; SAMPAIO, 2014; RODRIGUES, 2010; VIEIRA; LIMA; BRAGA, 2007).

Vale salientar que a importância econômica e social desse ramo do agronegócio para os estados de Pernambuco e São Paulo também são historicamente consideráveis. O estado de Pernambuco ainda é considerado um grande produtor do setor canavieiro, ocupando o sétimo lugar em todo o país e o segundo estado do Nordeste. Enquanto isso, São Paulo é o maior produtor do setor sucroalcooleiro nacional, responsável por cerca 60% de toda a produção. Desde meados do século XX que São Paulo vem gradualmente expandindo a sua produção de cana-de-açúcar e, conseqüentemente tem se tornado o principal produtor desse

importante setor do agronegócio brasileiro (MARANGONI, 2011; CONAB, 2013; TORQUATO; MARTINS; RAMOS, 2009; UNICA, 2016; VIEIRA; LIMA; BRAGA, 2007).

Devido às condições extremamente favoráveis de terras, clima e pelas dimensões continentais, o Brasil dispõe de dois períodos distintos de safra. A safra do Centro-Sul é colhida entre os meses de junho a novembro, já a safra das regiões Norte-Nordeste concentra-se nos meses de setembro a março do ano seguinte. Isto possibilita ao Brasil produzir etanol e açúcar durante todo o ano, e com isso, atender as demandas dos mercados doméstico e internacional (FERNANDES; SHIKIDA; CUNHA, 2013; SAFATLE, 2011). Assim, considerando o fato de que as safras de cana-de-açúcar dos estados de São Paulo e Pernambuco ocorrem em períodos diferentes, ou seja, a produção do setor canavieiro de Pernambuco acontece justamente no período de entressafra da produção do setor canavieiro paulista e, também, levando em consideração a grande representatividade da Região Centro-Sul na produção de açúcar e etanol, este ensaio se propõe a analisar a seguinte questão: Os preços do mercado sucroalcooleiro de São Paulo influenciam os preços do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco?

Portanto, em vista da relevância histórica e econômica do mercado sucroalcooleiro brasileiro, e do impacto econômico que essa atividade agroindustrial representa para os estados de São Paulo e Pernambuco, nota-se a importância da realização desta pesquisa. É interessante destacar, que existem poucos trabalhos científicos no país que fazem um estudo acerca da transmissão de preços entre estados específicos das regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste. A maioria dos estudos analisa o processo de transmissão de preços entre grupos de estados, enquanto outras pesquisas dissecam a transmissão de preços entre o mercado sucroalcooleiro brasileiro e outros mercados de bens substitutos como o da gasolina (ALVES; LIMA, 2010; ARCHER; SZKLO, 2016; BALCOMBE; RAPSOMANIKIS, 2008; BENTIVOGLIO; FINCO; BACCHI, 2016; HAO et al., 2017; JUNIOR; BACCHI, 2010; MORAES; BACCHI, 2015).

Assim, analisar-se-á de forma específica, a relação de causalidade entre dois importantes estados produtores de açúcar e etanol do mercado doméstico, os quais são os mercados de São Paulo e Pernambuco. Cabe enfatizar que o presente

ensaio fará a análise da transmissão de preços entre esses dois estados dentro do período de novembro de 2002 a março de 2016. A escolha desse período a ser analisado, deve-se ao fato desse intervalo de tempo abranger dois eventos importantes do mercado sucroalcooleiro doméstico: a fase de grande crescimento econômico (2003 a 2009), seguida pela fase de crise e estagnação econômica do setor sucroalcooleiro nacional (2010 a 2014) (SOARES; ROSSEL, 2014; WILKINSON, 2015). Por fim, este trabalho pretende contribuir para a literatura sobre o tema, pois ao final dessa pesquisa, compreender-se-á melhor como acontece o processo de transmissão de preços do mercado sucroalcooleiro entre os estados de São Paulo e Pernambuco; e a partir desse conhecimento, auxiliar os produtores, gestores e demais agentes de mercado a tomarem decisões mais consistentes, como também ajudar na formulação e implementação de estratégias e políticas públicas setoriais.

Costa e Tavares (2015) ressaltam ainda, que o conhecimento das relações de transmissão de preços entre os mercados dos estados produtores de açúcar e álcool combustível é um valioso instrumento de auxílio para a tomada de decisão dos agentes do mercado, contribuindo para a mitigação de riscos relacionados à volatilidade dos preços da cana-de-açúcar e do etanol hidratado, além de servir para o planejamento de estoques reguladores, melhorando, por conseguinte, a rentabilidade na cadeia produtiva do açúcar e do etanol. Ademais, o fato de existir transmissão de preços do setor sucroalcooleiro no sentido Centro-Sul para o Norte-Nordeste, torna possível aos produtores desta região prever os movimentos de preços e, com isso, formular melhores estratégias e políticas com base nos preços do mercado da região Centro-Sul.

Este ensaio está dividido em cinco seções incluindo a introdução. A segunda seção contém a revisão de literatura, onde é realizada uma abordagem sobre o processo de transmissão de preços entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste e, a influência dos preços do mercado da gasolina sobre os preços do mercado brasileiro de açúcar e etanol. A terceira seção discorre acerca dos procedimentos metodológicos e do modelo utilizado nesta pesquisa. Na quarta seção elaboram-se os resultados e discussões e, finalizando, tem-se a quinta seção com as considerações finais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Devido à relevância do mercado sucroalcooleiro para a economia brasileira e ao impacto que esse setor tem sobre outros setores da economia nacional e até internacional, constata-se que há vários estudos que analisam a transmissão de preços no mercado sucroalcooleiro doméstico e internacional (em relação ao mercado doméstico, conforme salientado anteriormente, a maioria dos estudos analisa o processo de transmissão de preços entre grupos de estados das regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste e, não de forma específica como se propõe essa pesquisa, o qual analisará a relação de causalidade entre São Paulo e Pernambuco). A revisão de literatura a seguir, apresenta a transmissão de preços no mercado sucroalcooleiro entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste e, também a influência dos preços do mercado de gasolina sobre os preços do mercado sucroalcooleiro doméstico.

### **2.1 Transmissão de preços no mercado sucroalcooleiro nacional e sua relação com o mercado de gasolina**

Junior e Bacchi (2010) analisaram o processo de transmissão de preços no mercado de álcool combustível e de açúcar entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste. Os resultados da pesquisa indicam a existência de causalidade unidirecional dos preços do açúcar e etanol da região Centro-Sul para os da região Norte-Nordeste e, mostram que as variações dos preços do açúcar e do etanol observadas na Região Centro-Sul são transmitidas de forma rápida para os preços do mercado Norte-Nordeste. Com isso, pode-se dizer que os mercados de açúcar e álcool combustível das regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul são integrados. Os autores justificam que o sentido de causalidade de preços entre as duas regiões, ocorre devido à grande representatividade da Região Centro-Sul na produção nacional de açúcar e de álcool combustível.

Moraes (2014) e Moraes e Bacchi (2015) realizaram um estudo com os principais estados produtores de etanol da região Centro-Sul, como São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Goiás. Os resultados mostram que esses estados possuem mercados perfeitamente integrados entre si. O estudo também sugere que os estados da região Centro-Sul apresentam relação de integração (embora não

perfeita) e, por sua vez, de transmissão de preços com os mercados dos principais estados produtores da região Norte-Nordeste, como Alagoas e Pernambuco. Com relação a esta ausência de integração perfeita e, conseqüentemente, de fortes relações dos preços dos estados do Centro-Sul com os do Norte-Nordeste, deve-se ao fato de os períodos de safra e entressafra de cana-de-açúcar nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul serem diferentes.

Em contrapartida, Alves e Lima (2010) examinaram apenas a transmissão de preços do mercado de açúcar entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste. Os resultados apontam que os estados de Alagoas e Pernambuco; as regiões de Araçatuba e Ribeirão Preto em São Paulo, Maringá, no Paraná e, a região do Triângulo Mineiro em Minas Gerais; fazem parte do mesmo mercado econômico de açúcar. Assim, os autores constataram que os mercados mencionados referentes as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste estão integrados e que existe uma relação de causalidade e, por sua vez, uma transmissão de preços do mercado de açúcar de ambas as regiões. Os autores concluem mostrando que o mercado de Ribeirão Preto-SP foi considerado o mercado central para o açúcar no Brasil, e que todos os outros mercados analisados (exceto o mercado de São Paulo) respondem significativamente a variações nos preços desse mercado central.

Em outro estudo mais abrangente acerca da transmissão de preços nos mercados de açúcar, etanol hidratado e etanol anidro das regiões Centro Sul e Nordeste do Brasil, Alves e Lima (2014) fazem uma análise levando em consideração também os custos de transação. Verificou-se que o mercado de Ribeirão Preto em São Paulo é o mercado central para os três produtos estudados, e que os mercados mais próximos a este tendem a possuir um maior grau de integração e, por sua vez, são mais influenciados pelo processo de transmissão de preços do mercado paulista, apresentando também um menor custo de transação. Em contrapartida, constatou-se o inverso para todos os mercados que estão mais distantes de Ribeirão Preto-SP.

Corroborando a influência que os preços do mercado sucroalcooleiro de São Paulo têm sobre os preços do mercado de etanol dos estados da região Norte-Nordeste, Amaral e Alves (2013) mostram que os preços dos etanóis anidro e hidratado do estado de Alagoas (principal produtor da região Norte-Nordeste) sofrem

uma influência significativa dos preços dos etanóis anidro e hidratado do estado de São Paulo. De acordo com a pesquisa, se ocorrer uma variação positiva de 1% nos preços do etanol hidratado de São Paulo, os preços do etanol hidratado de Alagoas aumentarão em 0,52%. No caso do etanol anidro, os parâmetros indicam que se ocorrer um aumento de 1% nos preços do etanol anidro paulista, os preços do etanol anidro de Alagoas aumentarão em torno de 0,61%. Com isso, mesmo não havendo uma integração perfeita (100% de transmissão de preços) entre os preços dos etanóis dos estados de São Paulo e Alagoas, nota-se que os preços do mercado sucroalcooleiro de São Paulo exercem uma influência considerável nos preços do mercado sucroalcooleiro de Alagoas e, conseqüentemente sobre os demais estados da região Nordeste.

Archer e Szklo (2016) e Hao et al. (2017) explicam que devido à grande representatividade do Brasil na produção e exportação de açúcar e etanol, alguns estudos têm investigado as ligações entre os preços do mercado da gasolina e sua relação com o etanol e o açúcar brasileiro. A partir de 2010, houve uma queda na competitividade do etanol causada pela gasolina do país, através de uma política de preços que não seguiu a paridade de preços internacionais do mercado da gasolina. Os autores salientam que, para um cenário de queda dos preços domésticos ou internacionais da gasolina, a produção de etanol no Brasil estaria sob forte pressão de suprimento do combustível fóssil, comprometendo a competitividade e a indústria de etanol do Brasil. Além disso, a queda do consumo do etanol normalmente é acompanhada pelo aumento da demanda por gasolina e por importações do produto petrolífero.

Melo e Sampaio (2016) e Serra, Zilberman e Gil (2011), concordam que o preço da gasolina é uma variável que afeta a dinâmica do setor sucroalcooleiro, em função da sua grande participação no mercado global de combustíveis e, por sua importância no cenário econômico internacional. Assim, uma elevação nos preços da gasolina, causa por sua vez, uma elevação na produção do etanol. Como a demanda por etanol aumenta devido ao aumento no preço da gasolina, ocorre um aumento na produção do etanol, porém o seu preço também sofre um aumento ao longo do tempo. Esse choque positivo nos preços da gasolina causa um impacto semelhante nos preços do mercado de açúcar. Ou seja, se ocorrer uma alta nos

preços da gasolina, mais etanol é demandado, causando uma diminuição na produção do açúcar e, por sua vez, um aumento no seu preço.

Silva e Almeida (2010) também fazem uma análise da inter-relação e da transmissão de preços nos mercados de etanol, açúcar e gasolina. Como o etanol é considerado um bem substituto para a gasolina, a elevação do preço no mercado internacional do petróleo leva a um aumento da demanda pelo etanol, causando possivelmente um aumento do preço no mercado internacional do etanol (incluindo o preço do etanol brasileiro). Conseqüentemente, a elevação do preço do álcool combustível tende a elevar o preço da matéria-prima para produção do açúcar, o que incentiva os produtores a substituírem a produção de açúcar pelo álcool combustível. Estes movimentos tendem, portanto, a causar uma elevação do preço do açúcar no mercado internacional.

Outros trabalhos, como os de Balcombe e Rapsomanikis (2008), Tokgoz e Elobeid (2006) e Bentivoglio, Finco e Bacchi (2016), também confirmam que o preço do mercado internacional de petróleo, por ser um mercado de grande relevância na economia mundial, tem demonstrado ser um dos principais determinantes dos preços do açúcar e do etanol brasileiro. Esses estudos sugerem que os preços do açúcar têm uma relação de causalidade de Granger com os preços do etanol. Sugerindo assim, uma hierarquia causal do petróleo para o açúcar e, por sua vez, deste para o etanol, em vez da sequência, do petróleo para etanol e deste para o açúcar, conforme inicialmente esperado na pesquisa.

Nesse contexto, Nuñez e Onal (2016) corroboram que o açúcar é um dos principais produtos da pauta de exportação brasileira, e por sua vez, exerce um poder de mercado mundial, com isso, o preço do açúcar doméstico tem influenciado significativamente o preço da cana-de-açúcar juntamente com o preço do mercado de etanol. Isso tornou-se evidente, porque a forte demanda de açúcar e o aumento dos preços observados nos últimos anos foram substituídos pelo excesso de oferta e queda dos preços do mercado de açúcar. Acarretando, assim, um impacto importante na indústria açucareira do Brasil e, portanto, no setor de etanol.

Melo e Sampaio (2010) justificam essa maior influência dos preços do açúcar sobre os preços do etanol, mostrando que os preços do açúcar e do etanol têm uma

relação de bi-causalidade. Todavia, existe uma relação de causalidade de maior intensidade do preço do açúcar sobre o preço do álcool combustível pelo fato dos mercados de açúcar doméstico e internacional serem mais consolidados do que o mercado de biocombustíveis, que é um mercado recente comparado com o mercado mundial de açúcar.

Diante do exposto nesta revisão, a literatura mostra que o mercado sucroalcooleiro da região Centro-Sul possui uma relação de causalidade unidirecional com a região Norte-Nordeste, sugerindo assim, que existe de fato uma transmissão de preços entre essas duas regiões e, que os preços dos mercados de etanol e açúcar da região Centro-Sul influenciam significativamente os preços dos mercados de açúcar e etanol da região Norte-Nordeste. Enquanto isso, depreende-se que os preços do açúcar e do etanol da região Norte-Nordeste não demonstraram ter nenhuma influência sobre os preços do mercado da região Centro-Sul (JUNIOR; BACCHI, 2010; ALVES; LIMA, 2010; AMARAL; ALVES, 2013; ALVES; LIMA, 2014; MORAES, 2014; MORAES; BACCHI, 2015).

Concernente à transmissão de preços entre o mercado sucroalcooleiro doméstico e o mercado de gasolina; algumas pesquisas mostram que existe uma relação de bi-causalidade entre os mercados de açúcar e etanol, sugerindo, que os preços do mercado de açúcar influenciam e sofrem uma certa influencia dos preços do mercado de álcool combustível. No entanto, como o mercado de açúcar é mais consolidado mundialmente do que o mercado de biocombustíveis; existe um processo de transmissão de preços de maior intensidade dos preços do açúcar para os preços do etanol (BALCOMBE; RAPSOMANIKIS, 2008; BENTIVOGLIO; FINCO; BACCHI, 2016; MELO; SAMPAIO, 2010; TOKGOZ; ELOBEID, 2006; NUÑES; ONAL, 2016; MELO; SAMPAIO, 2016; SILVA; ALMEIDA, 2010). Em relação aos preços da gasolina, como o mercado de petróleo tem uma grande relevância na economia mundial; os preços do mercado de gasolina demonstram ter grande influência na determinação dos preços do açúcar e do etanol brasileiro, como também nos preços de outras commodities agrícolas utilizadas na produção de etanol de outros países, confirmando com isso, a correlação e o efeito de causalidade que existe entre esses mercados (ARCHER; SZKLO, 2016;

BALCOMBE; RAPSOMANIKIS, 2008; BENTIVOGLIO; FINCO; BACCHI, 2016; HAO et al., 2017; MELO; SAMPAIO, 2016).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Modelo de Vetores Autorregressivos**

Para analisar como o mercado sucroalcooleiro pernambucano responde a choques externos, utilizar-se-á a metodologia de Vetores Autorregressivos (VAR). Segundo Gujarati (2006), pode-se dizer que esse método é semelhante aos modelos de equações simultâneas, no sentido que as variáveis endógenas devem ser consideradas em conjunto. Porém, cada uma das variáveis endógenas deve ser explicada por seus valores defasados ou passados e também pelos valores defasados ou passados de todas as outras variáveis que pertencem ao modelo (STOCK; WATSON, 2004).

