

# O MERCADO DE ETANOL NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA OFERTA E DA DEMANDA USANDO MQ2E

Paulo Henrique Hoeckel<sup>1</sup>

Augusto Mussi Alvim<sup>2</sup>

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar o padrão de produção e consumo de etanol no Brasil e nas cinco regiões brasileiras no período de 2012 a 2016. Para tanto, as funções de oferta e de demanda são estimadas nos níveis nacional e regional, utilizando-se a técnica de Mínimos Quadrados em dois estágios (MQ2E). Para o mercado brasileiro, os resultados estimados indicam que a gasolina e o etanol anidro são substitutos do etanol hidratado. Novamente no nível nacional, as estimativas também mostram que a elasticidade-renda do etanol hidratado o caracteriza como um bem normal. Em nível regional, nas regiões de maior produção e consumo (regiões Sudeste e Centro-Oeste), a resposta às variações de preços foi menos elástica que nas demais regiões (Sul, Nordeste e Norte).

**Palavras-chave:** mercado de etanol, oferta e demanda, Brasil.

## ABSTRACT

This article aims to analyze the pattern of ethanol production and consumption in Brazil (nationally) and in the five Brazilian regions in the period from 2012 to 2016. To do so, the supply and demand functions will be estimated at the national and regional levels using the Two-Stage Least Squares (2SLS) technique. For the Brazilian market, the estimated results indicate gasoline and anhydrous ethanol are substitutes for hydrous ethanol. Again at the national level, the estimates also show the income elasticity of hydrous ethanol characterizes it as a normal good. At the regional level, in the regions with the largest production and consumption (the Southeast and Central-West regions) the response to price variations was found to be less elastic than in the other regions (South, Northeast and North).

**Keywords:** ethanol market, supply and demand, Brazil.

Área 11 - Economia Agrícola e do Meio Ambiente

**Classificação JEL:** C26; Q11; Q41.

---

<sup>1</sup> Doutor em Economia do Desenvolvimento pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PPGE/PUCRS). E-mail: ph.hoeckel@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor do PPGE/PUCRS. E-mail: augusto.alvim@pucrs.br

## 1 INTRODUÇÃO

A principal fonte de combustível consumida no mundo é de origem fóssil, derivados do petróleo que além de ser poluente é finito, logo o desenvolvimento de novos combustíveis, cuja origem seja renovável e menos poluente, é de fundamental importância. Desta forma, os biocombustíveis<sup>3</sup> surgem como uma alternativa eficaz, sendo fonte de energia renovável oriunda de produtos vegetais e animais. Nesse sentido, o etanol brasileiro produzido a base da cana-de-açúcar, tem baixo consumo de fertilizantes e defensivos na sua produção, possui um processo produtivo que utiliza energia renovável, além de apresentar baixos níveis de perdas do solo.

O etanol é o principal biocombustível no mundo em termos de produção e consumo. O Brasil, conforme dados da *Renewable Fuels Association* (RFA, 2017), é o segundo maior produtor e exportador de etanol no mundo, produzindo aproximadamente 27,6 bilhões de litros de etanol em 2016 (com aproximadamente 400 usinas instaladas no país), atrás apenas dos Estados Unidos, com produção pouco superior a 50 bilhões de litros no mesmo período.

A produção de etanol no Brasil, de acordo com Ferreira Filho e Horridge (2014), ganhou força a partir de 1970, com um programa (Proálcool) que levou ao desenvolvimento e produção por empresas de automóveis com motores *flex-fuel*<sup>4</sup>. Atualmente, o Brasil é líder mundial na produção de etanol de cana-de-açúcar e cerca de metade de todos os carros brasileiros (e quase todos os carros novos) usam esses motores, que podem rodar com qualquer mistura de etanol puro ou misturado à gasolina. Em 2010 os carros usaram volumes quase iguais de gasolina e etanol (embora o diesel, usado principalmente por veículos comerciais, foi responsável por quase 50% do consumo de energia de transporte).

Cardoso e Bittencourt (2013) destacam que o recente aumento da frota de automóveis tem impacto significativo na economia brasileira, seja nas externalidades negativas que esta causa com o aumento da poluição nas grandes cidades, seja com o aumento na propensão à ocorrência de acidentes, congestionamentos, ou aumento na dependência por considerável e suficiente oferta de combustíveis. Logo, o etanol, além de suprir esse aumento na demanda por combustíveis, ajuda a minimizar os efeitos das emissões de gases de efeito estufa sobre o meio ambiente.

O crescente destaque dos biocombustíveis, conforme apontado por Bastos (2007), deve-se aos aumentos no preço do petróleo, as perspectivas de esgotamento das reservas, os riscos geopolíticos decorrentes da dependência do petróleo de países politicamente instáveis e os compromissos mais sólidos com a questão ambiental desde a assinatura do Protocolo de Quioto que fizeram renascer a atenção nas fontes alternativas de energia. Desta maneira, o biodiesel, a célula combustível de hidrogênio e, principalmente, o etanol passaram a constar de forma definitiva na agenda dos governos e das políticas de praticamente todos os países.

Desta forma, o etanol brasileiro é uma excelente opção para a produção sustentável de biocombustíveis em larga escala no mundo, o que torna o País um potencial líder na produção e exportação mundial. Diante deste contexto, visto a importância do

---

<sup>3</sup> Biocombustíveis são produtos à base de plantas e das quais se produz o etanol por meio do álcool da cana-de-açúcar – na Europa é produzido da beterraba – ou do amido (milho, trigo, raízes e de tubérculos). O biodiesel pode ser produzido de plantas oleosas (colza, girassol, soja, mamona e palmeira-de-dendê) (KOHLHEPP, 2010).

<sup>4</sup> Nos últimos anos a quantidade de carros “*flex-fuel*” fabricados no país saiu de zero (iniciando em 2003) para quase três milhões. Atualmente, representam pouco mais de 90% dos carros fabricados no país (ANFAVEA, 2017).

mercado de etanol para a economia brasileira, é importante destacar que o recente aumento na demanda por etanol no Brasil tem impacto sobre o mercado de combustível e agrícola. Logo, essa situação acentua a necessidade de uma análise atualizada e ampliada do mercado de etanol combustível, a fim de compreender melhor o provável impacto de alterações no consumo e produção, assim como, torna-se fundamental conhecer e analisar os fatores que influenciam na evolução da oferta e da demanda do etanol brasileiro.