O método dos mínimos quadrados ordinários é aplicado a cada uma das equações separadamente e, as previsões obtidas pelos modelos de Autorregressão Vetorial são, em muitos casos, até melhores do que os resultados obtidos por modelos mais complexos, como os de Equações Simultâneas (GUJARATI, 2006). Os modelos de Vetores Autorregressivos (VAR), além de serem multivariados, possuem ferramentas e funções estatísticas avançadas e, concomitantemente, fáceis de serem utilizadas e interpretadas. O VAR é um modelo econométrico robusto, consistente e de alta credibilidade para descrever dados, realizar previsões ex-post e ex-ante, realizar inferências e fazer análises de políticas econômicas (STOCK; WATSON, 2004). Caiado (2002) explica que o método VAR leva em consideração a existência de relações interdependentes entre as variáveis, permitindo, que sejam avaliados os respectivos impactos das perturbações aleatórias sobre o sistema de variáveis, o que os tornam úteis e eficientes na previsão do comportamento de séries temporais que apresentam características inter-relacionadas.

Uma característica interessante do modelo econométrico VAR é que normalmente ele utiliza somente variáveis endógenas (GUJARATI, 2006; SOUZA; ANNEGUES; MAIA, 2015). Desse modo, não é necessário fazer uma distinção das

variáveis dependentes e explicativas, podendo com isso, estabelecer um número maior de relações e análises entre todas as variáveis. Com isso, a análise do método VAR é feita de modo independente do direcionamento tendencioso do pesquisador, permitindo uma análise dos dados obtidos com uma menor possibilidade de ocorrência de viés (VALENÇA et al., 2015). Como este trabalho pretende examinar a influência dos preços do mercado sucroalcooleiro de São Paulo sobre os preços do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco, as variáveis que serão analisadas no modelo são: preços do açúcar e do etanol hidratado de São Paulo, e preços do açúcar e do etanol hidratado de Pernambuco. Vale ressaltar que as quatro variáveis mencionadas são endógenas e que as mesmas serão explicadas por seus valores defasados ou passados.

Segundo Maia (2001), o modelo de Vetores Autorregressivos (VAR) pode ser descrito na sua forma primitiva simples através de um sistema de equações:

$$y_t = b_{10} + b_{12}z_t + \gamma_{11}y_{t-1} + \gamma_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (1)$$

$$z_t = b_{20} + b_{21}y_t + \gamma_{21}y_{t-1} + \gamma_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt} \quad (2)$$

Podendo também ser representado num formato matricial, denominado VAR estrutural:

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Ou ainda:

$$Bx_t = \Gamma_0 + \Gamma_1x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Onde:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}; \quad x_t = \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix}; \quad \Gamma_0 = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix}; \quad \Gamma_1 = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix};$$

$$x_{t-1} = \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix}; \quad \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

Multiplicando todo o sistema pela matriz inversa de B, tem-se:

$$B^{-1} = \begin{vmatrix} \frac{1}{1-b_{12}b_{21}} & -\frac{b_{12}}{1-b_{12}b_{21}} \\ \frac{b_{21}}{1-b_{12}b_{21}} & \frac{1}{1-b_{12}b_{21}} \end{vmatrix}$$

$$B^{-1}Bx_t = B^{-1}\Gamma_0 + B^{-1}\Gamma_1x_{t-1} + B^{-1}\varepsilon_t \quad (5)$$

Assim, considerando uma auto-regressão de um período, tem-se:

$$x_t = v + A_1x_{t-1} + e_t \quad (6)$$

Em que,  $v = B^{-1}\Gamma_0$   $A_1 = B^{-1}\Gamma_1$   $e_t = B^{-1}\varepsilon_t$

Sendo  $x_t$  um vetor ( $nx1$ ) contendo  $n$  variáveis endógenas incluídas no VAR (podendo ser representadas pelas variáveis do modelo desse trabalho: preços do açúcar e do etanol hidratado de São Paulo e os preços do açúcar e do etanol hidratado do mercado pernambucano),  $v$  vetor ( $nx1$ ) de interceptos,  $A_1$  se refere à matriz ( $nxn$ ) de coeficientes dos valores defasados das variáveis endógenas mencionadas,  $x_{t-1}$  é exatamente o vetor das variáveis endógenas defasadas, e  $e_t$  é o vetor ( $nx1$ ) dos termos de erros estocásticos do modelo.

Conforme já mencionado, esta pesquisa se propõe a examinar os impactos ou as implicações econômicas que os preços do setor sucroalcooleiro de São Paulo exercem sobre os preços do mercado sucroalcooleiro do estado de Pernambuco, e para que tal análise seja realizada com êxito serão examinadas a relação de causalidade de Granger, a decomposição de variância e a função de impulso-resposta.

O teste de causalidade de Granger é um teste F, onde a hipótese nula ( $H_0$ ) geralmente afirma-se que a um nível de significância maior que 5% ou no máximo 10%, que não há relação de causalidade entre as variáveis testadas. E afirma-se

que a hipótese alternativa (H1) a um nível de significância menor ou igual a 5% ou no máximo 10%, tem uma relação de causalidade entre as variáveis testadas. Assim, se for possível afirmar estatisticamente que a um nível de significância de 5% ou 10% que a hipótese nula foi rejeitada, neste caso, conclui-se que uma variável X tem uma relação de causalidade de Granger com outra variável Y, logo, pode-se dizer que os valores defasados da variável X influenciam o comportamento da variável Y. Pode acontecer também de existir uma relação de causalidade nos dois sentidos (bi-causal), neste caso, pode-se afirmar estatisticamente que a variável Y tem uma relação de causalidade no sentido de Granger com X e a variável X tem uma relação de causalidade no sentido de Granger com Y. Evidenciando com isso, que as duas variáveis influenciam e sofrem influência uma da outra simultaneamente (MELO; MOTA; LIMA, 2008).

### **3.2 Base de Dados e ordem de entrada das variáveis no VAR**

É interessante destacar, que antes de qualquer análise econométrica com dados de séries temporais, é necessário verificar se as séries analisadas são ou não estacionárias. Uma série é estacionária se suas características como média e variância, não variam ao longo do tempo (GUJARATI, 2006). Então, para a verificação da estacionariedade das séries referentes às variáveis utilizadas, foi feito o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). O teste ADF tem a vantagem de levar em conta a presença de autocorrelação nos resíduos. Os resultados do teste mostraram que as quatro séries (variáveis) usadas no modelo (preços do açúcar (ACSP) e do etanol hidratado (ETHSP) de São Paulo e preços do açúcar (ACPE) e do etanol hidratado (ETHPE) de Pernambuco) inicialmente não se mostraram estacionárias, sendo necessário realizar uma diferenciação em cada série para retirar a raiz unitária, tornando-as integradas de ordem um (1). Após o processo de diferenciação das séries (variáveis) para torná-las estacionárias, as mesmas mudaram de nomenclatura, onde os preços do açúcar e do etanol hidratado de São Paulo passaram a ser denominadas, respectivamente de DACSP e DETHSP; e os preços do açúcar e do etanol hidratado de Pernambuco de DACPE e DETHPE. Dessa forma, somente após a realização do teste de raiz unitária (teste de Dickey-Fuller Aumentado) e diferenciação de cada uma das séries para torná-las estacionárias é que foram realizados os testes de causalidade de Granger e as

análises de decomposição de variância e da função de impulso resposta através da estimação do VAR.

Para a identificação básica e ordem de entrada das variáveis do modelo, foi utilizado como método o procedimento denominado decomposição de Cholesky, que segundo Stock e Watson (2004) e Cavalcanti (2013), pressupõe choques estruturais não correlacionados entre si e impõe uma estrutura recursiva à matriz de relações contemporâneas entre as variáveis do modelo, de modo que a primeira variável afeta todas as outras variáveis e não é influenciada contemporaneamente por nenhuma delas, enquanto isso, a segunda variável é influenciada apenas pela primeira, a terceira por sua vez, é afetada contemporaneamente pelas duas primeiras e assim sucessivamente. De acordo com a ordenação causal das variáveis sob análise, o modelo é exatamente identificado, tornando assim possível obter estimativas dos choques estruturais em cada variável e de seus respectivos efeitos em relação às demais variáveis do sistema (SOUZA; ANNEGUES; MAIA, 2015).

Assim, para realizar a estimação do modelo, a ordenação causal ou a ordem de entrada que foi adotada para as variáveis do modelo está condizente com a revisão de literatura e, por sua vez, obedece à seguinte estrutura: Preço do açúcar de São Paulo (DACSP); Preço do Etanol hidratado de São Paulo (DETHSP); Preço do açúcar de Pernambuco (DACPE) e Preço do Etanol hidratado de Pernambuco (DETHPE). Procura-se justificar essa ordem de entrada com base nos argumentos a seguir: 1) Preço do açúcar de São Paulo (DACSP) como hipótese, pode afetar todas as outras variáveis e não sofre influência de nenhuma delas; 2) Preço do etanol de São Paulo (DETHSP) como hipótese, pode ser influenciada contemporaneamente apenas pelo preço do açúcar de São Paulo (DACSP) e, em contrapartida, influencia o preço do açúcar (DACPE) e do etanol de Pernambuco (DETHPE); 3) Preço do açúcar de Pernambuco (DEACPE) como hipótese, sofre influência contemporânea apenas das duas primeiras variáveis (DACSP; DETHSP); 4) Preço do etanol de Pernambuco (DETHPE) como hipótese, sofre influência contemporânea das outras três variáveis (respectivamente, DACSP; DETHSP; DETHPE). Os choques identificados pelo modelo que fazem parte do objetivo dessa pesquisa serão: choque nos preços do açúcar e do etanol de São Paulo, com o escopo de entender como esses choques afetam os preços do açúcar e do etanol do mercado pernambucano.

No que diz respeito à base de dados que será utilizada para fazer a estimação do modelo econométrico dessa pesquisa, as séries temporais referentes às variáveis do modelo são em períodos mensais e foram obtidas através do Centro de Estudos Avançados de Economia Aplicada (CEPEA, 2016) da Escola Superior Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), para o período de novembro do ano de 2002 até março de 2016, perfazendo um total de 161 observações (quantidade significativa de observações para uma análise de séries temporais). É importante lembrar, que as séries pertinentes às quatro variáveis do modelo (preços do etanol hidratado e do açúcar do mercado de São Paulo e preços do etanol hidratado e do açúcar do mercado de Pernambuco) foram dessazonalizadas, com o intuito de tornar a estimação do modelo mais consistente.

Assim, será dado um choque apenas nos preços do açúcar e do etanol hidratado do mercado de São Paulo, para saber como os preços do açúcar e do etanol hidratado do mercado de Pernambuco respondem a este choque. A análise desse trabalho será unidirecional, pois o mesmo está preocupado apenas em entender como os preços da agroindústria canavieira pernambucana respondem ou reagem diante de choques nos preços da agroindústria canavieira paulista, bem como a influência que os preços deste mercado exercem sobre o mercado pernambucano. Dessa forma, os testes que expressam a relação de causalidade de Granger, a decomposição de variância e a função de impulso-resposta serão examinados apenas no sentido unidirecional do mercado canavieiro de São Paulo para o mercado canavieiro de Pernambuco.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os resultados do teste de causalidade de Granger e, posteriormente, as análises da decomposição de variância e da função de impulso-resposta por meio da estimação do método econométrico VAR.

### 4.1 Teste de Causalidade de Granger

**Tabela 1 – Teste de causalidade de Granger da variável preço do açúcar de São Paulo (DACSP)**

VARIÁVEL	SIGNIFICÂNCIA
DACSP	0.0042488
DETHSP	0.0428237
DACPE	0.0026513
DETHPE	0.0014750

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

Primeiramente objetiva-se verificar, se existe relação de causalidade de Granger entre os preços do mercado sucroalcooleiro de São Paulo e os preços do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco. Assim, pode-se notar de acordo com a Tabela 1, que a variável preço do açúcar de São Paulo (DACSP) a um nível de significância de 1% ou 5% tem relação de causalidade de Granger com as variáveis preço do açúcar (DACPE) e preço do etanol hidratado (DETHPE) do estado de Pernambuco e, inclusive com ela mesmo (DACSP) e com o etanol do estado de São Paulo (DETHSP).

Desse modo, conclui-se que variações nos preços do mercado de açúcar de São Paulo provocam variações nos preços dos mercados de açúcar e de etanol hidratado do estado de Pernambuco; mostrando assim, que os preços do açúcar do estado de São Paulo afetam contemporaneamente todas as outras variáveis. Este resultado está em consonância com a literatura, o qual explica que o mercado de açúcar é consolidado mundialmente e, que exerce um poder de mercado mundial, em função disso, o preço do açúcar doméstico tem influenciado significativamente o preço da cana-de-açúcar juntamente com o preço do mercado de etanol (MELO; SAMPAIO, 2010; NUÑES; ONAL, 2016; BENTIVOGLIO; FINCO; BACCHI, 2016; BALCOMBE; RAPSOMANIKIS, 2008). Ademais, os mercados de açúcar das regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste (como os estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Alagoas) fazem parte do mesmo mercado econômico, ou seja,

ambas as regiões estão integradas e, com isso, existe uma relação de causalidade de Granger no sentido da região Centro-Sul para o Norte Nordeste e, por conseguinte, entre os mercados de açúcar dos estados de São Paulo e Pernambuco (ALVES; LIMA, 2010; JUNIOR; BACCHI, 2010).

**Tabela 2 – Teste de causalidade de Granger da variável preço do etanol hidratado de São Paulo (DETHSP)**

VARIÁVEL	SIGNIFICÂNCIA
DACSP	0.8110036
DETHSP	0.0017602
DACPE	0.6967714
DETHPE	0.4291122

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

Analisando agora, a relação de causalidade de Granger entre o preço do etanol hidratado de São Paulo (DETHSP) e os preços das variáveis açúcar (DACPE) e etanol hidratado (DETHPE) do mercado de Pernambuco, conforme nos mostra a Tabela 2; observa-se que a variável preço do etanol hidratado de São Paulo não tem relação de causalidade com os preços do açúcar e do etanol hidratado do estado de Pernambuco; apresentando relação de causalidade apenas com os preços do próprio mercado de etanol hidratado do estado de São Paulo.

Isso implica em afirmar, que segundo estimações do modelo, variações no preço do etanol hidratado de São Paulo não afetam ou não causam variações nos preços do açúcar e do etanol hidratado do mercado sucroalcooleiro pernambucano. Segundo a literatura, não existe uma integração perfeita no que diz respeito aos estados produtores de etanol da região Centro-Sul com os estados da região Norte-Nordeste (MORAES, 2014; MORAES; BACCHI, 2015). A explicação deve-se ao fato que os períodos de safra e entressafra de cana-de-açúcar nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul ocorrerem em épocas diferentes e, apesar de existir a destinação de produtos da região Centro-Sul à região Norte-Nordeste utilizando-se operações de cabotagem, bem como o modal rodoviário, esses modais ainda não são tão expressivos, pois os custos logísticos e de desenvolvimento entre as duas regiões são díspares, impossibilitando uma integração perfeita e, que as relações de preços sejam muito fortes entre as duas regiões. Assim, todos esses fatores contribuem para reduzir o processo de integração e, por sua vez, de transmissão de preços entre os mercados de etanol das duas regiões e, por conseguinte, entre os

mercados de São Paulo e Pernambuco (MORAES, 2014; MORAES; BACCHI, 2015; ALVES; LIMA, 2014).

## 4.2 Decomposição de Variância

**Tabela 3 – Decomposição de variância da variável preço do açúcar de Pernambuco (DACPE)**

MÊS	DACSP	DETHSP	DACPE	DETHPE
1	0.317	17.218	82.465	0.000
5	3.067	23.134	73.389	0.410
10	3.074	23.547	72.885	0.494
20	3.075	23.547	72.882	0.496
30	3.075	23.547	72.882	0.496
35	3.075	23.547	72.882	0.496
40	3.075	23.547	72.882	0.496

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

O teste de causalidade de Granger é importante porque diz se existe alguma relação de causalidade entre as variáveis. Contudo, a análise da decomposição de variância mostra-se mais completo, pois explica de forma mais detalhada o quanto uma variável afeta a outra. Pode-se dizer também que o resultado da decomposição de variância explica minuciosamente e, em termos percentuais, a participação de cada variável na explicação das outras variáveis do modelo econométrico (VALENÇA et al., 2015).

A Tabela 3 apresenta o resultado da análise de decomposição de variância da variável preço do açúcar (DACPE) do mercado de Pernambuco, tendo em especial como variáveis explicativas as variáveis preços do açúcar e etanol hidratado do mercado sucroalcooleiro de São Paulo. No 1º tempo defasado (mês) o preço do açúcar do mercado de Pernambuco é explicado em sua maior parte por ele mesmo (82,46%), sendo explicado em apenas 0,31% pelo preço do açúcar e por 17,21% pelo preço do etanol hidratado do mercado de São Paulo. A partir do 5º tempo defasado (mês) até o 40º tempo defasado (mês), o quadro sofre algumas alterações, o preço do açúcar de Pernambuco ainda permanece sendo explicado em sua maior parte pelo próprio mercado de açúcar de Pernambuco (78%); porém, os preços do mercado de açúcar de São Paulo passam a explicar em 3,1% e o etanol hidratado paulista em 23,6%, as variações ocorridas nos preços do mercado de açúcar pernambucano. Com isto, diante dos resultados descritos na tabela acima, conclui-se que o preço do açúcar do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco sofre uma

pequena influência dos preços do açúcar do mercado de São Paulo, sendo muito mais influenciado pelos preços do etanol hidratado do mercado paulista.

**Tabela 4 – Decomposição de variância da variável preço do etanol hidratado de Pernambuco (DETHPE)**

MÊS	DACSP	DETHSP	DACPE	DETHPE
1	1.613	0.173	0.048	98.166
5	6.248	4.428	4.886	84.438
10	6.307	4.623	4.870	84.200
20	6.308	4.634	4.870	84.189
30	6.308	4.634	4.870	84.189
35	6.308	4.634	4.870	84.189
40	6.308	4.634	4.870	84.189

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

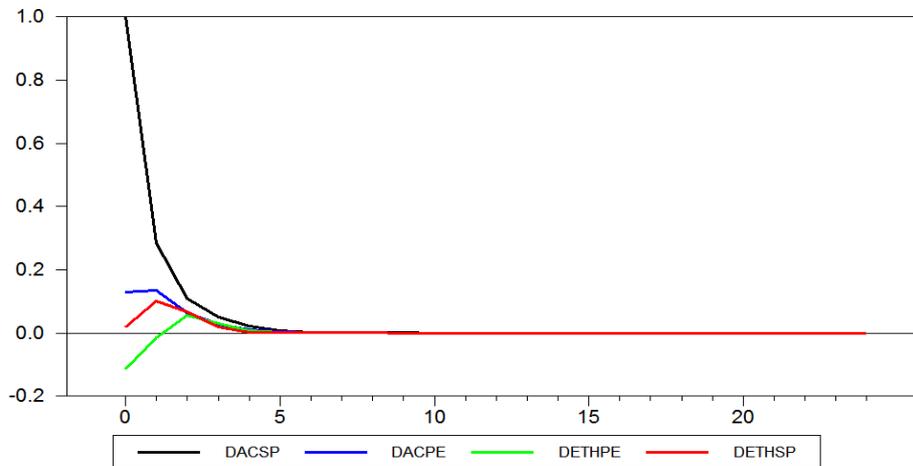
A Tabela 4 apresenta, por sua vez, o resultado da decomposição de variância da variável preço do etanol hidratado (DETHPE) do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco, tendo em especial como variáveis explicativas as variáveis preços do açúcar (DACSP) e do etanol hidratado (DETHSP) do mercado de São Paulo. Observa-se que no 1º período defasado (mês) o preço do etanol hidratado do mercado de Pernambuco é explicado quase que totalmente por ele mesmo (98,16%). Sendo explicado por apenas 1,61% pelo preço do açúcar e 0,2% pelo preço do etanol do mercado de São Paulo.

A partir do 5º período defasado (mês) até o 40º período defasado (mês), percebe-se que o preço do etanol de Pernambuco, ainda continua sendo explicado em sua maior parte pela própria variável (84%) e em aproximadamente 5% pelo preço do açúcar do próprio mercado de Pernambuco. Para esse mesmo período defasado (5º até o 40º), o açúcar do estado de Pernambuco foi explicado em apenas 4,63% pelo preço do açúcar de São Paulo. Enquanto que o preço do etanol de São Paulo mostrou-se explicar ou influenciar um pouco mais (6,31%), o preço do etanol hidratado do estado de Pernambuco. Assim, diante dos resultados apresentados na tabela 4, infere-se que o preço do álcool combustível hidratado do mercado de Pernambuco sofre pouca influência dos preços do açúcar e do etanol hidratado do mercado paulista, pois uma variação nos preços do açúcar e do álcool combustível hidratado de São Paulo provoca, respectivamente, uma variação ou alteração de apenas 4,63% e 6,31% nos preços do etanol hidratado do mercado pernambucano.

O resultado da análise de decomposição de variância não foi contrário ao que afirma a literatura e nem contradiz o teste de causalidade de Granger, o qual mostrou inicialmente que o preço do etanol hidratado do estado de São Paulo não possui uma relação de causalidade e, por conseguinte, de transmissão de preços com o mercado sucroalcooleiro de Pernambuco. Isso pode ser explicado, porque a análise de decomposição de variância tem como característica apresentar um resultado mais detalhado ou minucioso do que o teste de causalidade de Granger, mostrando, que os preços do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco sofrem certa influência dos preços do álcool combustível hidratado de São Paulo. Além do mais, conforme explana a literatura, existe uma relação de causalidade dos preços do etanol no sentido Centro-Sul para o Norte-Nordeste, porém, como os mercados sucroalcooleiros de ambas as regiões não são perfeitamente integrados, os resultados da análise de decomposição de variância mostram que existe uma transmissão de preços do mercado de etanol de São Paulo para o mercado de etanol de Pernambuco, mas que não é tão forte quando se analisa de forma geral a transmissão de preços entre ambas as regiões (JUNIOR; BACCHI, 2010; MORAES, 2014; MORAES; BACCHI 2015; ALVES; LIMA, 2010). Tal resultado é coerente com a literatura, porque embora exista transmissão de preços do setor sucroalcooleiro da região Centro-Sul para o setor sucroalcooleiro da região Norte-Norte, as relações de preços específicas de qualquer estado da região Centro-Sul com outro estado do Norte-Nordeste, não precisam apresentar necessariamente um processo de transmissão de preços no mesmo nível ou intensidade. Constata-se isso, ao examinar os trabalhos de Alves e Lima (2014) e Amaral e Alves (2013), que evidenciam que a transmissão de preços dos mercados de etanol e de açúcar entre os estados de ambas as regiões não ocorrem necessariamente na mesma magnitude, como verificado no caso de São Paulo e Alagoas, em que a transmissão de preços é mais intensa ou mais forte do que o processo de transmissão de preços entre São Paulo e Pernambuco, conforme apresentado neste trabalho.

### 4.3 Função de Impulso Resposta

Gráfico 1 – Resposta de um choque nos preços do açúcar de São Paulo (DACSP)

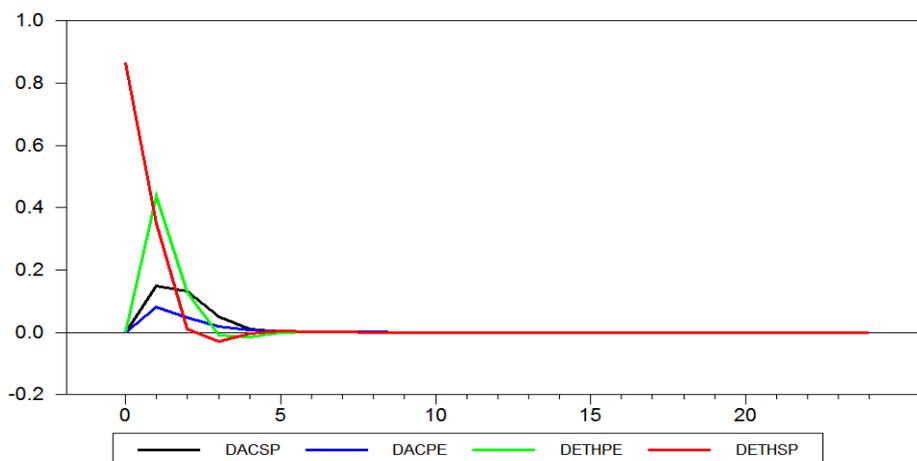


Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

A função de impulso-resposta é uma ferramenta que analisa as respostas ou alterações das variáveis de um modelo, a partir de choques ocorridos em uma determinada variável. No gráfico acima, temos a resposta das variáveis preços do açúcar e do etanol hidratado de Pernambuco, e preço do etanol hidratado de São Paulo; considerando a ocorrência de um choque na variável preço do açúcar do mercado sucroalcooleiro de São Paulo.

Pode-se notar que, um choque no preço do açúcar de São Paulo, provoca uma pequena alteração ou variação apenas no curto prazo em relação à variável preço do açúcar de Pernambuco. Já no que diz respeito à variável etanol hidratado de Pernambuco, esta variável apresentou uma variação menor ainda no curto prazo, considerando a ocorrência de choques na variável preço do açúcar de São Paulo. O preço do etanol hidratado de São Paulo, também apresentou uma pequena variação no curto prazo em relação ao choque da variável preço do açúcar do mercado paulista.

**Gráfico 2 – Resposta de um choque nos preços do etanol hidratado de São Paulo (DETHSP)**



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

No segundo gráfico, apresenta-se a resposta das variáveis preços do açúcar e do etanol de Pernambuco, e preço do açúcar de São Paulo, considerando a hipótese de um choque na variável preço do etanol hidratado de São Paulo.

Pode-se notar que um choque na variável preço do etanol hidratado do mercado de São Paulo, provoca uma variação significativa apenas no curto prazo na variável preço do etanol hidratado de Pernambuco. Já com relação à variável preço do açúcar de Pernambuco, esta variável sofre uma pequena alteração no curto prazo em relação à ocorrência de um choque no preço do álcool combustível hidratado de São Paulo. O preço do açúcar de São Paulo, também mostrou sofrer uma pequena variação no curto prazo em relação ao choque da variável preço do etanol hidratado do estado de São Paulo.

Fazendo uma análise conjunta do teste de causalidade de Granger e das análises da decomposição de variância e da função de impulso-resposta; observa-se que os resultados estimados e encontrados nesse trabalho, não foram opostos e nem totalmente condizentes com a literatura acerca do tema, a qual infere que os preços do mercado sucroalcooleiro do estado de São Paulo (região Centro-Sul) exercem certa influência sobre os preços do açúcar e do etanol hidratado do mercado da região Norte-Nordeste, e por sua vez, sobre os preços do mercado sucroalcooleiro pernambucano; devido principalmente a grande representatividade do mercado sucroalcooleiro paulista no cenário econômico nacional, e também por

essas duas regiões serem economicamente integradas (embora seja uma integração não perfeita) (ALVES; LIMA, 2010; ALVES; LIMA, 2014; AMARAL; ALVES, 2013; FERNANDES; SHIKIDA; CUNHA, 2013; JUNIOR; BACCHI, 2010; RODRIGUES, 2010). Com relação aos resultados terem indicado uma relação de preços pouco significativa entre os mercados de açúcar e etanol de São Paulo e Pernambuco, é bastante provável que isto seja explicado pelo fato de não existir uma integração perfeita no que diz respeito aos estados produtores da região Centro-Sul com os da região Norte-Nordeste. Devido ao fato que os períodos de safra e entressafra de cana-de-açúcar nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul acontecerem em períodos diferentes e, mesmo existindo a destinação de produtos da região Centro-Sul à região Norte-Nordeste utilizando-se operações de cabotagem, bem como o modal rodoviário, esses modais ainda não são tão expressivos, pois os custos logísticos e de desenvolvimento entre as duas regiões são díspares ainda, impossibilitando uma integração perfeita e, que as relações de preços sejam mais fortes entre as duas regiões. Assim, todos esses fatores contribuem para reduzir o processo de integração e, por sua vez, de transmissão de preços entre os mercados de São Paulo e Pernambuco (MORAES, 2014; MORAES; BACCHI, 2015; ALVES; LIMA, 2014).

Além disso, conforme já salientado, a maioria dos estudos existentes no Brasil sobre essa temática, discorrem e abordam de forma geral o processo de transmissão de preços do mercado sucroalcooleiro nacional, ou entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste; mostrando que existe uma relação de causalidade e, por sua vez, de transmissão de preços no mercado sucroalcooleiro de ambas as regiões, contudo, a literatura não afirma e nem explica que esse processo de transmissão de preços ocorre necessariamente na mesma intensidade ou no mesmo nível entre todos os principais estados produtores de açúcar e etanol das regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste (ALVES; LIMA, 2010; ALVES; LIMA, 2014, JUNIOR; BACCHI, 2010; MELO; MOTA; LIMA, 2008). Foi exatamente o que se constatou nessa pesquisa, o qual se propôs a analisar especificamente a influência dos preços do mercado sucroalcooleiro de São Paulo sobre os preços do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco; cujo resultado confirmou que existe um processo de transmissão de preços entre os mercados de São Paulo e Pernambuco, todavia, não

com a mesma intensidade que essa relação de preços ocorre quando se analisa de forma geral a transmissão de preços entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência que os preços do mercado sucroalcooleiro de São Paulo exercem sobre os preços do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco. Para realização dessa pesquisa, utilizou-se a metodologia de Vetores Autorregressivos (VAR), onde foi utilizado o teste de causalidade de Granger, a análise de decomposição de variância e a função de impulso-resposta, a fim de analisar a relação existente entre os preços do açúcar e do etanol hidratado entre os estados de São Paulo e Pernambuco.

Os resultados do teste de causalidade de Granger mostraram que o preço do açúcar de São Paulo tem relação de causalidade com os preços do açúcar e do etanol de Pernambuco. Enquanto que o preço do etanol hidratado de São Paulo não apresentou relação de causalidade no sentido de Granger com os preços do açúcar e do etanol do mercado pernambucano. A análise de decomposição de variância mostrou que o preço do açúcar de Pernambuco sofre uma pequena ou fraca influência do preço do açúcar de São Paulo; enquanto que o preço do etanol de São Paulo apresentou exercer uma influência maior sobre o preço do açúcar de Pernambuco. Já o preço do etanol hidratado de Pernambuco, mostrou-se sofrer pouca influência tanto do preço do etanol hidratado como do preço do açúcar do mercado sucroalcooleiro paulista. No que diz respeito à análise da função de impulso-resposta, os resultados apontam que um choque nos preços do açúcar e do etanol hidratado de São Paulo provoca uma variação apenas no curto prazo nos preços do açúcar e do etanol hidratado de Pernambuco.

É importante salientar, que o resultado da análise de decomposição de variância não foi contrário ao que afirma a literatura e também não contradiz o teste de causalidade de Granger, o qual mostrou inicialmente que o preço do etanol hidratado do estado de São Paulo não possui uma relação de causalidade e, por sua vez, uma relação de transmissão de preços com o mercado sucroalcooleiro de Pernambuco. Isso pode ser explicado, porque que a análise de decomposição de variância tem como característica apresentar um resultado mais minucioso do que o

teste de causalidade de Granger, mostrando, que os preços do mercado sucroalcooleiro de Pernambuco sofrem certa influência dos preços do etanol hidratado de São Paulo.

Com relação aos resultados terem indicado uma relação de preços pouco significativa entre os mercados de açúcar e etanol de São Paulo e Pernambuco, é bastante provável que isto seja explicado pelo fato de não existir uma integração perfeita no que diz respeito aos estados produtores da região Centro-Sul com os da região Norte-Nordeste. Devido ao fato que os períodos de safra e entressafra de cana-de-açúcar nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul acontecerem em períodos diferentes e, mesmo existindo a destinação de produtos da região Centro-Sul à região Norte-Nordeste utilizando-se operações de cabotagem, bem como o modal rodoviário, esses modais ainda não são tão expressivos, pois os custos logísticos e de desenvolvimento entre as duas regiões são díspares ainda, impossibilitando uma integração perfeita e, que as relações de preços sejam mais fortes entre as duas regiões. Assim, todos esses fatores contribuem para reduzir o processo de integração e, por sua vez, de transmissão de preços entre os mercados de São Paulo e Pernambuco.