Neste sentido, o presente estudo visa contribuir com a literatura que estuda o mercado de etanol brasileiro<sup>5</sup>, realizando a análise deste de forma simultânea, avaliando tanto a parte dos consumidores quanto a dos produtores, sendo um dos primeiros estudos na literatura existente que realiza a estimação das equações de oferta e de demanda de etanol de forma simultânea para o Brasil e o primeiro para as cinco regiões brasileiras<sup>6</sup>. Para tanto, utiliza-se o ferramental econométrico de equações simultâneas através de um estimador de variáveis instrumentais para estimar as relações de oferta e de demanda do etanol.

Assim, o objetivo do presente estudo é especificar e estimar as equações de oferta e de demanda para o mercado de etanol brasileiro, a nível nacional e regional, e analisar os efeitos das alterações de preço e da renda dos consumidores, fornecendo subsídios para que, com base nos resultados obtidos, seja possível avaliar possíveis mudanças no mercado em virtude das políticas públicas atuais que englobam o setor no Brasil. Portanto, delinea-se como problema de pesquisa: a partir do modelo de oferta e de demanda e dos estudos que analisam o mercado de etanol, quais os fatores que contribuem para explicar as variações no comportamento da produção (oferta) e venda (demanda) do etanol combustível no Brasil e quais as principais diferenças regionais?

Para tanto, visando responder a esse questionamento, o presente estudo está estruturado em mais quatro seções além desta introdução. A segunda seção contempla uma breve revisão dos principais estudos presentes na literatura relacionados ao tema de pesquisa. Na terceira, é apresentado o modelo econométrico estimado, além de uma descrição dos dados utilizados. Por fim, a quarta seção apresenta os resultados obtidos e a última traz as conclusões.

## **2 ANÁLISE DA OFERTA E DA DEMANDA DE ETANOL NO BRASIL**

Entre os principais e mais recentes estudos que analisaram o mercado de etanol brasileiro, estimando elasticidades, cabe destacar Farina et al. (2010), Freitas e Kaneko (2011a), Freitas e Kaneko (2011b), Cardoso e Bittencourt (2013), Orellano, Souza e Azevedo (2013), Santos (2013), Randow *et al.* (2013) e Melo e Sampaio (2014, 2016).

Com relação a análise da demanda de etanol no Brasil, alguns estudos utilizaram métodos de cointegração em séries temporais, para analisar a demanda no curto e longo prazo, utilizando como principais variáveis o preço do etanol, o preço da gasolina e uma variável como *proxy* de renda. Dessa forma, Farina *et al.* (2010) analisaram o período de julho de 2001 a agosto de 2009 e encontraram elasticidade-preço de curto prazo para o Brasil de -1,23 e elasticidade cruzada de 1,45. Freitas e Kaneko (2011a), adicionalmente,

---

<sup>5</sup> Na seção 2 é apresentada uma breve revisão dos trabalhos que estudam o mercado de etanol brasileiro e se enquadram ao escopo da presente pesquisa.

<sup>6</sup> Os estados brasileiros são divididos em regiões, a saber: Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal); Norte (Roraima, Rondônia, Acre, Amazonas, Amapá, Pará e Tocantins); Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia); Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo); e Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

utilizaram testes autorregressivos de defasagem distribuída (ARDL) para analisar as características da demanda de etanol após a introdução de veículos *flex-fuel* ao longo do período 2003-2010. As evidências mostram que o etanol reforçou a sua posição como combustível independente e substituto da gasolina, além disso, a dinâmica da gasolina com adição de etanol e os preços do etanol operam de forma simétrica em relação à demanda de etanol, demonstrando a crescente substituição entre estes combustíveis alternativos.

Em outro estudo, Freitas e Kaneko (2011b) avaliaram as características da demanda de etanol a nível regional, de janeiro de 2003 a abril de 2010, tendo em conta as peculiaridades de regiões desenvolvidas e as regiões em desenvolvimento, estimando a elasticidade da demanda de longo prazo. Os resultados encontrados mostraram que a demanda por etanol no Brasil difere entre as regiões. Melo e Sampaio (2014) analisaram a relação entre o mercado de gasolina e o de etanol por meio do modelo de Vetores Autorregressivos Estruturais. Os resultados mostram que no curto prazo o efeito do preço da gasolina é maior na demanda de etanol, porém, os consumidores aumentam a demanda por etanol no longo prazo. Além disso, a entrada dos veículos *flex-fuel* não ocasionou um aumento na demanda e no preço do etanol. Portanto, a escolha do consumidor pela gasolina é predominante no curto prazo, no entanto, um aumento repentino no preço do etanol leva a uma substituição desse no curto prazo.

Ainda analisando a demanda de etanol no Brasil, outro método empregado é o modelo de dados em painel. Utilizando essa metodologia, Cardoso e Bittencourt (2013) estimaram as elasticidades-preço, renda e cruzada da demanda por etanol, tanto no curto quanto no longo prazo, para o Brasil e para as cinco regiões brasileiras, de julho de 2001 a julho de 2011. Os resultados obtidos indicaram que o etanol é um bem elástico a preço, e que as elasticidades-preço e cruzada de curto prazo aumentaram no período pós-*flex*. Orellano, Souza e Azevedo (2013) analisaram a demanda por etanol no período 2001-2009, considerando as características regionais de renda e de preços relativos, utilizando dados estaduais mensais, com variáveis instrumentais para controlar a endogeneidade. Os resultados apontaram que a demanda é mais elástica em estados mais pobres e em que o preço relativo está próximo a 70%<sup>7</sup>, e que existem diferenças regionais que independem da heterogeneidade das preferências dos consumidores, mas decorrem da configuração logística e de renda.

Santos (2013) avaliou a sensibilidade dos consumidores de combustível em termos de preço e renda, no curto e longo prazo, levando em conta a política energética para a diversificação de combustível e a introdução de motores *flex-fuel*, estimando equações de demanda para a gasolina, etanol e gás natural, em bases trimestrais. Os resultados mostram que a dinâmica do mercado de combustíveis gira em torno de etanol em vez de gasolina. Enquanto a demanda pela gasolina e por gás natural é inelástica a preço, a demanda por etanol é elástica.