Além do mais, embora exista transmissão de preços do setor sucroalcooleiro da região Centro-Sul para o setor sucroalcooleiro da região Norte-Norte, as relações de preços específicas de qualquer estado da região Centro-Sul com outro estado do Norte-Nordeste, não precisam apresentar necessariamente um processo de transmissão de preços no mesmo nível ou intensidade. Constata-se isso, ao examinar os trabalhos de Alves e Lima (2014) e Amaral e Alves (2013), que evidenciam que a relação de preços dos mercados de etanol e de açúcar entre os estados de ambas as regiões não ocorrem necessariamente na mesma magnitude, como verificado no caso de São Paulo e Alagoas, em que a transmissão de preços é mais intensa ou mais forte do que entre São Paulo e Pernambuco, conforme apresentado neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. S.; LIMA, R. C. Transmissão de preços entre mercados de açúcar espacialmente separados no Brasil: uma análise de co-integração. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48, 2010, Campo Grande-MS. **Anais**, 2010.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Transmissão de preços nos mercados de açúcar e etanol localizados no Centro-Sul e Nordeste do Brasil: Uma análise através do modelo autorregressivo com *threshold* (tar). In: Congresso Regional de Economia, 09, 2014, Recife-PE. **Anais**, 2014.
- AMARAL, F. J. G.; ALVES, J. S. Transmissão espacial de preços do álcool dos estados de Alagoas e São Paulo: Uma análise para os anos de 2002 a 2011. In: Congresso de Economia, Sociologia, Ambiente e Desenvolvimento Rural, 07, 2013, Évora. **Anais**, 2013.
- ARCHER, M.; SZKLO, A. Can increasing gasoline supply in the United States affect ethanol production in Brazil? **Journal Renewable Energy**, Amsterdam, v. 95, p. 586-596, Abr. 2016.
- BALCOMBE, K. G.; RAPSOMANIKIS, G. Bayesian estimation and selection of nonlinear vector correction models: the case of the sugar-ethanol-oil nexus in Brazil. **American Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 90, n. 3, p. 658–668, Ago. 2008.
- BENTIVOGLIO, D.; FINCO, A.; BACCHI, M. R. P. Interdependencies between Biofuel, Fuel and Food Prices: The Case of the Brazilian Ethanol Market. **Journal of Energies**, Basel, v. 9, n. 464, p. 1-16, Jun. 2016.
- BLOCK, A.; CORONEL, D. A.; VELOSO, G. O. Análise da transmissão de preços no setor sucroalcooleiro brasileiro. **Revista Estratégia e Negócios**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 120-137, mai./ago. 2012.
- CAIADO, J. Cointegração e causalidade entre as taxas de juro e a inflação em Portugal. **Revista Gestin**, Lisboa, v.1, p 107-118, 2002.
- CAVALCANTI, M. A. F. H. Uma Análise Econométrica da evolução da Indústria de Transformação Brasileira no período 2002-2012. **Carta Conjuntura (IPEA)**, 2013.
- CEPEA/USP. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Consulta ao Banco de Dados**. Jan. 2016. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>>. Acesso em: 10 Jun. 2016.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar. **Relatório Anual 2013**. Brasília, 2013.

\_\_\_\_\_ ; GUILHOTO, J. J. M. **Expected growth of sugarcane industry and impact on the Brazilian economy: 2015 and 2020**. 2014. Disponível em: <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/54001/>. Acesso em: 15 jun. 2016.

COSTA, F. W. I.; TAVARES, A. A transmissão de preços na cadeia de etanol hidratado no Estado de São Paulo. In: Encontro Latino-americano de Economia da Energia, 5, 2015, Medellín. **Anais**, 2015.

FERNANDES, C. B. S.; SHIKIDA, P. F. A.; CUNHA, M. S. O Mercado de Trabalho Formal no Setor Sucroalcooleiro no Brasil. **Revista Desigualdade Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 177-192, maio./ago. 2013.

FERREIRA, P. B.; VITAL, T. W.; LIMA, J. F. O Manejo da lavoura canvieira na zona da mata norte de Pernambuco. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 47, 2008, Rio Branco. **Anais**, 2008.

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

HAO, N. et al. The linkage between the U.S. ethanol market and developing countries' maize prices: a panel SVAR analysis. **Journal of Agricultural Economics**, New York, v. 01, p. 1-10, January 2010.

JUNIOR, V. F.; BACCHI, M. R. P. **Transmissão de preços no mercado de açúcar e álcool entre as regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste**. 2010. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/2/609.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

MAIA, S. F. **Modelos de vetores auto-regressivos: uma nota introdutória**. Texto para Discussão 60. Curso de Mestrado em Economia da Universidade Estadual de Maringá (PR), JAN 2002.

MARANGONI, L. E. **Um estudo sobre a evolução do setor sucroalcooleiro do estado de Pernambuco no aspecto econômico e ambiental no período de 2000 a 2009**. 2011. 45 p. Monografia (Especialização em Educação Ambiental Urbana) – Escola Superior Aberta do Brasil, ESAB, Vila Velha, 2011.

MELO, A. D. S.; MOTA, D. G.; LIMA, R. C. Uma análise da relação entre os preços dos biocombustíveis e das culturas alimentares no Brasil: o caso do setor sucroalcooleiro. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46, 2008, Rio Branco. **Anais**, 2008.

\_\_\_\_\_ ; LIMA, R. C. Análise da relação entre a dinâmica do setor sucroalcooleiro no Brasil e o preço internacional do açúcar. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48, 2010, Campo Grande. **Anais**, 2010.

\_\_\_\_\_ ; SAMPAIO, Y. D. S. B. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a Demanda de etanol no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea, Rio de Janeiro**, v. 18, n. 1, p. 56-83, Jan./Abr. 2014.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Uma nota sobre o impacto do preço do açúcar, do etanol e da gasolina na produção do setor sucroalcooleiro. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 1, p. 61-69, jan./mar. 2016.

MORAES, M. L. **Integração espacial no mercado brasileiro de etanol**. 2014. 131 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2014.

\_\_\_\_\_; BACCHI, M. R. P. Integração Entre os Estados Brasileiros Produtores de Etanol. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 53, n. 04. p. 607-626, Out./Dez. 2015.

NUÑEZ, H. M.; ÖNAL, H. **An economic analysis of transportation fuel policies in Brazil: Fuel choice, land use, and environmental impacts**. **Journal Energy policy**, Amsterdam, v. 55, p. 319-331, March 2016.

RODRIGUES, L. D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação**. 2010. 59 p. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

SAFATLE, F. N. **A economia política do etanol: a democratização da agroenergia e o impacto na mudança do modelo econômico**. São Paulo: Alameda, 2011.

SERRA, T.; ZILBERMAN, D.; GIL, J. Price volatility in ethanol markets. **European Review of Agricultural Economics**, v. 38, n. 2, p. 259-280, out. 2011.

SILVA, C. M. S.; ALMEIDA, E. L. F. **Formação de um mercado internacional de etanol e suas interrelações com os mercados de petróleo e açúcar**. 2010. Rio de Janeiro. Grupo de economia de Energia. Disponível em: <<http://www.gee.ie.ufrj.br/index.php/get-artigo/333-formacao-de-um-mercado-internacional-de-etanol-e-suas-inter-relacoes-com-os-mercados-de-petroleo-e-acucar>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

SOARES, P. A.; ROSSEL, C. E. V. **O setor sucroalcooleiro e o domínio tecnológico**. 2. ed. São Paulo: NAIPPE/USP, 2014.

SOUZA, W. P. S. F.; ANNEGUES, A. C.; MAIA, S. F. Preços de alimentos e dinâmica inflacionária no Brasil: uma aplicação do modelo de vetores autoregressivos (VAR). **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 14, n. 1, p. 111-125, 2015.

STOCK, J. H.; WATSON, M. W. **Econometria**. São Paulo: Addison Wesley, 2004.

TOKGOZ, S.; ELOBEID, A. **An Analysis of the Link between Ethanol, Energy, and Crop Markets**. Iowa State University Working Paper 06-WP 435. 2006. Disponível em: <[http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1455&context=card\\_workingpapers](http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1455&context=card_workingpapers)>. Acesso em: 10 jun. 2016.

TORQUATO, S. A. Cana-de-açúcar para indústria: o quanto vai precisar crescer. **Revista de Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 10, p. 1-5, Out. 2006.

\_\_\_\_\_; MARTINS, R.; RAMOS, S. F. Cana-de-açúcar no estado de São Paulo: eficiência econômica das regionais e tradicionais de produção. **Revista de Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 92-99, Mai. 2009.

UNICA. UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Setor sucroalcooleiro no Brasil**. Fev. 2016. Disponível em: < <http://www.unica.com.br/faq/>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

VALENÇA, M. N. et al. Relação entre a taxa de câmbio e o setor de turismo: análise por vetores autorregressivos. **Revista Turismo – Visão e Ação**, São Paulo, v. 17, n. 3, Set./Dez. 2015.

VIEIRA, M. C. A.; LIMA, J. F.; BRAGA, N. M. **Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas**. Jun. 2007. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Tipo/Livro/200706\\_11.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/Livro/200706_11.html)>. Acesso em: 15 Jun. 2016.

WILKINSON, J. **O setor sucroalcooleiro brasileiro na atual conjuntura nacional e internacional**. Rio de Janeiro: Actionaid, 2015.

## **ENSAIO 2 - O IMPACTO DA POLÍTICA DE INTERVENÇÃO DA MISTURA NOS PREÇOS DO ETANOL HIDRATADO DOS ESTADOS PRODUTORES DO BRASIL**

### **1. INTRODUÇÃO**

Diversos estudos e relatórios de entidades de pesquisa e fomento de energias renováveis reconhecem a atuação e o conhecimento técnico brasileiro na área do etanol, como exemplar no contexto internacional. Introduzida no país há mais de quatrocentos anos, a cultura da cana-de-açúcar tornou-se a principal fonte de energia da biomassa no plano global. Atualmente, o Brasil desfruta de uma cadeia produtiva sucroalcooleira bastante estruturada, pois é o único país do mundo que domina todos os estágios da sua tecnologia de produção (SOARES; ROSSEL, 2014). Representa um conjunto amplo e articulado de atividades que vão desde a fonte da matéria-prima (produção da cana-de-açúcar) até a colocação do açúcar e do álcool no mercado para consumo final, passando por todos os elos de processamento. É importante ainda destacar, que o agronegócio da cana-de-açúcar compõe-se de elos geradores de várias oportunidades de negócios, como: produção da cana-de-açúcar, processamento de produtos derivados, serviços de pesquisa, capacitação, assistência técnica e creditícia, transporte, comercialização, exportação, serviços portuários, entre outras (SALLES-FILHO et al., 2017; SANTOS et al., 2016; SEBRAE, 2008).

Oliveira, McKay e Plank (2017) enfatizam a importância da intervenção estatal para a expansão e fortalecimento do setor sucroalcooleiro. Segundo os autores, o desenvolvimento de uma indústria sólida e economicamente viável de biocombustíveis está baseado em subsídios estatais fortes no que tange a produção, comercialização e criação de mercados através de contratos governamentais, políticas de mistura de combustível, políticas de controles de preços, bem como tarifas e cotas de comércio exterior e múltiplas intervenções em regulamentos agrícolas, ecológicos e dentre outros.

Em 1931, o governo brasileiro criou uma das primeiras e mais importantes políticas para o mercado sucroalcooleiro, que foi a política de intervenção da mistura. Tornando através dessa medida, obrigatória a mistura de pelo menos 5%

do etanol anidro na gasolina, visando com isso, reduzir o impacto da dependência total em combustíveis derivados de petróleo importados e absorvendo o excesso de produção da indústria açucareira. No que diz respeito ao etanol hidratado, este tem sido utilizado como combustível independente desde 1975, com a criação do programa Proálcool, que foi uma resposta estratégica às crises do petróleo de 1973 e 1979. Por sua vez, a política da mistura do biodiesel foi lançada em 2005, e a B5 é obrigatória desde 2010. Em 2011, a área agrícola dedicada à produção dos biocombustíveis no Brasil foi de quase 12% da área total cultivada, uma fração considerável da terra disponível. Atualmente os carros flex-fuel são amplamente utilizados (NOGUEIRA; CAPAZ, 2013; FREITAS; KANEKO, 2012).

Assim, muitas pesquisas têm destacado a importância que têm as políticas públicas para o mercado sucroalcooleiro, principalmente com relação à cadeia de etanol que é mais dependente de políticas governamentais do que a cadeia produtiva do açúcar (COSTA; GUILHOTO, 2014; MELO; LIMA, 2010; NOVACANA, 2016; TORQUATO, 2006; WILKINSON, 2015; HAO et al., 2017). O mercado de etanol por ser um fenômeno recente e pelo fato de ainda não ter um mercado internacional consolidado comparado ao mercado de açúcar, tem necessitado bastante de políticas de subsídio e de estímulo à substituição aos combustíveis derivados de petróleo (COSTA; GUILHOTO, 2014; MELO; LIMA, 2010; WILKINSON, 2015). A exemplo disso, o governo brasileiro, juntamente com os governos dos Estados Unidos e dos países da União Europeia, tem implementado algumas políticas objetivando expandir o uso dos biocombustíveis, aumentando a sua competitividade e, concomitantemente, reduzindo de forma paulatina o uso da gasolina e de outros produtos petrolíferos (SILVA; ALMEIDA, 2010; CHEN; SAGHAIAN, 2015).

A partir da década de 1990, o governo brasileiro implantou algumas reformas administrativas, os quais atingiram vários setores da economia, inclusive a agroindústria sucroalcooleira. O resultado dessas mudanças foi à criação de um novo conjunto de regras para organizar as relações entre produtores de cana-de-açúcar, produtores de etanol e distribuidores de combustível (NOVACANA, 2016; NOGUEIRA; CAPAZ, 2013). O grande marco da regulamentação dos combustíveis no Brasil ocorreu com a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, que ficou conhecida

como a Lei do Petróleo. A partir dessa lei foi instituída a política energética nacional, além de serem criados o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo - ANP (NOVACANA, 2016; NOGUEIRA; CAPAZ, 2013). Um ano após a Lei do Petróleo, o decreto N° 2.607, de 28 de maio de 1998, estipulou em 24% a mistura de álcool anidro na gasolina (NOVACANA, 2016). Assim, com a criação dos órgãos governamentais (CNPE; ANP) e da Lei do Petróleo, da política energética nacional e da nova política da mistura do álcool anidro, houve um estímulo na produção e comercialização do etanol. Obviamente, outro fator relevante que também contribuiu para alavancar de vez o setor sucroalcooleiro nacional foi o advento dos veículos com tecnologia flex-fuel a partir do ano de 2003, que aumentou ainda mais a produção e o consumo do álcool combustível (MELO; SAMPAIO, 2014).

No entanto, de acordo com a ANP (2016), a política de intervenção da mistura oscilou bastante nas últimas décadas conforme os movimentos de oferta e escassez do biocombustível, pois entre o período 1990 até 2011, a porcentagem obrigatória do etanol anidro na gasolina variou de 20% a 25%. A partir do ano de 2011 até fevereiro de 2015, o governo alterou essa variação percentual para 18% a 25%, sendo o governo responsável por definir a taxa que iria vigorar em determinado momento. A partir de março de 2015, com a finalidade de incrementar o nível de consumo doméstico e tornar mais competitivo o preço do etanol e, portanto, proporcionar alívio para o setor que já vinha há algum tempo sofrendo com crises, o governo brasileiro resolveu aumentar o percentual da política da mistura do etanol anidro na gasolina para 27% e, está mantendo fixo esse percentual até o presente momento (NUÑES; ÖNAL, 2016; ANP, 2016; UNICA, 2015). Visto que esta política foi criada no ano de 1931, esta foi à primeira vez em quase noventa anos de existência da política da mistura, que o governo brasileiro aumentou o seu percentual para 27% (NUÑES; ÖNAL, 2016; NOVACANA, 2016). Além de ter sido um aumento histórico da taxa da política da mistura do etanol anidro, é importante também ressaltar o fato que o governo está conseguindo mantê-la fixa por mais de três anos.

Conforme salientado, as políticas públicas específicas para o mercado sucroalcooleiro desempenham um papel de extrema relevância para o

desenvolvimento e fortalecimento dessa atividade agroindustrial, sobretudo, para o mercado de etanol, o qual tem demonstrado ao longo dos anos, ser um setor mais dependente das políticas governamentais comparado com o mercado de açúcar. Então, considerando o contexto analisado, bem como a importância que a política denominada de intervenção da mistura exerce para o mercado sucroalcooleiro; será discutido na revisão de literatura, que a política da mistura do etanol anidro a gasolina, tem o propósito de aumentar o consumo de etanol, fomentando, por conseguinte, o mercado de biocombustíveis. Partindo dessa hipótese inicial respaldada pela literatura, de que um aumento no percentual dessa política provoca um incremento na demanda do mercado de etanol, o presente estudo tem o objetivo principal de avaliar qual o impacto causado pela mudança (em março de 2015) na regra da política da mistura sobre os preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil?

Além disso, visto que há poucos estudos que avaliam o impacto da política de intervenção da mistura nos preços do etanol, essa pesquisa pretende contribuir para a literatura, suprimindo esta lacuna a respeito do tema analisado. Pois, grande parte da literatura existente examina apenas a importância da política da mistura para o mercado sucroalcooleiro e o seu impacto no consumo de etanol, não examinando o impacto da política da mistura nos preços do mercado de etanol hidratado e, principalmente o impacto da referida política sobre os preços do etanol dos estados brasileiros que são produtores.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Serão explanadas a seguir, as principais políticas que têm causado impactos nos preços dos mercados de combustíveis em geral e, especificamente sobre os preços do mercado brasileiro de etanol. Primeiro, será abordado o impacto destas políticas nos preços dos mercados de combustíveis, como: gasolina, diesel, etanol e biodiesel. Em seguida serão abordadas as principais políticas que têm influenciado apenas os preços do mercado de etanol.

## **2.1 O impacto das políticas públicas sobre os preços dos mercados de combustíveis**

Segundo Khanna, Nuñez e Zilberman (2016) o setor de combustíveis tem sido uma importante fonte de receitas fiscais para o governo brasileiro. Com isso, o Brasil tem utilizado uma combinação de intervenções políticas no setor de combustíveis para alcançar múltiplos objetivos econômicos e de desenvolvimento social, que incluem de um modo geral a estabilização do preço doméstico de combustível, o desenvolvimento da indústria doméstica de biocombustíveis (etanol, biodiesel) e a redução da dependência dos combustíveis derivados de petróleo (gasolina, diesel). Essa combinação de políticas implantadas inclui a política de intervenção da mistura do etanol à gasolina e, impostos diferenciais para combustíveis fósseis e biocombustíveis. Além disso, para evitar a volatilidade dos preços da energia, o governo regula o preço atacado dos combustíveis fósseis em vez de deixá-lo flutuar como os preços do mercado internacional.

Nuñez e önal (2014) mostram que o mercado de combustíveis tem sido muito dinâmico nos últimos anos, devido à ocorrência de freqüentes ajustes de políticas e a outras variáveis de mercado. Um instrumento de política crucial e que vem sendo muito utilizado no Brasil é a taxa de imposto sobre o transporte de combustíveis. Os impostos aplicados à gasolina e etanol, variam a nível federal e estadual e muitas vezes são modificados. Menores taxas de impostos federais (CIDE) e outros encargos (PIS/PASEP e COFINS) são fornecidos para os etanóis hidratado e anidro em relação à gasolina. Muitos estados também impõem uma taxa de tributação ad valorem menor (ICMS) para o etanol. Os autores mostram que o governo federal também utiliza o imposto sobre o transporte de combustíveis para controlar a inflação no mercado de combustíveis, pois quando a taxa de mistura de etanol foi reduzida em 2011, simultaneamente, a taxa de imposto sobre o consumo da gasolina (CIDE) foi reduzida em 20% para proteger os consumidores domésticos e, reduzir o efeito inflacionário dos altos preços dos combustíveis em outros setores da economia. Atualmente o imposto sobre a gasolina (CIDE) é cerca de 7%.

Nogueira e capaz (2013) concordam que a política fiscal é uma das principais políticas usadas pelo governo para afetar o mercado de combustíveis em geral. Os autores explicam que até recentemente o governo utilizava o imposto diferencial

sobre o etanol hidratado e a gasolina, o qual tinha a finalidade de aumentar a competitividade do álcool combustível, ao manter a paridade aproximada da escolha do consumidor entre etanol hidratado e gasolina. Ademais, o etanol é negociado livremente dentro da esfera da agroindústria, ou seja, entre produtores e distribuidores. A cana-de-açúcar também é negociada livremente, mas seu preço é determinado principalmente de acordo com um modelo contratual voluntário, coordenado conjuntamente pelos produtores de cana-de-açúcar, etanol e açúcar.

Costa e Burnquist (2016) e Salvo e Huse (2013) ressaltam que as políticas de combustíveis no Brasil parecem ser contraditórias nos incentivos que proporcionam para a produção de biocombustíveis. Enquanto que a política da mistura de biocombustíveis e a política do CIDE (imposto sobre o consumo da gasolina) incentivam a demanda pelos biocombustíveis; a política que impõe limites sobre o preço do petróleo doméstico fornece um subsídio implícito à gasolina e, por sua vez, reduz os incentivos econômicos para a população consumir os biocombustíveis. Ambas as pesquisas explicam que as políticas de combustíveis são uma das mais relevantes em praticamente todas as grandes economias mundiais. No caso brasileiro, as diretrizes estratégicas delineadas pelo governo, ora estimulam o desenvolvimento do mercado de biocombustíveis como o etanol e, ora procuram fomentar também o desenvolvimento dos combustíveis fósseis, dificultando com isso, o planejamento de longo-prazo.

Freitas e Kaneko (2012) explicam que a falta de crescimento no mercado de etanol brasileiro a partir da crise financeira de 2008 pode ser parcialmente responsabilizada sobre o gerenciamento errado de algumas políticas: política da mistura menor do álcool anidro na gasolina, contenção dos preços da gasolina abaixo do nível mundial, altos impostos sobre os combustíveis e imposto inadequado para o etanol. Com isso, a estagnação do mercado de etanol foi acompanhada posteriormente pela redução da demanda devido à perda de competitividade do biocombustível, pela valorização dos preços do açúcar no mercado internacional e retirada do patrocínio governamental do programa de etanol. No entanto, em contrapartida, durante o período 1997-2003, houve um conjunto de arranjos institucionais, inovações e estratégias que impulsionaram o mercado de etanol no Brasil. Isto incluiu a criação do Conselho Nacional de Política

Energética e Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis em 1997, e o estabelecimento do atual quadro regulamentar para biocombustíveis, que culminou em 2003 com o lançamento do primeiro carro com tecnologia flex-fuel no Brasil.

Em outro estudo importante, Hao et al. (2017) sugerem que o mercado de etanol está intimamente ligado ao mercado de açúcar e ao mercado de petróleo, com isso, é bastante provável que mudanças provocadas pela introdução de políticas no mercado de açúcar e nos mercados dos combustíveis derivados de petróleo afetarão substancialmente o mercado de etanol. Assim, a elevação do preço do açúcar no mercado internacional a partir de 2008 desviou uma considerável parcela da produção de etanol à produção de açúcar, reduzindo o fornecimento de etanol no mercado doméstico. Além disso, outras variáveis nesse período contribuíram para essa redução, como: o subinvestimento na infraestrutura de produção de etanol, devido à crise econômica e as fracas colheitas de cana-de-açúcar nesses anos; culminando conseqüentemente, no aumento dos preços do álcool combustível doméstico.

Nuñez e önal (2016) complementam ao dizerem que os produtores de etanol no Brasil têm enfrentado uma alta incerteza, pois o mercado de etanol do país compete com a produção de açúcar e com os mercados dos combustíveis derivados do petróleo, os quais possuem mercados globais muito mais consolidados e estabilizados do que o mercado dos biocombustíveis. Assim, a diminuição da oferta de etanol também tem sido resultado do forte mercado mundial de açúcar, que aumentaram as exportações brasileiras de açúcar e, conseqüentemente reduziu a quantidade de cana-de-açúcar triturada para a produção de etanol. Em vista disso, o governo brasileiro com o objetivo de fomentar o mercado de etanol, aumentou o percentual da política de intervenção da mistura do etanol anidro (álcool combustível misturado com a gasolina) para 25%. No ano de 2015, o limite da mistura foi novamente aumentado, agora para 27%, com o intuito de incrementar o nível de consumo doméstico e tornar mais competitivo o preço do etanol e, portanto, proporcionar alívio para o setor que já vinha há algum tempo sofrendo com crises.

Freitas e Kaneko (2011) analisam as características do etanol e de outros combustíveis a nível regional para explicar as peculiaridades do mercado da região

Centro-Sul em relação ao mercado da região Norte-Nordeste. Os resultados indicam que a demanda de etanol no Brasil difere entre as regiões e que os preços dos combustíveis na região Norte-Nordeste são sistematicamente mais elevados do que na região Centro-Sul. Isso pode ser justificado por vários fatores, entretanto, um dos principais é o fato de que o custo é bem maior para transportar combustíveis na região Norte-Nordeste. Assim, a pesquisa enfatiza a necessidade de políticas regionais mais específicas, como promover o aumento da produtividade de cana-de-açúcar e etanol nos parques industriais da região Nordeste-Nordeste e, também fornecer melhores condições de concorrência entre ambas às regiões, os quais poderiam contribuir para reduzir os custos dos combustíveis para os consumidores da região.

Qiu, Colson e Wetzstein (2014) ressaltam a importância da política da mistura do etanol anidro a gasolina, e também de políticas de subsídio para reduzir os preços do etanol ao consumidor. Segundo os autores, a política da mistura tem uma série de benefícios: aumenta o consumo de etanol e desloca o consumo de gasolina, o que reduz a dependência dos combustíveis derivados de petróleo, aumentando à independência energética nacional. Reduzem as emissões de gases de efeito estufa, melhora a renda agrícola e rural; estabiliza ou reduz os custos de combustível dos veículos automóveis. Já com relação às políticas de subsídio que tem o objetivo de reduzir o preço do etanol, essas políticas podem ter um efeito de substituição (isto é, o declínio do preço do etanol provoca uma mudança de gasolina para etanol) e um efeito de expansão (ou seja, o declínio do preço do etanol aumenta consumo total de combustível). Entretanto, dependendo das magnitudes relativas aos efeitos de substituição e expansão, os quais são determinados pelas elasticidades do mercado, o consumo geral de gasolina pode realmente aumentar devido a uma queda acentuada ou declínio induzido pelo governo em relação aos preços do etanol.

## **2.2 O impacto das políticas públicas sobre os preços do mercado de etanol**

Salles-Filho et al. (2017), explicam que o mercado de etanol brasileiro apesar de ser promissor, apresenta cenários futuros imprevisíveis, pois esse mercado além de competir com os combustíveis não renováveis, também compete com outros tipos de energias renováveis, como o biodiesel e os veículos com tecnologia

de motores elétricos. Além desses determinantes setoriais, os autores enfatizam que o governo brasileiro precisa analisar melhor a política de taxa de juros e outras políticas consideradas contraditórias em relação aos combustíveis fósseis e as energias renováveis. Altas taxas de juros reduzem as oportunidades de maiores investimentos para o setor sucroalcooleiro. Além disso, as políticas relativas ao mercado de combustível priorizaram durante certo período o mercado e os preços da gasolina, ameaçando com isso, a competitividade do etanol. Portanto, o futuro do mercado de etanol, concernente ao nível de produção e competitividade de preços, dependerá de uma combinação adequada de políticas públicas. Um fator novo no cenário internacional dos biocombustíveis foi o acordo de Paris, realizado no ano de 2015 com a finalidade de reduzir as emissões de gás carbono. O acordo demonstra ser de grande valia para fomentar o mercado internacional dos biocombustíveis.

Qiu, Colson e Wetzstein (2014) destacam que o governo dos Estados Unidos está analisando a possibilidade de aumentar a política de intervenção da mistura do álcool anidro com a gasolina para os veículos convencionais e com tecnologia flex-fuel. A indústria de etanol americana apoia esse aumento no nível de mistura, o que seria importante para aumentar o consumo de etanol e, ao mesmo tempo, reduzir a demanda pelo combustível fóssil. Assim, o aumento do percentual da mistura traria benefícios para os mercados doméstico e internacional de biocombustíveis e, por tabela, beneficiaria o mercado de etanol brasileiro, o qual tem se destacado pela sua grande representatividade no cenário mundial de biocombustíveis.

Nesse contexto, Fagundes, Padula e Padilha (2016) e Chen e Saghaian (2015) explicam que o Brasil tem se destacado como o maior produtor e exportador de etanol à base de cana-de-açúcar. Diante disso, o mercado de etanol brasileiro tem um alto nível de integração e de interdependência com os mercados de álcool combustível da Europa e principalmente com o dos Estados Unidos. Dessa maneira, as políticas relacionadas ao mercado sucroalcooleiro da União Europeia e dos Estados Unidos podem gerar impactos para o mercado sucroalcooleiro do Brasil. A exemplo disso, o governo dos Estados Unidos eliminou recentemente a pesada tarifa sobre etanol importado e o subsídio para os produtores domésticos. Esta abertura do mercado de etanol dos EUA pode ter a médio e longo prazo, um impacto positivo sobre a indústria brasileira de etanol, trazendo um incremento considerável

às exportações do mercado de álcool combustível do Brasil, por sua vez, esse aumento nas exportações pode levar a um aumento nos preços do etanol doméstico, caso a oferta de etanol não acompanhe na mesma proporção às demandas dos mercados doméstico e internacional.

De acordo com Debnath et al. (2017), as políticas de combustíveis exercem um papel crucial sobre os preços do etanol. No caso do etanol anidro que é usado como um bem complementar à gasolina, então, um alto preço da gasolina (combinado com um pequeno percentual da política de intervenção da mistura do álcool anidro), causará uma diminuição na demanda e nos preços dos biocombustíveis, podendo reduzir também os preços das matérias-primas usadas na produção do álcool combustível. Por outro, no caso do etanol hidratado, que tem a característica de um bem substituto com a gasolina, uma elevação dos preços dos combustíveis derivados do petróleo, gera um incremento na demanda e nos preços de biocombustíveis e aumentam os preços das culturas que são usadas como matérias-primas.

Gorter et al. (2013) concordam que as políticas têm provocado impactos importantes no mercado sucroalcooleiro, inclusive nos preços do mercado de etanol. Segundo os autores o governo brasileiro tem utilizado quatro categorias de políticas para afetar o mercado de etanol. Primeiro, o Brasil tem usado a política de intervenção da mistura do etanol anidro com a gasolina. Segundo, o preço ao consumidor do etanol hidratado desfruta de uma isenção de impostos maior do que o necessário para compensar os menores quilômetros obtidos em relação a um litro da mistura de combustível da gasolina e álcool anidro. Em terceiro lugar, o imposto sobre o etanol anidro é ainda menor, embora, os consumidores observem somente o preço final comercializado na bomba de combustível. Em quarto, o governo muitas vezes no passado, e recentemente manteve o preço doméstico da gasolina abaixo dos preços do mercado internacional da gasolina (os quais flutuam de acordo com os preços internacionais do petróleo bruto) para evitar efeitos adversos da inflação. Cada uma dessas políticas tem demonstrado ter um impacto distinto nos preços do mercado do etanol. Contudo, cabe ao governo brasileiro implementar essas políticas de maneira adequada para obter o melhor efeito sobre o mercado de etanol.

Mendonça, Pitta e Xavier (2012), explicam que parte da crise que afeta a produção e os preços de etanol pode ser atribuída, sobretudo, nos últimos anos, à crise financeira mundial, por ter trazido mudanças significativas nas formas de captação e custos do dinheiro ao segmento industrial. Então, mudanças na política macroeconômica, somada a outros fatores relacionados à crise na economia brasileira têm feito os custos de financiamento privado no mercado interno mais que dobrar e, quando esse financiamento é adquirido no mercado externo, tornam-se uma incógnita pelas seguidas altas da taxa de câmbio.

Santos et al. (2016) destacam que os sinais de recuperação da competitividade da cadeia de etanol, observados em 2015, induzidos pelas políticas de ajustes nos tributos e preços da gasolina, retiram apenas parte das incertezas e do estrago provocados pela crise. Isso, porque acontecimentos internos e externos à cadeia produtiva, juntamente com outros problemas relacionadas às variações climáticas, têm levado a crises como a que afeta a produção de etanol há cerca de cinco safras. Além disso, o fato de existir uma importante indústria de base na atividade e da produção do etanol ter dobrado nas últimas seis safras, a crise atual pela qual atravessa o setor, tem obscurecido esse crescimento da cadeia.