Considerando a análise da oferta do etanol para o Brasil, as metodologias empregadas seguem as da análise de demanda, porém o número de estudos ainda é limitado. Nesse sentido, Randow *et al.* (2013) estimaram os determinantes da oferta e da demanda de etanol para os estados brasileiros no período de 2001 a 2008, utilizando um painel simultâneo. Os resultados indicaram que a demanda do etanol é preço-elástica, além disso, confirmou-se a hipótese de que gasolina e etanol são substitutos imperfeitos e que tratasse de um bem normal, e também a existência de diferenças nas elasticidades entre os estados não produtores e produtores. A oferta de etanol se mostrou preço-elástica

---

<sup>7</sup> 70% refere-se à taxa técnica de substituição entre etanol e gasolina, parâmetro relevante para as decisões de consumo de proprietários de veículos *flex-fuel*.

no curto prazo e preço-inelástica no longo prazo, tendo relação negativa com os preços do açúcar e da cana-de-açúcar, e a oferta de etanol anidro.

Melo e Sampaio (2016), utilizando o modelo de Vetores Autorregressivos (VAR), relacionaram os mercados de açúcar, etanol e gasolina, analisando como as ofertas de etanol e açúcar respondem a choques dos preços do etanol, açúcar e gasolina. Como resultado, os autores encontraram evidências que o produtor reage mais fortemente a uma mudança no preço do açúcar do que no preço do etanol, demonstrando a preferência em produzir açúcar.

Assim, o presente estudo se diferencia em relação aos estudos realizados para o Brasil, na medida que realiza a análise do mercado de etanol de forma conjunta, estimando as equações de oferta e de demanda simultaneamente para o Brasil e para as regiões brasileiras, tendo a preocupação com a endogeneidade presente no modelo, utilizando um estimador de variáveis instrumentais.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Modelo proposto

A especificação do modelo proposto tem por base o modelo teórico de equações simultâneas de oferta e de demanda. A fundamentação e as suas equações estruturais são especificadas por: Mas-Collel *et al.* (1995), Wooldridge (2002) e Greene (2008)<sup>8</sup>.

As equações de demanda e oferta de etanol, propostas para o mercado brasileiro, seguem os trabalhos de Rask (1998) e Luchansky e Monks (2009), que analisaram as elasticidades de oferta e demanda no mercado de etanol dos EUA de 1984 a 1993, e de 1997 a 2006, respectivamente. Para isso, Rask (1998) adiciona ao modelo teórico as variáveis custo do transporte, nível de tecnologia, e as variáveis de regulação. Já Luchansky e Monks (2009) além de dados de produção de etanol e de preços mensais, examinaram para inclusão nos modelos de oferta e demanda, os preços do milho, da gasolina, de MTBE (um substituto para oxigenar etanol), os registros de veículos em todo o país, o PIB real, os níveis de subsídios federais ao etanol, o número de estados com plantas de etanol e a população total de todos os estados que proíbem MTBE.

Assim, o modelo proposto leva em consideração a incorporação de novas variáveis ao modelo teórico, proposta nos trabalhos de Rask (1998) e Luchansky e Monks (2009), além de considerar as variáveis utilizadas nos trabalhos que analisaram o mercado brasileiro apresentados anteriormente, aliado as particularidades deste mercado no Brasil e as especificidades de se utilizar dados mensais, sendo as equações de demanda e oferta definidas como:

$$Q^O = f(P_{ehd}, P_{CA}, P_A, S_{ea}) \quad (1)$$

$$Q^D = f(P_{eh}, P_{ea}, P_G, V, Y, i) \quad (2)$$

em que as variáveis utilizadas são a quantidade produzida ( $Q^O$ ) e a quantidade vendida ou comercializada ( $Q^D$ ) de etanol hidratado no mercado interno, o preço do etanol hidratado ( $P_{eh}$ ), o preço do etanol hidratado defasado ( $P_{ehd}$ ), o preço da cana-de-açúcar ( $P_{CA}$ ), o preço do açúcar ( $P_A$ ), a oferta ou produção de etanol anidro ( $S_{ea}$ ), o preço do etanol anidro ( $P_{ea}$ ), o preço da gasolina comum ( $P_G$ ), o número de veículos ( $V$ ), a variável renda ( $Y$ ), e a taxa de câmbio ( $i$ ).

<sup>8</sup> A fundamentação teórica e as equações estruturais do modelo de equações simultâneas são apresentadas e especificadas nos livros-texto citados e já estão consolidadas na literatura, logo optou-se por não apresentá-las no presente estudo.

No modelo de oferta o preço do etanol é utilizado defasado, pois a tomada de decisão por parte do produtor ocorre dada a expectativa de preços, que tem por base o período anterior ( $t-1$ ) ao observado no período presente ( $t$ ). Normalmente em análises de mercados agrícolas se utiliza a defasagem de um período quando se trata de periodicidade anual (ano/safra), porém, no presente estudo os dados possuem periodicidade mensal, assim considera-se os modelos testando variações de defasamento para 1, 3 e 12 meses. Esses períodos, dado o insumo utilizado para a produção de etanol, justificam-se pelos seguintes motivos: 1 mês, testa-se a decisão do produtor no curtíssimo prazo, dado que após a colheita da cana-de-açúcar a sua tomada de decisão deve ser quase imediata (entre produção de etanol ou açúcar); 3 meses é utilizado considerando-se que, o início da série é janeiro e normalmente a colheita ocorre de maio a novembro, logo a tomada de decisão ocorre considerando o mês anterior ao início da safra; e por fim, 12 meses é o período normal de um ano/safra (o ciclo da cana-de-açúcar normalmente é de 6 anos com 5 cortes).

Assim, a partir do sistema de equações estruturais do modelo de equações simultâneas e das equações de oferta e de demanda de etanol para o mercado brasileiro, (1) e (2), o seguinte sistema de equações de oferta e demanda, respectivamente, com a forma funcional de duplo-logaritmo, é estimado para o Brasil e também para as suas cinco regiões:

$$\ln Q_{st} = \beta_{11} + \alpha_{11} \ln P_{eh_{t-1}} + \beta_{12} \ln P_{CA_t} + \beta_{13} \ln P_{A_t} + \beta_{14} \ln S_{ea_t} + u_{1t} \quad (3)$$

$$\ln Q_{dt} = \beta_{21} + \alpha_{22} \ln P_{eh_t} + \beta_{22} \ln P_{ea_t} + \beta_{23} \ln P_{G_t} + \beta_{24} \ln V_t + \beta_{25} \ln i_t + \beta_{25} \ln Y_t + u_{2t} \quad (4)$$

Sendo que, para ambos os modelos de oferta e de demanda estimados, o uso de forma *duplo-log* permite a obtenção direta das elasticidades. Para o modelo de demanda, para o Brasil, também é testada uma variável *dummy* para testar se o coeficiente de paridade preço igual a 0,7 (70%) é significativo para o mercado brasileiro<sup>9</sup>.