De acordo com Ramos (2012), além das duas políticas mencionadas acima (medidas de elevação do nível de preço da gasolina por meio de aumentos regulares e elevação da tributação), é necessário estar atento à consolidação do mercado de etanol no que tange à elevação da sua competitividade frente à gasolina. Para isso, também é necessário que haja políticas de subsídios (ao produtor ou ao consumidor) e mais investimentos visando melhorias tecnológicas nas etapas agrícola e industrial, juntamente com mudanças na gestão empresarial, permitindo a dinamização produtiva em diversos elos da cadeia produtiva do etanol.

Santos (2015) argumenta que um elemento que merece destaque por ter potencial para desencadear crises na cadeia de etanol, é o fato de ofertarem mercadorias chamadas “não comercializáveis” (*no tradeables*), em que as políticas de preços adotadas pelo produtor são dissociadas do custo do produto e da formação de preços nos mercados internacionais. Os biocombustíveis etanol e biodiesel são exemplos disso. Uma das alternativas nesse caso, tratando-se de energia renovável em diversos países, tem sido, as políticas de subsídios à

produção, à comercialização e/ou ao consumo, além da garantia de mercado – como por exemplo, a mistura obrigatória do etanol anidro à gasolina.

Em outro importante estudo, Isabella et al. (2017) analisaram as preferências dos consumidores de combustível e sua relação com a cadeia de suprimentos de etanol no Brasil. Os resultados indicam que existe uma diferença significativa entre as preferências reais dos consumidores de combustível e as preferências dos consumidores percebidas pelos produtores. Essa disparidade pode ser uma das causas do recuo na cadeia de suprimentos brasileira no período de 2009 a 2012 e, por sua vez, pode ter afetado os preços do etanol. A pesquisa enfatiza que as políticas públicas devem conter uma proposta de valor mais consistente do que apenas incentivos econômicos para fomentar o consumo de etanol e, que a cadeia de fornecimento de etanol implante um sistema mais eficiente para monitorar e prever as preferências dos usuários de carros.

De acordo com a revisão de literatura, as políticas de combustíveis exercem grande influência sobre os preços do mercado de combustíveis e especificamente sobre o mercado de etanol. O governo brasileiro tem utilizado nos últimos anos, uma combinação de intervenções políticas no setor de combustíveis para alcançar diversos objetivos econômicos e de desenvolvimento social, que incluem de um modo geral a estabilização do preço doméstico de combustível, o desenvolvimento da indústria doméstica de biocombustíveis (etanol, biodiesel) e a redução da dependência dos combustíveis derivados de petróleo (gasolina, diesel). Essa combinação de políticas abrange três das principais: política de intervenção da mistura do etanol à gasolina, impostos diferenciais para combustíveis fósseis e biocombustíveis e contenção dos preços da gasolina. Em relação a essa terceira política mencionada, o governo brasileiro muitas vezes no passado e, recentemente manteve o preço doméstico da gasolina abaixo dos preços do mercado internacional (os quais flutuam de acordo com os preços internacionais do petróleo bruto) com a finalidade de evitar os efeitos adversos da inflação. (KHANNA; NUÑES; ZILBERMAN, 2015; NUÑES; ÖNAL, 2016; NOGUEIRA; CAPAZ, 2013; QIU; COLSON; WETZSTEIN, 2014; SALVO; HUSE, 2013; GORTER et al., 2013). A taxa de imposto sobre o transporte de combustíveis também vem sendo muito utilizada no Brasil. Menores taxas de impostos federais (CIDE) e outros encargos

(PIS/PASEP e COFINS) são fornecidos para os etanóis hidratado e anidro em relação à gasolina. Muitos estados também impõem uma taxa de tributação ad valorem menor (ICMS) para o etanol (NUÑES; ÖNAL, 2014; NOGUEIRA; CAPAZ, 2013; GORTER et al., 2013).

Por fim, vale destacar que o mercado de etanol está intimamente ligado aos mercados de açúcar e petróleo, com isso, é bastante provável que mudanças provocadas pela introdução de políticas no mercado de açúcar e nos mercados dos combustíveis derivados de petróleo (por terem mercados internacionais mais sólidos) afetarão substancialmente os preços do mercado de etanol. (HAO et al., 2017; NUÑES; ÖNAL, 2016; FREITAS; KANEKO, 2012). Portanto, o futuro do mercado de etanol no que diz respeito ao nível de produção e competitividade de preços, dependerá de uma combinação adequada de políticas públicas voltadas diretamente para este setor da economia (SANTOS, 2015; SALLES-FILHO et al., 2017; RAMOS, 2012; OLIVEIRA; MCKAY; PLANK, 2017).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Modelo Diferenças em Diferenças**

Com o escopo de atingir o principal objetivo dessa pesquisa (qual o impacto que a política de intervenção da mistura tem sobre os preços do etanol anidro dos estados produtores do Brasil?), será utilizado o método de diferenças em diferenças para fazer as estimações do respectivo modelo. A metodologia diferenças em diferenças é um tipo de método não experimental e/ou não-aleatório muito usado na avaliação de impactos de políticas. Esse modelo econométrico pode ser usado para dados em painel e também para dados em corte. Vale salientar que para a utilização dessa técnica, precisa-se de dados referentes à antes do evento ou política e para depois para os grupos de tratamento e controle. Assim, esse método requer uma amostra dividida em quatro grupos: o grupo de controle antes da mudança, o grupo de controle depois da mudança, o grupo de tratamento antes da mudança e o grupo de tratamento depois da mudança. Em suma, é necessário que haja disponibilidade de informações pré e pós-programa para ambos os grupos (PEIXOTO et al., 2012; NERI; MEDRADO, 2010; LECHNER, 2011).

O método diferenças em diferenças (DD) é utilizado muitas vezes no contexto denominado de experimento natural ou quase experimento, situação na qual a ocorrência de um evento fortuito e/ou exógeno permite formar grupos de tratados e controle parecidos em diversos aspectos. Tais eventos podem ser oriundos de mudanças ocorridas na natureza (terremotos e inundações) ou alterações institucionais (modificações que podem ocorrer em leis ou políticas municipais, estaduais etc). Além disso, através desse método é possível, sobretudo, avaliar o impacto de uma série de intervenções políticas apenas com base em informações coletadas em institutos de pesquisas e estatísticas. O método DD pode ser utilizado com dados de indivíduos/famílias, mas também com dados em níveis mais agregados, como setores de atividades, municípios e estados. Uma das principais hipóteses desse modelo é que a trajetória temporal da variável de resultado para o grupo de controle represente o que ocorreria com o grupo de tratados caso não houvesse a intervenção (PEIXOTO et al., 2012; WOOLDRIDGE, 2003).

Pode-se dizer também que o método DD é consistente, porque é capaz de lidar com o viés de seleção associado a certos tipos de características não observáveis dos indivíduos, especificamente àqueles que são invariantes no tempo. Em suma, o método diferenças em diferenças faz com que as características não observáveis não se alterem ao longo do tempo (pelo menos durante o período de observação). Ademais, para que esse método identifique corretamente o efeito causal de uma intervenção, é importante que tanto o grupo de tratamento quanto o grupo de controle, permaneçam similares nas suas características ao longo do tempo. O ideal é que não ocorram mudanças expressivas na composição dos grupos, no que tange aos efeitos fixos dos indivíduos que compõem os agregados de cada grupo (PEIXOTO et al., 2012).

Na conjuntura econômica atual, formular políticas públicas é uma das principais atividades governamentais. Todavia, o conteúdo dessas políticas varia bastante, e o governo precisa lidar com vários tipos de escolhas, decisões que devem ser tomadas e priorizar alguns setores da economia que demandam uma maior urgência. Com isso, o foco passa a ser sobre quais políticas devem ser formuladas e quais devem ser interrompidas ou reformuladas e melhoradas. Além disso, considerando as razões orçamentárias e questões relacionadas com os custos de

mobilização de informação e tomada de decisão, torna-se importante estabelecer critérios claros que orientem a escolha adequada referente à política pública que deverá ser implementada em determinado momento. Não obstante, esses parâmetros podem ser muitos, então, uma das formas mais eficientes de realizar tais escolhas é por meio de resultados de avaliação (BATISTA; DOMINGOS, 2017).

No entanto, há vários tipos de avaliação, ou seja, ela pode ser classificada quanto ao tempo, que pode ser ex-ante ou ex-post. Quanto a quem avalia; a avaliação pode ser feita internamente, pelos próprios gestores do programa, externamente por avaliadores participantes ou não do programa. E por fim, quanto ao objeto, pois a avaliação pode ter um foco de análise nos resultados da política, nos impactos ou ainda na eficiência da mesma (COHEN; FRANCO, 2013; ROSSI; LIPSEY; FREEMAN, 2004). Com relação a esta pesquisa, o seu foco principal consiste em avaliar o impacto obtido com a mudança (ocorrida em março de 2015) na regra da política de intervenção da mistura (do etanol anidro com a gasolina) sobre os preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil.

Ainda no que tange ao método DD, o mesmo como já foi destacado, tem por base a comparação entre indivíduos ou entidades participantes e não participantes da política antes e depois do programa. Por isso, o seu nome remete a uma dupla diferença. Esse método parte do pressuposto de que características não observáveis existem e podem influenciar a propensão de participar do programa. Com base nisso, a técnica possibilita ao modelo incorporar a heterogeneidade não observável, contudo, apenas a que não varia no tempo. (BATISTA; DOMINGOS, 2017).

Assim, a avaliação do impacto da política é realizada a partir dessa dupla diferença, antes e depois para o grupo que recebeu o tratamento da política; menos antes e depois para o grupo que não recebeu o tratamento. Essa dupla diferença mensura exatamente o impacto da política (LECHNER, 2011). Dessa forma, utilizando-se técnicas estatísticas e matemáticas é possível calcular as diferenças. Por exemplo, através do uso de uma regressão linear na qual uma das variáveis independentes ou explanatórias é a interação (multiplicação) entre a variável dummy (binária) participante e não participante e, outra variável dummy antes e depois do programa; sendo que estimação do coeficiente dessa variável de interação

(multiplicação entre as duas dummies) contém, então, o efeito causal da política (BATISTA; DOMINGOS, 2017).

Matematicamente, pode-se representar o método de diferenças em diferenças através da seguinte equação:

$$g_3 = (\bar{Y}_{2,B} - \bar{Y}_{2,A}) - (\bar{Y}_{1,B} - \bar{Y}_{1,A})$$

Onde cada  $\bar{Y}$  representa a média da variável estudada para cada ano e grupo, com o número subscrito representando o período da amostra (1, para antes da mudança e 2, para depois da mudança) e a letra representando o grupo ao qual o dado pertence (A, para o grupo de controle e B, para o grupo de tratamento). E  $g_3$  contém a estimativa a partir da dupla diferença. Obtendo  $g_3$ , determina-se o impacto da política sobre a variável de interesse que se pretende explicar.

Segundo Peixoto et al. (2012), o método diferenças em diferenças também pode ser descrito de forma mais minuciosa através do conjunto de equações abaixo:

Tratados, pré-programa:

$$E[Y|X, T = 1, t = 0] = X'\alpha + \gamma + E[\varepsilon|X, T = 1, t = 0] = X'\alpha + \gamma$$

Tratados, pós-programa:

$$E[Y|X, T = 1, t = 1] = X'\alpha + \gamma + \rho + \beta + E[\varepsilon|X, T = 1, t = 1] = X'\alpha + \gamma + \rho + \beta$$

Controles, pré-programa:

$$E[Y|X, T = 0, t = 0] = X'\alpha + E[\varepsilon|X, T = 0, t = 0] = X'\alpha$$

Controles, pós-programa:

$$E[Y|X, T = 0, t = 1] = X'\alpha + \rho + E[\varepsilon|X, T = 0, t = 0] = X'\alpha + \rho,$$

Contextualizando, denota-se por  $T = \{1\}$ , os estados brasileiros que são produtores de etanol hidratado e por  $T = \{0\}$  os estados que não são produtores (grupos de tratamento e controle, respectivamente). Enquanto que,  $t = \{1\}$  indica o período posterior à intervenção, ou mudança na regra da política da mistura, e  $t = \{0\}$

o período anterior à mudança na regra da política. O estimador de DD será dado pelo cálculo da dupla diferença:

$$\beta_{DD} = \{E[Y|T = 1, t = 1] - E[Y|T = 1, t = 0]\} - \{E[Y|T = 0, t = 1] - E[Y|T = 0, t = 0]\},$$

Assim, as diferenças entre as variações efetivamente observadas para os grupos de tratamento e o contrafactual fornecido pelo grupo de controle irão capturar o efeito causal da política da mistura sobre os preços dos estados brasileiros que são produtores de etanol hidratado.

### 3.2 Base de dados e variáveis do modelo

No que tange a base de dados que será utilizada para fazer a estimação do modelo econométrico desse trabalho; as séries referentes às variáveis do modelo são em períodos mensais a partir de janeiro de 2013 a junho de 2017. São 27 unidades de corte transversal referentes aos 27 estados brasileiros, observadas durante 54 períodos (meses), totalizando 1458 observações. As séries foram obtidas através de vários órgãos governamentais. Os preços do etanol hidratado e os preços da gasolina foram obtidos no portal da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2017). Cabe enfatizar, que as séries preços da gasolina e do etanol hidratado se referem ao consumidor. A série consumo do etanol hidratado se refere ao valor de venda pelas distribuidoras e, foi coletada no site da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2017). A frota de veículos foi obtida no site do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2017). E, o nível de emprego formal no site do Banco Central do Brasil (BACEN, 2017). Em relação a esta última variável, a princípio o modelo foi montado com a variável PIB ou Renda Per capita. No entanto, nenhum dos principais órgãos governamentais do país que atuam com pesquisas de estatísticas econômicas, como IBGE, IPEADATA, Banco Central, FGV e dentre outros, disponibilizam a série completa para o período analisado. Sendo assim, foi preciso substituir no modelo a variável PIB ou renda per capita por estado, pela variável nível de emprego formal por estado, o qual também é um ótimo indicador de desenvolvimento econômico.

Com relação às variáveis do modelo dessa pesquisa, além das variáveis: Preço do etanol hidratado (ao consumidor); preço da gasolina (ao consumidor); consumo de etanol hidratado; frota de veículos e nível de emprego formal. Serão utilizadas também, duas variáveis dummies; uma de tratamento e outra de tempo, onde a interação (multiplicação) dessas duas dummies irá gerar a variável de impacto (principal variável do modelo), denominada pela literatura de política de intervenção da mistura. Essas variáveis serão usadas para todos os estados brasileiros.

Representado o método diferenças em diferenças por meio de uma regressão linear, segue abaixo, uma explicação mais detalhada a respeito das variáveis do modelo:

$$Y_{it} = X'_{it}\alpha + \gamma T_{it} + \rho t_{it} + \beta(T_{it}t_{it}) + \varepsilon_{it},$$

$Y_{it}$  = Preço do etanol hidratado, pertinente apenas aos estados brasileiros que são produtores. Essa é a variável de interesse do modelo.

$X'_{it}$  = Preço da gasolina, Frota de veículos, Nível de emprego formal e Consumo de etanol hidratado. Estas são as variáveis de controle do modelo. As quatro variáveis são referentes a todos os estados brasileiros.

$\gamma T_{it}$  = Dummie de tratamento. Onde 1 (um) se refere somente aos estados que receberam o tratamento da política (estados produtores), e 0 (zero) aos estados que não receberam o tratamento (estados não produtores).

$\rho t_{it}$  = Dummie de tempo. Onde 0 (zero) se refere ao período antes da mudança política, e 1 (um) para indicar depois da mudança. Todos os 27 estados serão analisados simultaneamente antes e depois da intervenção política. O período antes da política é a partir de janeiro de 2013 até fevereiro de 2015. E o período pós-tratamento é a partir de março de 2015 a junho de 2017.

$\beta(T_{it}t_{it})$  = Política de intervenção da mistura. É a interação entre as dummies de tratamento e tempo, o qual gera a variável de impacto, onde será analisado o impacto da política da mistura sobre os preços dos estados produtores de etanol (variável de interesse).

Conforme já mencionado, a utilização do método DD requer a formação de dois grupos: um de tratamento (indivíduos ou entidades que receberam a intervenção política) e outro de controle (indivíduos ou entidades que não foram tratados pela

política). Assim, nesta pesquisa os estados que fazem parte do grupo de tratados, são apenas os estados brasileiros que produzem etanol hidratado, dentre os quais são: Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe e Tocantins. Enquanto que o grupo de controle são aqueles estados que não produzem etanol hidratado, a saber: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Distrito Federal, Piauí, Maranhão, Ceará, Pará, Amapá, Acre, Rondônia, Roraima e Amazonas (UNICA, 2017).

Em suma, existem 15 estados que fazem parte do grupo de tratamentos, ou seja, que são produtores de etanol hidratado e, 12 que fazem parte do grupo de controle (que não produzem etanol). Através da formação desses dois grupos, será analisado pelo método diferenças em diferenças (usando a especificação do modelo de dados em painel com efeitos-fixos), o impacto da política da mistura nos preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil. O período analisado é de janeiro de 2013 a junho de 2017, sendo que a mudança na regra da política ocorreu em março do ano de 2015. Segundo a ANP (2016), a partir de 2011 até o mês de fevereiro de 2015, o percentual da política da mistura variava de 18 a 25%, o governo ficava responsável para definir essa taxa. Porém, a partir de março de 2015, houve a mudança na política de intervenção da mistura, onde o governo aumentou o percentual da mistura do etanol anidro na gasolina para 27%, e está mantendo-a fixa até o presente momento. Além disso, esta foi à primeira vez em quase noventa anos de existência da referida política, que o governo brasileiro aumentou o seu percentual para 27%. Diante disso, esse trabalho pretende avaliar o impacto causado pela mudança (em março de 2015) na regra da política da mistura sobre os preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estimações dos Modelos

Primeiramente apresentam-se na tabela 5, a estatística descritiva das variáveis do modelo (inclusive para a variável dependente: preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil) com o tamanho amostral de 1458 observações. Em seguida, serão mostrados na tabela 6, os resultados das estimações dos três modelos utilizando-se o método diferenças em diferenças (DD), sendo que foi utilizada a especificação do modelo de dados em painel com efeitos-fixos, onde apenas a variável de interesse (preço do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil) foi colocada em logaritmo. Enquanto que a variável de impacto (política de intervenção da mistura), as variáveis de controle (preço da gasolina, frota de veículos, nível de emprego formal, consumo de etanol hidratado) e as dummies de tempo e tratamento; não foram estimadas em logaritmo.

Assim, na tabela 6 é apresentado o modelo completo (modelo 1), com a variável de interesse (preço do etanol hidratado dos estados produtores) e com todas as variáveis explicativas, incluindo também na estimação as 54 dts (dummies temporais). No modelo 2, tem-se a estimação do modelo apenas com a variável dependente (preço do etanol hidratado dos estados produtores) e com a política da mistura, incluindo também as 54 dts (dummies temporais). Já com relação ao modelo 3, este foi estimado somente com a variável dependente (preço do etanol hidratado dos estados produtores) e com a política da mistura, sem as 54 dts (dummies temporais).

**Tabela 5 - Estatística descritiva das variáveis**

VARIÁVEL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
PREÇO DO ETANOL HIDRATADO	2,6905	0,4453
PREÇO DA GASOLINA	3,3283	0,3761
FROTA DE VEICULOS	3226257,006	4,9997
NÍVEL DE EMPREGO FORMAL	133,56	27,543
CONSUMO DE ETANOL HIDRATADO	43235,01	1,2620
DUMMY DE TEMPO	0,5185	0,4998
DUMMY DE TRATAMENTO	0,5556	0,4970
POLÍTICA DA MISTURA	0,2880	0,4530

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

**Tabela 6 – Modelos em Painel com Efeitos Fixos - Variável Dependente: Preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil**

VARIÁVEIS INDEPENDENTES	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
CONSTANTE	0,563532 ***	0,637261 ***	0,956841 ***
PREÇO DA GASOLINA	0,317338 ***		
FROTA DE VEICULOS	-2,77882e-08 ***		
NÍVEL DE EMPREGO	-0,00603866 ***		
CONSUMO DE ETANOL HIDRATADO	-3,56814e-07 ***		
DUMMY DE TRATAMENTO	1,05768 ***		
DUMMY DE TEMPO	-0,0697506 ***		
POLÍTICA DA MISTURA	0,0165012 ***	0,0217606 *	0,0673568 ***

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

Obs.: \* Significância de 10%; \*\* Significância de 5%; \*\*\* Significância de 1%.

Em relação à estatística descritiva das variáveis do modelo (tabela 5), com uma amostra de 1458 observações, pode-se notar que o preço médio do etanol hidratado dos estados produtores é de R\$ 2,69, no período que foi analisado de janeiro de 2013 a junho de 2017. O preço médio da gasolina comercializado em todos os estados brasileiros é de R\$ 3,32 para o mesmo período. A média do nível de emprego formal em todo o país é de 133,56; enquanto que a frota de veículos em todo o território nacional tem uma média de 3.226.257 e, o consumo médio de etanol hidratado no mercado doméstico é de 43.235 aproximadamente.

No que diz respeito à estimação dos modelos 1, 2 e 3 (tabela 6); observa-se que a política de intervenção da mistura apresentou uma alta significância estatística nos três modelos estimados (significâncias de 1%, 10% e 1%, respectivamente). Isso indica que a política da mistura influencia significativamente os preços do etanol hidratado. Como o resultado da estimação do coeficiente dessa variável nos três modelos apresentou sinal positivo e valores de 0,0165012; 0,0217606 e 0,0673568, respectivamente. Entende-se que o aumento no percentual de 25% para 27%, devido à mudança na regra da política da mistura (ocorrida em março de 2015), causa um aumento de aproximadamente 0,02%, 0,02% e 0,07%; nos preços do etanol hidratado dos estados produtores de etanol no Brasil, sendo ao todo 15 estados: Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe e Tocantins. Esse aumento nos preços do etanol hidratado provocado pela mudança na política é muito provável que tenha ocorrido devido ao aumento no consumo de etanol, pois segundo a literatura, o principal

objetivo da política da mistura é causar uma elevação no consumo do mercado de álcool combustível (KHANNA; NUÑES; ZILBERMAN, 2015; NUNES; ÖNAL, 2016; FREITAS; KANEKO 2012; QIU; COLSON; WETZSTEIN, 2014; SANTOS, 2015; DEBNATH et al.,2017; GORTER et al., 2013; OLIVEIRA; MCKAY; PLANK, 2017; ANP, 2016; UNICA, 2015).

Assim, esse aumento na demanda do etanol provocado pela mudança na regra da política da mistura a partir de março de 2015, pode ter desencadeado uma elevação nos preços do biocombustível doméstico (mesmo sendo um aumento pequeno, como nos resultados dessa pesquisa), possivelmente, por que a oferta de etanol não tenha acompanhado o aumento da demanda de etanol na mesma proporção neste período. Costa e Guilhoto (2014) corroboram esse entendimento, pois os mesmos fizeram um estudo sobre a expectativa de crescimento para o setor sucroalcooleiro para os anos de 2015 a 2020. Segundo os autores o setor de cana no Brasil vem alcançando grandes aumentos na produção desde o início dos anos 2000, devido, sobretudo, à desregulamentação dos seus dois principais produtos: açúcar e etanol. Porém, a instabilidade na oferta de etanol ainda é um problema na indústria. As mudanças estruturais, tais como a mecanização da colheita da cana, ainda estão em andamento em vários estados produtores. Os autores enfatizam a necessidade de políticas públicas voltadas para promover o crescimento adequado do setor sucroalcooleiro nacional para os próximos anos. Torquato (2006) e Wilkinson (2015) confirmam que é necessário um melhor planejamento da produção e oferta de etanol no mercado doméstico em longo prazo, e que o apoio governamental e as políticas públicas voltadas para esse setor são essenciais para que o Brasil permaneça na liderança do mercado internacional de biocombustíveis. Isabella et al. (2017) também explicam que ao monitorar a evolução das novas tecnologias de consumo de etanol e outros eventos relevantes, a cadeia de etanol deve prestar especial atenção à dinâmica de abastecimento e ao consumo de etanol. Pois, uma vez que uma nova tecnologia é criada e amplamente aceita pelos consumidores, a taxa de aumento da demanda de etanol é normalmente muito maior do que a capacidade de fornecimento. Esse fato tem gerado um desequilíbrio entre a oferta e a demanda, o qual tem prejudicado a competitividade do mercado de biocombustíveis. Essas diferenças na dinâmica da demanda e do fornecimento

precisam ser incluídas no planejamento da cadeia de suprimentos de etanol, que exige um sólido mercado e sistema de inteligência tecnológico no local.

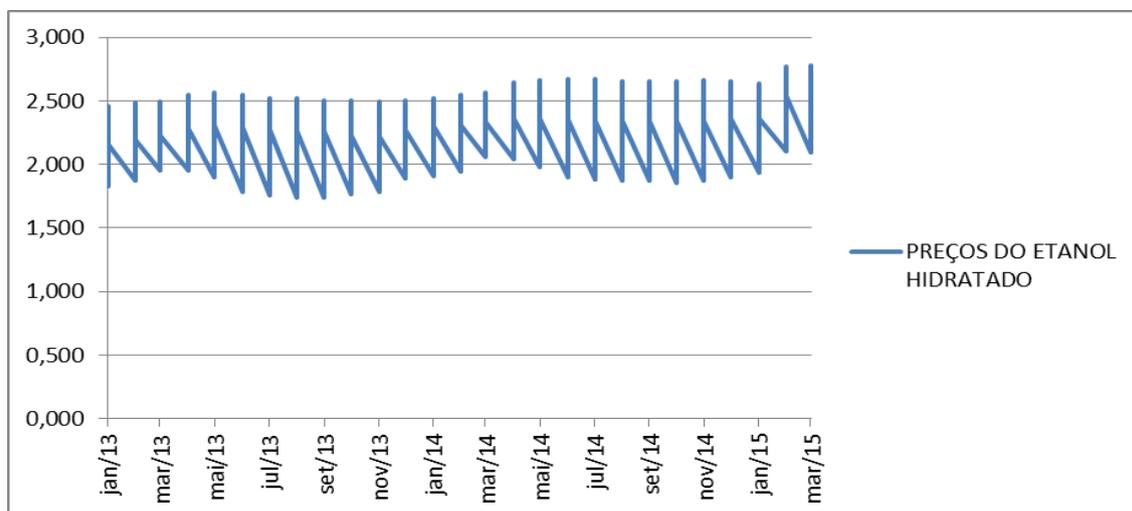
Outro fator importante que pode explicar esse aumento nos preços do etanol hidratado dos estados produtores, é que analisando os resultados das estimações demonstrados nos modelos 1, 2 e 3; percebe-se que no primeiro modelo com todas as variáveis explicativas, que o coeficiente da política da mistura é de aproximadamente 0,02%. No segundo modelo, quando se exclui as variáveis de controle e as dummies de tempo e tratamento, esse percentual do coeficiente continua em 0,02%. Porém, no terceiro modelo, quando retira-se as variáveis de controle, as dummies de tempo e tratamento e as 54 dummies temporais (dts), o percentual do coeficiente da política varia um pouco para cerca de 0,07%. Portanto, apesar da política da mistura ter apresentado uma alta significância estatística em relação a variável de interesse e valores bem parecidos nos seus coeficientes em relação aos três modelos estimados, sugerindo, por conseguinte, que esta variável é exógena, contudo, é possível que esta variação percentual no coeficiente do terceiro modelo em relação aos dois primeiros modelos (embora seja uma variação pequena), indique também que a política da mistura não seja totalmente exógena. Ou seja, a política de intervenção da mistura apresenta certo grau de exogeneidade, sendo responsável por aumentar o consumo de etanol e por afetar significativamente os preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil. Entretanto, considerando o que aponta a literatura, é possível que esse impacto nos preços do etanol hidratado dos estados produtores, não seja causado totalmente ou somente pela política da mistura, mas também por outras políticas públicas e/ou por outros aspectos relacionados ao mercado sucroalcooleiro nacional (SANTOS et al., 2016; MENDONÇA; PITTA; XAVIER, 2012; ISABELLA et al., 2017; FREITAS; KANEKO, 2011; NUÑES; ÖNAL, 2016; HAO et al. 2017; KHANNA; NUÑES; ZILBERMAN, 2015; RAMOS, 2012; CHEN; SAGHAIAN, 2015; FAGUNDES; PADULA; PADILHA, 2016; SALLES-FILHO et al., 2017).

Portanto, usando-se a especificação do modelo de dados em painel com efeitos-fixos e aplicando logaritmo apenas na variável dependente, foram estimados três modelos com o escopo de verificar a exogeneidade da política de intervenção da mistura. O melhor modelo para explicar a variável de interesse, é aquele que a

variável de impacto (política analisada) apresenta uma alta significância nos coeficientes dos três modelos dissecados: primeiro, o modelo completo com todas as variáveis explanatórias, incluindo também as dummies temporais (54 dts); segundo, o modelo apenas com a variável de interesse, a política da mistura e as dummies temporais (54 dts); e o terceiro modelo, apenas com a variável de interesse e a política da mistura, sem dummies temporais (54 dts). Também é importante que não haja mudanças ou variações significativas nos valores dos coeficientes estimados da variável de impacto analisada, em relação aos três modelos supracitados. Ou seja, para que o impacto ou o efeito causal da intervenção de uma política em relação a variável de interesse do modelo seja considerado exógeno, os coeficientes da política estimados nos três modelos, devem ser necessariamente semelhantes; apresentando significância estatística e valores parecidos. Nota-se de acordo com os resultados, que a política de intervenção da mistura apresentou coeficientes significantes e valores bem parecidos nos três modelos estimados, confirmando que o referido modelo é consistente e que a variável de impacto é exógena. Porém, pode-se observar que houve uma pequena variação no valor do coeficiente do terceiro modelo em relação aos dois primeiros, sugerindo também a possibilidade, que a política da mistura possa não ser totalmente exógena para explicar o impacto na variável dependente (preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil). Como já foi ressaltado, esse resultado também está condizente com a literatura (SANTOS et al., 2016; MENDONÇA; PITTA; XAVIER, 2012; ISABELLA et al., 2017; FREITAS; KANEKO, 2011; NUÑES; ÖNAL, 2016; HAO et al. 2017; KHANNA; NUÑES; ZILBERMAN, 2015; RAMOS, 2012; CHEN; SAGHAIAN, 2015; FAGUNDES; PADULA; PADILHA, 2016; SALLES-FILHO et al., 2017).

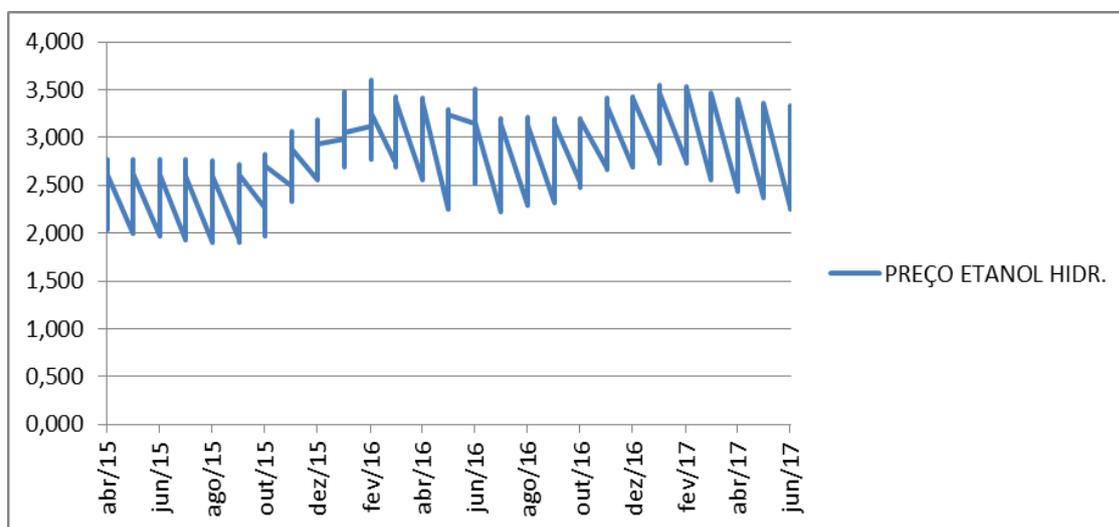
## 4.2 Variações dos preços do etanol hidratado dos estados produtores

**Gráfico 3 – Variações dos preços do etanol hidratado antes da política da mistura**



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

**Gráfico 4 – Variações dos preços do etanol hidratado depois da política da mistura**



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados obtidos.