Para estimar<sup>10</sup> o sistema de equações simultâneas (3) e (4), utiliza-se assim como em Rask (1998) e Luchansky e Monks (2009) regressão em dois estágios (MQ2E)<sup>11</sup>. O uso de MQ2E, de acordo com Luchansky e Monks (2009), resolve o problema da endogeneidade entre preços e quantidade do etanol. A estimativa dos valores esperados para os preços e quantidades do etanol utilizando MQ2E requer o uso de "mudança de fatores", ou variáveis que influenciam no preço independente da quantidade (e vice-versa). Assim os valores ajustados de  $Q^O$ ,  $Q^D$  e  $P_{eh}$  foram calculadas com base em todas as variáveis exógenas (ou "instrumentos") em ambas as equações.

Portanto, os instrumentos exógenos nas equações (3) e (4) são  $P_{CA}$ ,  $P_A$ ,  $S_{ea}$ ,  $P_{ea}$ ,  $P_G$ ,  $V$ ,  $Y$  e  $i$  enquanto  $Q^O$ ,  $Q^D$  e  $P_{eh}$  são sempre tratados como endógenos. Ressaltando, novamente, que para ambas as equações de oferta e demanda, o *log* natural de cada uma das variáveis foram calculados de forma a obter um modelo *duplo-log*, e que o modelo *duplo-log* é útil porque os coeficientes da regressão fornecem estimativas diretas das elasticidades.

<sup>9</sup> Para testar se esse coeficiente técnico é significativo, ou seja, apresenta uma mudança no comportamento do consumidor em relação ao preço do etanol frente a gasolina ser menor que 0,7 no consumo de combustível, atribuiu-se 1 para paridade preço menor ou igual a 0,7. Como é discutida na literatura, o consumidor teria uma tendência a optar por demandar etanol ao invés de gasolina quando essa relação se verifica.

<sup>10</sup> Para realizar as estimações utilizou-se o *software Stata 12*.

<sup>11</sup> Termo em inglês "*two-stage least squares (2SLS)*".

Segundo Orellano, Souza e Azevedo (2013) modelos de estimação de demanda usando dados agregados apresentam um problema de identificação, uma vez que os dados sobre vendas e preços observados correspondem a pontos de equilíbrio de mercado. Isto é, nesses modelos, o pesquisador tem que enfrentar um clássico problema de endogeneidade, uma vez que os preços são variáveis explicativas correlacionadas com o termo de erro da regressão. Uma forma de contornar essa situação é utilizar métodos de variáveis instrumentais por meio de MQ2E, a qual torna os parâmetros identificáveis ao utilizar deslocadores da oferta como variáveis instrumentais para os preços, e deslocadores de demanda como controles.

### 3.2 Fonte de dados

Os dados possuem periodicidade mensal e referem-se ao período de janeiro de 2012 a dezembro de 2016, para o Brasil e suas regiões. Além de usar dados mais atuais em relação aos estudos presentes na literatura, o presente estudo analisa também a produção (oferta) de etanol hidratado, assim a base de dados fica limitada a disponibilidade de informações referente a esta variável, que passou a ser disponibilizada pela ANP somente a partir de 2012 para produção com periodicidade mensal.

Desta forma, as variáveis dependentes em estudo, quantidade ofertada e demandada, foram obtidas junto à ANP, sendo, respectivamente, a quantidade produzida ( $Q^O$ ) e a quantidade vendida ( $Q^D$ ) em todas as unidades da federação, de etanol hidratado em metros cúbicos. A quantidade ofertada de etanol anidro em metros cúbicos ( $S_{ea}$ ), refere-se à produção nas regiões brasileiras. Assim como, o preço do etanol hidratado por metro cúbico ( $P_{eh}$ ), preço do etanol anidro por metro cúbico ( $P_{ea}$ ) e o preço da gasolina por metro cúbico ( $P_G$ ), referem-se aos preços médios para o Brasil e para as regiões obtidas junto à ANP.

Cabe destacar que as demais variáveis são usadas tanto para o Brasil como para as regiões, de modo que servem como *proxy* para as estimações a nível regional visto que não se tem disponível informações específicas para cada região, a saber: a variável número de veículos ( $V$ ) corresponde ao número total de licenciamento de veículos leves (automóveis e comerciais leves) na Associação Nacional de Produtores de veículos Automotores (ANFAVEA); A variável renda ( $Y$ ) refere-se ao Produto Interno Bruto (PIB) mensal, em milhões de R\$, obtida no site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA), sendo disponibilizado pelo Banco Central do Brasil (BACEN); O preço da cana-de-açúcar ( $P_{CA}$ ), em R\$/tonelada, é oriundo da União dos produtores de bioenergia (UDOP), que teve como fonte primária a Organização de plantadores de cana-de-açúcar do Centro-Sul do Brasil (ORPLANA) e a União da Indústria de cana-de-açúcar (UNICA) e refere-se ao valor pago ao produtor em contratos negociados no Conselho de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo (CONSECANA); E, por fim, a variável preço do açúcar ( $P_A$ ) é o valor em R\$ por saca de 50Kg, sendo este um indicador do açúcar Cristal do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

As variáveis monetárias foram deflacionadas pelo deflator Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) do BACEN, transformadas em termos reais de dezembro de 2016.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A estimação dos modelos de oferta e de demanda para o etanol hidratado (equações 3 e 4, respectivamente), utilizando MQ2E, é realizada primeiramente para o Brasil e posteriormente para as regiões brasileiras. Assim na Tabela 1, apresentada a

seguir, estão dispostos os modelos de oferta e de demanda para o Brasil, sendo estimado o modelo sem instrumentalização, via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), e com instrumentos.

**Tabela 1 - Modelo de oferta e de demanda de etanol para o Brasil**

Variáveis	(1)	(2)	(3)	(4)
a. Modelo de Oferta				
Constante	-17,48*** (5,5140)	-34,44*** (9,4687)	-28,81** (13,5703)	-33,19 (25,6321)
lnPeh (t <sub>1</sub> )	2,68*** (0,7171)	5,17*** (1,3579)		
lnPeh (t <sub>3</sub> )			4,84** (2,0707)	
lnPeh (t <sub>12</sub> )				5,86 (4,0185)
lnPca	-0,48 (0,7128)	-0,89 (0,7619)	-1,83** (0,9276)	-4,64* (2,7446)
lnPa	-0,22 (0,2106)	-0,59** (0,2915)	0,08 (0,2935)	1,18 (0,7459)
lnSea	0,99*** (0,471)	1,03*** (0,0528)	0,89*** (0,0517)	1,14*** (0,1189)
VI	Não	Sim	Sim	Sim
Obs	59	59	57	48
R-squared	0,9296	0,9172	90,28	0,9133
F-stat	141,40***			
Wald		719,34***	544,46***	524,18***
b. Modelo de Demanda				
Constante	-15,13*** (4,9270)	-15,52*** (4,6735)	-17,23*** (4,7989)	-15,66*** (4,8676)
lnPeh	-2,90*** (0,3424)	-3,33*** (0,7308)	-3,46*** (0,7269)	-3,47*** (0,7666)
lnPea	0,46*** (0,1567)	0,59** (0,2626)	0,81** (0,3328)	0,83** (0,3504)
lnPg	3,50*** (0,5171)	3,93*** (0,7610)	4,27*** (0,8643)	4,38*** (0,8816)
lnV	-0,1422 (0,1000)	-0,14 (0,0912)	-0,12 (0,0926)	
lnY	1,58*** (0,2960)	1,52*** (0,2751)	1,37*** (0,2944)	1,07*** (0,0626)
lni	0,53*** (0,0807)	0,51*** (0,0829)	0,47*** (0,0935)	0,56*** (0,0626)
DPP	-0,04 (0,0260)	-0,05 (0,0333)		
VI	Não	Sim	Sim	Sim
Obs	60	60	60	60
R-squared	0,9272	0,9260	0,9184	0,9154
F-stat	124,49***			
Wald		833,78***	779,37***	729,16***

Nota: A coluna 1 representa a estimação MQO utilizando  $Peh_{t-1}$  para o modelo de oferta; As colunas 2, 3 e 4 representam as estimações utilizando MQ2E com  $Peh_{t-1}$ ,  $Peh_{t-3}$  e  $Peh_{t-12}$ , respectivamente, para o modelo de oferta. Erros-padrão robustos entre parênteses. \*\*\*p<0,01, \*\*p<0,05, \*p<0,1

Fonte: Resultados da pesquisa.



Para o modelo de demanda foi testado, como mencionado na seção 3, o uso do coeficiente de paridade preço (PP) por parte do consumidor ao optar pelo consumo de combustível, para verificar se esse é um parâmetro significativo para a decisão do consumidor de optar por comprar etanol em detrimento do produto substituto, a gasolina, quando a relação de PP/consumo é mais atrativa ao etanol (preço do etanol custar até 70% do preço da gasolina).

Como pode ser observado na Tabela 1, tanto para o modelo de oferta quanto para o modelo de demanda, as elasticidades preço se tornam mais elásticas após a instrumentalização (colunas 2 a 4), ou seja, a magnitude do impacto no preço do etanol hidratado em relação a oferta e a demanda se torna maior quando o problema da endogeneidade é corrigida, realizando a estimação com o uso do estimador de MQ2E, com erros padrões robustos.

Para o modelo de oferta, após a instrumentalização (colunas 2 a 4), são utilizados três diferentes períodos para o defasamento do preço do etanol hidratado ( $Peh$ ), dado que o ciclo de produção do etanol pode ter variações de acordo com a decisão do produtor perante as variações de preço, assim utiliza-se, respetivamente, 1, 3 e 12 meses, que implicam em variações na significância de alguns parâmetros, ou seja, algumas variáveis possuem uma relação mais significativa de acordo com o tempo para explicar as variações na produção (oferta), mesmo assim a magnitude da elasticidade-preço da oferta apresentou certa estabilidade (variando de 4,84 a 5,86). Assim, para  $Peh_{t-1}$ , pode-se verificar que a oferta de etanol hidratado possui uma relação positiva, estatisticamente significativa, com o seu preço e com a oferta de etanol anidro, e negativa com o preço do açúcar e da cana-de-açúcar, não sendo significativa para o último. O preço da cana-de-açúcar se torna significativo com um período maior de defasamento (3 e 12 meses), enquanto o preço do açúcar passa a ter uma relação positiva, no entanto deixa de ser significativo.

A resposta da oferta a variações no preço é altamente elástica e positiva (5,17; 4,84 e 5,86), estando de acordo com a teoria, ou seja, aumentos no preço remetem a variações positivas na oferta, no entanto ela deixa de ser estatisticamente significativa para  $Peh_{t-12}$ , logo a decisão da quantidade a ser produzida é explicada pelo preço de etanol hidratado para o ciclo de 1 e 3 meses de produção (dado os modelos estimados). Assim, a variação na quantidade ofertada de etanol reage positivamente a aumentos no preço do etanol no período anterior. Logo, considerando a interpretação mecânica, a elevação em um ponto percentual no preço do etanol no período anterior, leva a um aumento de 5,17% na oferta de etanol no período atual, mantendo-se as demais variáveis constantes.

Para o modelo de demanda, os coeficientes das variáveis analisadas, com exceção da variável que indica a variação na frota de veículos ( $\ln V$ ), são estatisticamente significativos, demonstrando que existe uma relação importante destes com a explicação da variação na demanda de etanol hidratado. De modo que, a demanda apresenta uma relação negativa com o preço de etanol e com  $V$  (porém não significativa para a segunda), e positiva com o preço do etanol anidro, preço da gasolina, renda e taxa de câmbio. Cabe destacar que a *dummy* para PP não foi estatisticamente significativa, indicando que para o período analisado a demanda de etanol hidratado não apresenta uma mudança de padrão significativa com relação ao seu preço estar abaixo de 70% do preço da gasolina, indicando que a preferência dos consumidores não gira em torno desse parâmetro para a média dos consumidores brasileiros.