De acordo com o gráfico 3, nota-se que os preços do etanol hidratado dos estados brasileiros que são produtores, antes da implementação da política de intervenção da mistura, era de aproximadamente R\$ 2,50 a R\$ 2,80 entre o mês de janeiro de 2013 até os meses de janeiro a março de 2015. Após a implementação da política da mistura em meados de março de 2015, percebe-se conforme o gráfico 4, que os preços do etanol hidratado dos estados produtores, continuam em torno de

R\$ 2,80 nos primeiros meses (abril a outubro de 2015). Porém, a partir de novembro de 2015, os preços do etanol hidratado começam a subir gradativamente até atingir o patamar aproximado de R\$ 3,60 no mês de fevereiro de 2016. Em seguida, os preços caem um pouco a partir de julho de 2016, mas voltam a subir novamente pouco tempo depois, a partir do mês de novembro de 2016, permanecendo em torno do valor de R\$ 3,50 até junho de 2017 (último mês analisado).

Assim, os resultados mostrados pelos dois gráficos acima, corroboram que a política de intervenção da mistura influencia significativamente os preços do etanol hidratado dos estados brasileiros produtores (variável dependente do modelo), visto que depois da mudança no percentual da política da mistura de 25% para 27% a partir de março de 2015, houve um aumento de aproximadamente R\$ 0,70 nos preços do etanol hidratado. Todavia, conforme já explanado, os resultados mostram que a política de intervenção da mistura apresentou coeficientes significantes e valores bem parecidos nos três modelos estimados, confirmando que o referido modelo é consistente e que a variável de impacto é exógena. Entretanto, é possível de acordo com a literatura, que parte desse aumento (R\$ 0,70) nos preços do etanol hidratado dos estados produtores, também seja causada por outros elementos ou aspectos relacionados ao mercado sucroalcooleiro nacional.

#### **4.3 Teste de Robustez**

Conforme explanado na seção anterior, o modelo se mostrou consistente para explicar a variável de interesse (preços do etanol hidratado dos estados produtores), com destaque para a principal variável do modelo (política de intervenção da mistura), que apresentou certa exogeneidade de acordo com a estimação dos três modelos de dados em painel com efeitos-fixos.

Porém, com o intuito de confirmar os resultados encontrados nessa pesquisa, recomenda-se fazer o teste de robustez. O teste de robustez ou teste de placebo é recomendável em qualquer pesquisa que trabalhe com avaliação de política pública (ASSUNÇÃO; FERMAN, 2015; LECHNER, 2011; FERMAN; PINTO, 2017). Esse teste consiste em simular uma mudança da política analisada pelo modelo, em algum período antes da mudança verdadeira ou real. Ou seja, a última mudança na regra da política da mistura ocorreu no mês de março de 2015. Assim, o objetivo do

teste de robustez é verificar se o efeito causal na variável de interesse do modelo (preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil) foi realmente provocado pela política de intervenção da mistura a partir de março de 2015. Pois, quando se trata de avaliação de políticas públicas, é muito comum em alguns casos, a variável de interesse analisada, ser afetada ou impactada antes mesmo da implementação da política por alguma outra política ou por outra variável pertinente ao estudo (ASSUNÇÃO; FERMAN, 2015; LECHNER, 2011). Então, como a última mudança na regra da política ocorreu em março de 2015, para fazer o teste de robustez, seria necessário simular uma mudança da política da mistura algum tempo antes da mudança real da política. Neste caso, os grupos de tratados e controle seriam os mesmos do modelo dissecado nesse trabalho, sendo necessário alterar apenas o período antes e depois do tratamento da política, os quais teriam que ser necessariamente antes de março de 2015. O problema é que essa política de intervenção da mistura existe desde o ano de 1931, mudando apenas ao longo dos anos, a questão do percentual obrigatório da mistura do etanol anidro na gasolina (NOGUEIRA; CAPAZ, 2013; NOVACANA, 2016). Dessa forma, visto que essa política existe há quase noventa anos, não é possível fazer o teste de robustez, pois não há como analisar nenhum período antes da mudança na regra da política da mistura ocorrida em março de 2015. Porque, neste caso, o teste de robustez referente ao modelo utilizado nesta pesquisa, teria o seu resultado distorcido ou prejudicado pela mudança da política da mistura anterior em relação à última ocorrida no ano de 2015.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho, procurou-se avaliar o impacto da política da mistura sobre os preços do etanol hidratado dos estados produtores. É importante salientar, que há poucos estudos que avaliam o impacto da política de intervenção da mistura nos preços do etanol hidratado. Com isso, essa pesquisa pretende também contribuir para a literatura a respeito do tema analisado. Pois, grande parte da literatura existente examina apenas a importância da política da mistura para o mercado sucroalcooleiro e o seu impacto no consumo de etanol, não examinando o impacto da política da mistura nos preços do etanol hidratado, sobretudo, o impacto desta política nos preços do etanol dos estados brasileiros que são produtores. Em relação

à metodologia, foi utilizado o método diferenças em diferenças, onde foram estimados três modelos de dados em painel com efeitos-fixos.

Os resultados encontrados neste trabalho mostram que todas variáveis do modelo são estatisticamente significativas (Modelo 1). Com relação à variável explicativa mais importante do modelo (política da mistura), nota-se de acordo com a estimação dos três modelos, que esta variável também apresentou uma alta significância estatística, indicando, por sua vez, que a política da mistura influencia significativamente a variável de interesse. Como o resultado da estimação do coeficiente dessa variável nos três modelos apresentou sinal positivo e valores de 0,0101591; 0,0217606 e 0,0673568, respectivamente. Entende-se que o aumento no percentual de 25% para 27%, devido à mudança na regra da política da mistura (ocorrida em março de 2015), causa um aumento de aproximadamente 0,02%, 0,02% e 0,07%; nos preços do etanol hidratado dos estados brasileiros que são produtores de etanol, os quais são: Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe e Tocantins. Dessa forma, infere-se com base na literatura, que a mudança na regra da política da mistura causou uma elevação nos preços do etanol hidratado dos estados produtores, devido ao aumento no consumo de etanol. Então, esse aumento na demanda do etanol provocado pela mudança na política a partir de março de 2015, pode ter desencadeado um aumento nos preços do biocombustível doméstico, possivelmente pelo fato da oferta de etanol não ter acompanhado o aumento da demanda na mesma magnitude neste período.

Vale ressaltar, que há outro fator relevante que pode explicar esse aumento nos preços do etanol hidratado dos estados produtores. De acordo com os resultados apresentados nos modelos 1, 2 e 3; percebe-se que no primeiro modelo com todas as variáveis explicativas, que o coeficiente da política da mistura é de aproximadamente 0,02%. No segundo modelo, quando se exclui as variáveis de controle e as dummies de tempo e tratamento, esse percentual do coeficiente continua em 0,02%. Porém, no terceiro modelo, quando retira-se as variáveis de controle, as dummies de tempo e tratamento e as 54 dummies temporais (dts), o percentual do coeficiente da política varia um pouco para cerca de 0,07%. Portanto,

apesar da política da mistura ter apresentado uma alta significância estatística em relação a variável de interesse e valores bem parecidos nos seus coeficientes em relação aos três modelos estimados, sugerindo, por conseguinte, que esta variável é exógena. É possível também, que esta variação percentual no coeficiente do terceiro modelo em relação aos dois primeiros modelos (embora seja uma variação pequena), indique também que a política da mistura não seja totalmente exógena. Em outras palavras, a política de intervenção da mistura apresenta certo grau de exogeneidade, sendo responsável por aumentar o consumo de etanol e por afetar significativamente os preços do etanol hidratado dos estados produtores do Brasil. Porém, considerando o que endossa a literatura, é possível que esse impacto nos preços do etanol hidratado dos estados produtores, não seja causado somente pela política da mistura, mas também por outras políticas públicas e/ou por outros aspectos relacionados ao mercado sucroalcooleiro nacional.

## REFERÊNCIAS

- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Série histórica do levantamento de preços e de margens de comercialização de combustíveis**. 2017. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/precos-e-defesa/234-precos/levantamento-de-precos/868-serie-historica-do-levantamento-de-precos-e-de-margens-de-comercializacao-de-combustiveis>>. Acesso em: 10 Out. 2017.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Consumidor - Combustíveis**. 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/perguntas/247-consumidor-faq/consumidor-combustiveis-faq/3755-consumidor-combustiveis-faq>>. Acesso em: 15 Out. 2017.
- ASSUNÇÃO, J.; FERMAN, B. **Does affirmative action enhance or undercut investment incentives? Evidence from quotas in Brazilian public universities**. 2015. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/brunoferman/research>>. Acesso em: 12 Nov. 2017.
- BACEN. Banco Central do Brasil. **Sistema Gerenciador de Séries Temporais**. 2017. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>>. Acesso em: 20 Out. 2017.
- BATISTA, M.; DOMINGOS, A. Mais que boas intenções: Técnicas quantitativas e qualitativas na avaliação de impacto de políticas públicas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 1-24, Jun. 2017.

CHEN, B.; SAGHAIAN, S. The Relationship among Ethanol, Sugar and Oil Prices in Brazil: Cointegration Analysis with Structural Breaks. In: Conferência de Economia Agrícola, 01, 2015, Atlanta, Estados Unidos. **Anais**, 2015.

COHEN, E.; FRANCO, R. **Avaliação de projetos sociais**. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

COSTA, C. C.; BURNQUIST, H. L. Impactos do controle do preço da gasolina sobre o etanol biocombustível no Brasil. **Revista de Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 1003-1028, Out./Dez. 2016.

\_\_\_\_\_; GUILHOTO, J. J. M. **Expected growth of sugarcane industry and impact on the Brazilian economy: 2015 and 2020**. 2014. Disponível em: <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/54001/>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

DEBNATH, D. et al. Complement or substitute: Ethanol's uncertain relationship with gasoline under alternative petroleum price and policy scenarios. **Journal of Applied Energy**, Amsterdã, v. 191, p. 385-397, Jan. 2017.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Relatórios Estatísticos: Frota de Veículos**. 2017. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/estatistica/237-frota-veiculos>>. Acesso em: 17 Out. 2017.

FAGUNDES, P. M.; PADULA, A. D.; PADILHA, A. C. M. Interdependent international relations and the expansion of ethanol production and consumption: the Brazilian perspective. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 133, p. 616-630, May 2016.

FERMAN, B.; PINTO, C. **Placebo Tests for Synthetic Controls**. 2017. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/brunoferman/research>>. Acesso em: 12 Nov. 2017.

FREITAS, L. C.; KANEKO, S. Ethanol demand under the flex-fuel technology regime in Brazil. **Journal of Energy Economics**, Amsterdam, v. 33, p. 1146-1154, March 2011.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Ethanol demand in Brazil: Regional approach. **Journal of Energy Policy**, Amsterdam, v. 39, p. 2289-2298, January 2012.

GORTER, H. et al. **An Economic Model of Brazil's Ethanol-Sugar Markets and Impacts of Fuel Policies**. 2013. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/581471468226154985/An-economic-model-of-Brazils-ethanol-sugar-markets-and-impacts-of-fuel-policies>>. Acesso em: 20 Jun. 2017.

HAO, N. et al. The linkage between the U.S. ethanol market and developing countries' maize prices: a panel SVAR analysis. **Journal of Agricultural Economics**, New York, v. 01, p. 1-10, January 2010.

ISABELLA, G. et al. Another driver of the Brazilian fuel ethanol supply chain: the consumers' preferences. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 52, p. 304-316, Set. 2017.

KHANNA, M.; NUÑEZ, H. M.; ZILBERMAN, D. Who pays and who gains from fuel policies in Brazil? **Journal of Energy Economics**, Amsterdam, v. 54, p. 133-143, January 2016.

LECHNER, M. The Estimation of Causal Effects by Difference-in-Difference Methods. **Journal Foundations and Trends in Econometrics**, Boston, v. 4, n. 3, p. 165-224, March 2011.

MELO, A. D. S.; LIMA, R. C. Análise da relação entre a dinâmica do setor sucroalcooleiro no Brasil e o preço internacional do açúcar. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48, 2010, Campo Grande-MS. **Anais**, 2010.

\_\_\_\_\_; SAMPAIO, Y. D. S. B. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a Demanda de etanol no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea, Rio de Janeiro**, v. 18, n. 1, p. 57-83, Jan./Abr. 2014.

MENDONÇA, M. L.; PITTA, F. T.; XAVIER, C. V. **A agroindústria canavieira e a crise econômica mundial**. São Paulo: Editora Outras Expressões, 2012.

NERI, M.; MEDRADO, A. L. Experimentando Microcrédito: uma Análise de Impacto do Crediamigo no Acesso a Crédito. **Revista Técnico-Científica**, Curitiba, v. 41, n. 01, p. 133-154, Jan./Mar. 2010.

NOGUEIRA, L. A. H.; CAPAZ, R. S. Biofuels in Brazil: Evolution, achievements and perspectives on food security. **Journal of Global Food Security**, Amsterdam, v. 2, p. 117-125, April 2013.

NOVACANA. **Historia da legislação sobre o etanol**. 2016. Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/historia-legislacao/>> Acesso em: 21 Jun. 2017.

NUÑEZ, H. M.; ÖNAL, H. **An economic analysis of transportation fuel policies in Brazil**: Fuel choice, land use, and environmental impacts. **Journal Energy policy**, Amsterdam, v. 55, p. 319-331, March 2016.

\_\_\_\_\_; ÖNAL, H. An economic analysis of transportation fuel policies in Brazil. In: Congresso do Centro de Estudos e Docência Econômica, 01, 2014, Toluca, México. **Anais**, 2014.

OLIVEIRA, G. L.T.; MCKAY, B. PLANK, C. How biofuel policies backfire: Misguided goals, inefficient mechanisms, and political-ecological blind spots. **Journal Energy policy**, Amsterdam, v. 108, p. 765-775, March 2017.

PEIXOTO, B. et al. **Avaliação Econômica de Projetos Sociais**. São Paulo: Dinâmica Gráfica e Editora, 2012.

QIU, G. COLSON, G.; WETZSTEIN, M. An ethanol blend wall shift is prone to increase petroleum gasoline demand. **Journal Energy Economics**, Amsterdam, v. 44, p. 160-165, April 2014.

RAMOS, P. Financiamentos subsidiados e dívidas de usineiros no Brasil: uma história secular e atual? **Revista História Econômica & História de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 7-32, Jan. 2012.

ROSSI, P. H.; LIPSEY, M. W.; FREEMAN, H. E. **Evaluation: a systematic approach**. 6th ed. London: Sage, 2004.

SALLES-FILHO, S. L. M. et al. Perspectives for the Brazilian bioethanol sector: The innovation driver. **Journal of Energy Policy**, Amsterdam, v. 108, p. 70-77, May 2017.

SALVO, A.; HUSE, C. Build It, but will they come? Evidence from consumer choice between gasoline and sugarcane ethanol. **Journal of Environmental Economics and Management**, Amsterdam, v. 66, p. 251–279, May 2013.

SANTOS, G. R. et al. **Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil: desafios, crises e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2016.

\_\_\_\_\_. **Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil: a contribuição dos fundos setoriais de inovação tecnológica**. Brasília: Ipea, 2015.

SEBRAE. **Cadeia produtiva da indústria sucroalcooleira: Cenários econômicos e estudos setoriais**. Recife: Reprocenter, 2008.

SILVA, C. M. S.; ALMEIDA, E. L. F. **Formação de um mercado internacional de etanol e suas interrelações com os mercados de petróleo e açúcar**. 2010. Disponível em: < <http://www.gee.ie.ufrj.br/index.php/get-artigo/333-formacao-de-um-mercado-internacional-de-etanol-e-suas-inter-relacoes-com-os-mercados-de-petroleo-e-acucar>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

SOARES, P. A.; ROSSEL, C. E. V. **O setor sucroalcooleiro e o domínio tecnológico**. 2. ed. São Paulo: NAIPPE/USP, 2014.

TORQUATO, S. A. Cana-de-açúcar para indústria: o quanto vai precisar crescer. **Revista de Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 10, p. 1-5, Out. 2006.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **UNICADATA – Consumo de Combustíveis**. 2017. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-consumo-de-combustiveis.php?idMn=11&tipoHistorico=10&acao=visualizar&idTabela=1929&produto=Etanol%2Bhidratado%2Bcombust%2526iacute%253Bvel&nivelAgregacao=3&estado=S%25C3%25A3o%2BPaulo>>. Acesso em: 12 Nov. 2017.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Aumento da mistura de etanol à gasolina beneficia setor Sucoenergético**. 2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/4148482920337887669/aumento-da-mistura-de-etanol-a-gasolina-beneficia-setor-sucoenergético/>>. Acesso em: 18 Out. 2017.

WILKINSON, J. **O setor sucroalcooleiro brasileiro na atual conjuntura nacional e internacional**. Rio de Janeiro: Actionaid, 2015.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics: a modern approach**. Cincinnati: South-Western College Publishing, 2003.