Quanto a elasticidade-preço da demanda, além de negativa e estatisticamente significativa, é altamente elástica (-3,33; -3,46 e -3,47), indicando que aumentos no preço do etanol hidratado refletem em redução na quantidade demandada. A resposta a

variações no preço da gasolina e do etanol anidro, indicam que aumentos nesses acarretam em uma maior demanda pelo etanol hidratado, indicando que são bens substitutos do etanol hidratado, sendo que o preço da gasolina é mais sensível a alterações no preço, dado que a elasticidade-preço cruzada é altamente elástica (3,93; 4,27 e 3,38). Cabe destacar ainda, que a elasticidade-renda também é elástica (1,52; 1,37 e 1,07), indicando que o etanol hidratado pode ser considerado um bem normal, ou seja, variações positivas na renda levam a aumentos mais do que proporcionais (visto que o coeficiente é maior que a unidade) na demanda.

A seguir, na Tabela 2, são apresentados os resultados para as regiões brasileiras. Cabe destacar, que o padrão de preços, consumo e produção nas regiões brasileiras evidenciam a existência de diferenças regionais<sup>12</sup>, logo é de se esperar diferentes comportamentos por parte de consumidores e produtores quando os mercados são analisados a nível regional.

Para o modelo de oferta, Tabela 2 (painel a), a elasticidade-preço da oferta demonstrou-se positiva para todas as regiões, estando de acordo com a teoria, porém apenas para as regiões Centro-Oeste (segunda região em volume de produção) e Nordeste são estatisticamente significativos, sendo que apenas para região Sudeste o coeficiente é inelástico. Essa relação para região Sudeste, pode decorrer por esta ser a maior produtora, logo a decisão de produção também decorre do preço das outras regiões para as quais ela fornece, dado que a variação na produção não apresenta grande sensibilidade a variações no preço do etanol hidratado exclusivamente nessa região. A oferta de etanol hidratado apresentou relação negativa com o preço da cana-de-açúcar, em todas as regiões, indicando que aumentos no preço do insumo levam a redução na quantidade produzida, sendo essa relação significativa para as regiões Centro-Oeste e Nordeste.

Outro resultado interessante está relacionado a variação na oferta de etanol anidro, visto que essa apresenta relação positiva e significativa para todas as regiões, indicando que mesmo o produtor optando por produzir etanol hidratado ou anidro estes estão relacionados de forma que o aumento na produção se dá conjuntamente, e dado que o coeficiente é menor que a unidade, os aumentos na produção de etanol anidro tem sido proporcionalmente maiores que no etanol hidratado, para o período analisado.

Ainda para o modelo de oferta, o preço do açúcar apresentou relação contraditória entre as regiões, dado que é um bem concorrente do etanol na produção, visto que o produtor pode optar por produzir etanol ou açúcar, para a região Nordeste, esse apresentou relação positiva, elástica e estatisticamente significativa, contrário do esperado, porém essa região junto com a região Norte são as que apresentam menor volume de produção de etanol. Para as demais regiões o preço do açúcar se mostrou negativo, indicando que aumentos no preço deste levam a redução na oferta, efeito substituição, visto que pode se tornar mais atrativo ao produtor optar por produzir açúcar em detrimento do etanol, no entanto apenas para a região Sul essa relação mostrou-se estatisticamente significativa.

---

<sup>12</sup> Conforme Hoeckel (2018) as regiões que possuem maior produção de etanol e que também são as principais consumidoras, regiões Sudeste e Centro-Oeste, também possuem relação de preços diferentes, sendo que as regiões com maior produção apresentam preços mais baixos e com menor variação, diferente das regiões com menor produção, caso do Norte e Nordeste, assim é de se esperar comportamento diferente na demanda nestas regiões visto que o preço é mais elevado.

**Tabela 2** - Modelo de oferta e de demanda de etanol para as regiões brasileiras

Variáveis	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
a. Modelo de Oferta					
Constante	-27,34 (19,8224)	-64,43** (28,5924)	-1,86 (17,65)	2,94 (3,44)	-20,91 (15,7713)
lnPeh (t <sub>i</sub> )					3,98 (2,6652)
lnPeh (t <sub>-3</sub> )	6,93** (3,0101)		1,30 (2,3765)	0,72 (2,3535)	
lnPeh (t <sub>-12</sub> )		9,82*** (3,7755)			
lnPca	-4,31** (1,8002)	-4,38*** (0,9880)	-1,25 (1,1180)	-0,004 (1,0469)	-0,99 (1,4996)
lnPa	-0,03 (0,6290)	1,36*** (0,3050)	-0,33 (0,5253)	-0,05 (0,2351)	-0,81* (0,4409)
lnSea	0,30*** (0,1002)	0,84*** (0,1017)	0,72*** (0,0937)	0,77*** (0,0506)	0,78*** (0,0958)
VI	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Obs	57	48	44	57	56
R-squared	0,6661	0,7083	0,6486	0,9392	0,8724
Wald	24,80***	90,22***	82,70***	472,38***	90,95***
b. Modelo de Demanda					
Constante	-9,08** (4,1230)	-15,68** (6,8366)	-18,41** (7,5550)	-14,88*** (5,0419)	-23,08*** (8,0399)
lnPeh	-2,06*** (0,3587)	-6,51*** (0,8635)	-6,42*** (0,8259)	-3,99*** (1,1371)	-5,50*** (0,8125)
lnPea	0,28* (0,1573)	0,39** (0,1653)	0,05 (0,2023)	1,14** (0,5488)	1,02*** (0,2924)
lnPg	1,55*** (0,4078)	6,98*** (0,5974)	7,64*** (0,7298)	5,05*** (1,4961)	7,36*** (1,3184)
lnV	-0,14 (0,0929)	-0,04 (0,1032)	-0,03 (0,1491)	-0,17* (0,1008)	0,21* (0,1210)
lnY	1,77*** (0,2803)	1,39*** (0,3547)	1,19*** (0,3678)	1,41*** (0,3647)	0,55 (0,5365)
lni	0,67*** (0,0850)	0,63*** (0,0832)	0,69*** (0,1213)	0,47*** (0,0986)	0,45*** (0,1445)
VI	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Obs	60	60	45	60	56
R-squared	0,9315	0,9257	0,9126	0,8843	0,8374
Wald	981,76***	672,46	337,40***	531,21***	663,17***

Nota: (1) modelo de oferta para a região Centro-Oeste com  $Peh_{t-3}$ ; (2) modelo de oferta para a região Nordeste com  $Peh_{t-12}$ ; (3) modelo de oferta para a região Norte com  $Peh_{t-3}$ ; (4) modelo de oferta para a região Sudeste com  $Peh_{t-3}$ ; (5) modelo de oferta para a região Sul com  $Peh_{t-1}$ . Para escolha de qual defasamento utilizar para cada região utilizou-se testes de ajustamento do modelo estimado, apresentando-se apenas o modelo com melhor ajuste estatístico para cada região. Erros-padrão robustos entre parênteses. \*\*\*p<0,01, \*\*p<0,05, \*p<0,1

Fonte: Resultados da pesquisa.

No modelo de demanda, para todas as regiões, a elasticidade-preço mostrou-se altamente elástica e significativa, sendo negativamente relacionada com a demanda de etanol hidratado, ou seja, aumentos no preço leva a redução na quantidade demandada, *ceteris paribus*. Cabe destacar que as regiões com maior volume de produção e também consumo, Sudeste e Centro-Oeste, são também as que apresentaram as menores elasticidades preço, ou seja, nessas regiões a sensibilidade a variações nos preços possuem magnitudes menores (-3,99 e -2,06, respectivamente) em relação as demais regiões. Esse resultado demonstra que variações de mesma magnitude nos preços do etanol hidratado de todas as regiões levam a uma redução na demanda proporcionalmente maior nas regiões Nordeste, Norte e Sul, estando essa relação ligada a questão que na média essas regiões apresentam preços maiores em comparação as demais.

Com relação as demais variáveis, o preço do etanol anidro, o preço da gasolina, a renda e a taxa de câmbio apresentaram relação positiva e estatisticamente significativa (apenas a elasticidade-preço cruzado do etanol anidro para a região Norte e da elasticidade-renda para a região Sudeste que não se mostraram significativos) com a demanda de etanol hidratado. Para a variação na quantidade de veículos vendidos, o comportamento se mostrou divergente, sendo negativo para quatro regiões, porém significativo apenas para uma delas (Sudeste), tendo relação positiva e significativa apenas para a região Sul. Os resultados para as elasticidades preço cruzada do etanol anidro e da gasolina mostram que estes são bens substitutos em relação ao etanol hidratado, sendo que a demanda é mais sensível a variações no preço da gasolina, demonstrando que atualmente os produtos são substitutos muito próximos. O resultado referente a elasticidade-renda, indica que o etanol é um bem normal e que a elasticidade-renda demonstra que a demanda de etanol hidratado é elástica a renda.

Comparando o resultado dos dois modelos, oferta e demanda, para o caso do Brasil (Tabela 1), pode-se inferir que a resposta da produção de etanol a variações nos preços se dá no lado da oferta, pois a elasticidade-preço da oferta apresentou magnitude superior (mais elástica) que a elasticidade-preço da demanda. A resposta elástica da demanda de etanol a preços implica em choques de oferta que são transmitidos para mais reduções na quantidade vendida do que a aumentos de preços.

Com relação a contribuição dos resultados do presente estudo, pode-se discutir, por exemplo, o impacto de políticas públicas realizadas ou que possam vir a ser planejadas para beneficiar o setor de etanol no Brasil. Assim, hipoteticamente, uma política que fosse de imposição de um imposto sobre os combustíveis derivados do petróleo, visando incentivar o uso de combustíveis renováveis e amenizar a emissão de gases de efeito estufa no Brasil, que incidissem em aumento de 2 pontos percentuais sobre o preço da gasolina, mantendo-se as demais variáveis constantes, resultariam, considerando os resultados para o período analisado, para o modelo do Brasil (coluna 3 da Tabela 1), em um aumento de cerca de 8,5% na demanda por etanol, com aumento mais significativo em termos percentuais nas regiões Norte e Sul (Tabela 2) que apresentaram elasticidades-preço cruzada mais sensíveis (maior magnitude) a variação no preço da gasolina.

## 5 CONCLUSÃO

Este artigo analisou a oferta e a demanda por etanol hidratado no Brasil e nas suas cinco regiões (Centro-Oeste, Norte, Nordeste, Sudeste, Sul) para o período de janeiro de 2012 a dezembro de 2016, levando em consideração as características específicas do mercado nacional de combustíveis. Foi estimado um modelo econométrico (MQ2E), a partir de um modelo de equações simultâneas, no qual variáveis instrumentais foram usadas para controlar a endogeneidade na análise da oferta e da demanda.

Dado o contexto e cenário atual do mercado de etanol, pode-se afirmar que o Brasil além de ser o maior produtor de etanol de cana-de-açúcar do mundo, possui uma tecnologia de produção de etanol que está madura, e que a produção de etanol está perfeitamente consolidada, podendo crescer ainda na substituição da gasolina caso a volatilidade dos preços do petróleo continue.

Os resultados para o Brasil, mostraram que das variáveis utilizadas para avaliar a evolução na oferta e demanda do etanol hidratado, o preço do etanol hidratado, o preço da cana-de-açúcar, o preço do açúcar, a oferta de etanol anidro, o preço do etanol anidro, o preço da gasolina, o número de veículos, a renda e a taxa de câmbio, apenas a variável número de veículos não apresentou influência estatisticamente significativa para explicar as flutuações e o crescimento que vem ocorrendo no mercado de etanol em nenhum dos modelos estimados. A elasticidade-preço da oferta de etanol hidratado mostrou-se positiva e altamente elástica, sendo estatisticamente significativa, indicando que a oferta responde positivamente a aumentos de preço no período anterior. A elasticidade-preço da demanda de etanol hidratado e a elasticidade-preço cruzada do etanol anidro e da gasolina, para o período analisado, demonstraram que a demanda de etanol hidratado é elástica ao preço, ao preço da gasolina e inelástica ao preço do etanol anidro. Por fim, comparando os dois modelos, oferta e demanda, identifica-se que a resposta da produção de etanol a variações nos preços se dá no lado da oferta.

A nível regional, para o modelo de oferta, verificou-se que a oferta de etanol hidratado tem uma resposta elástica a preço e positiva para quase todas as regiões, sendo que apenas a região Sudeste a resposta é inelástica, mesmo essa sendo a principal região produtora, o que demonstra uma menor sensibilidade a variações no preço do etanol hidratado nessa região. A elasticidade-preço cruzada da cana-de-açúcar mostrou-se negativa, em todas as regiões, indicando que aumentos no preço do insumo levam a redução na quantidade ofertada. No modelo de demanda, para todas as regiões, a elasticidade-preço mostrou-se elástica e significativa, sendo negativamente relacionada com a demanda de etanol hidratado. As regiões com maior volume de produção e também consumo, Sudeste e Centro-Oeste, apresentaram os menores coeficientes de elasticidade-preço, ou seja, nessas regiões a sensibilidade a variações nos preços possuem magnitudes menores em relação as demais regiões, sendo que na média essas regiões apresentam preços menores em comparação as demais. O resultado para a elasticidade-preço cruzada do etanol anidro e da gasolina mostram que estes são bens substitutos em relação ao etanol hidratado, sendo a demanda deste mais sensível a variações no preço da gasolina. A elasticidade-renda, indicou que o etanol pode ser considerado um bem normal.

A contribuição do presente estudo está em analisar o mercado de etanol de forma conjunta e fornecer coeficientes de elasticidades robustos para este setor, além de estudar as elasticidades da oferta e da demanda de etanol hidratado para as regiões brasileiras, possibilitando assim, com base nos modelos estimados, as elasticidades calculadas podem auxiliar na definição e criação de cenários alternativos, como na simulação de um novo imposto sobre combustíveis fósseis. Portanto, a presente análise pode ser usada para criar cenários futuros, tais como, avaliar respostas a mudanças na produção de etanol oriunda de aumentos na demanda (interna e externa), alterações na renda dos consumidores e mudanças de preços da gasolina e do açúcar. Assim, as estimativas podem ser um importante instrumento para a formulação de políticas públicas.

Finalmente, como possíveis limitações do trabalho, pode-se apontar a necessidade de limitar o período de análise devido a disponibilidade de dados mensais pela ANP para a oferta de etanol a partir de 2012, assim como a necessidade de utilizar variáveis *proxy* para os modelos regionais, visto a falta de informações específicas em alguns casos. Cabe destacar ainda, o potencial do Brasil no mercado de etanol e da dinâmica deste setor, fica

o desafio para novos estudos complementares a este em que se possa avaliar tal dinâmica frente ao mercado externo e também compará-la com o mercado de etanol de outros países, como os Estados Unidos, que também dedicam forças para que o etanol se torne uma fonte alternativa de energia (combustível) renovável amplamente empregada no mundo, contribuindo assim, com a diminuição do efeito estufa e consequentemente com o bem-estar das futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ANFAVEA. Associação Nacional do Produtores de Veículos Automotores. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/>>. Acesso em junho de 2017.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em junho de 2017.

BACEN. Banco Central do Brasil. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em julho de 2017.

BASTOS, V. D. **Etanol, alcoolquímica e biorrefinarias**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5-38, mar. 2007.

CARDOSO, L. C. B.; BITTENCOURT, M. V. L. Mensuração das elasticidades-preço da demanda, cruzada e renda no mercado de etanol brasileiro: um estudo usando painéis cointegrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 4, p. 765-784, 2013.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em junho de 2017.

CONSECANA. Conselho de Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.consecana.com.br/>>. Acesso em: junho de 2017.

FARINA, E.; VIEGAS, C.; LACERDA, P.; GARCIA, C. Mercado e Concorrência do Etanol. In: SOUSA, E. L. de e MACEDO, I. de C. (Org.). **Etanol e Bioeletricidade: A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Editora LUC, p. 226-311, 2010.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, M. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. **Land Use Policy**, v. 36, p. 595-604, 2014.

FREITAS, L. C.; KANEKO, S. Ethanol demand under the flex-fuel technology regime in Brazil. **Energy Economics**, v. 33, n. 6, p. 1146-1154, 2011(a).

FREITAS, L. C.; KANEKO, S. Ethanol demand in Brazil: Regional approach. **Energy Policy**, v. 39, n. 5, p. 2289-2298, 2011(b).

GREENE, W.H. **Econometric Analysis**, Prentice Hall, 7th Edition, 2008.

HOECKEL, P. H. O. **Implicações da oferta e da demanda de etanol**: comportamento de preços, interações com os mercados agrícolas e mudanças no comércio. Tese

(Doutorado em Economia do Desenvolvimento) – Escola de Negócios, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 109. 2018.

IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em junho de 2017.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos avançados**. vol.24 no.68, São Paulo, 2010.

LUCHANSKY, M. S.; MONKS, J. Supply and demand elasticities in the US ethanol fuel market. **Energy Economics**, v. 31, n. 3, p. 403-410, 2009.

MAISTRO, M. C. M.; ASAI, G. A. Álcool Combustível: Do carro a álcool ao carro flex. **Jornal de Piracicaba**, 2006. Disponível em: <[http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea\\_artigo\\_flex.pdf](http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_artigo_flex.pdf)>. Acessado em junho de 2016.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. **Microeconomic theory**. Oxford University Press, New York, 1995.

MELO, A. S.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos dos preços da gasolina e do etanol sobre a demanda de etanol no Brasil. **Revista de economia Contemporânea**, v. 18, n. 1, p. 56-83, 2014.

MELO, A. S.; SAMPAIO, Y. S. B. Uma Nota Sobre o Impacto do Preço do Açúcar, do Etanol e da Gasolina na Produção do Setor Sucroalcooleiro. **Revista Brasileira de Economia**, v. 70, n. 1, p. 61-69, 2016.

ORELLANO, V. F.; SOUZA, A. N.; AZEVEDO, P. F. Elasticidade-preço da demanda por etanol no Brasil: como renda e preços relativos explicam diferenças entre estados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 4, p. 699-718, 2013.

ORPLANA. Organização de plantadores de cana do Centro-Sul do Brasil. Disponível em: <<http://www.orplana.com.br/novosite/>>. Acesso em junho de 2017.

RANDOW, B. M. V.; FONTES, R.; MATTOS, L. B.; ALVES FILHO, E. Os determinantes da oferta e da demanda de etanol nos estados brasileiros. **Revista Brasileira de Energia**, v. 19, n. 2, p. 287-319, 2013.

RASK, K. N. Clean air and renewable fuels: the market for fuel ethanol in the US from 1984 to 1993. **Energy Economics**. 20, 325–345, 1998.

RFA. Renewable Fuels Association. Disponível em: <<http://ethanolrfa.org/>>. Acesso em agosto de 2017.

SANTOS, G. F. Fuel demand in Brazil in a dynamic panel data approach. **Energy Economics**, v. 36, p. 229-240, 2013.

UDOP. União dos produtores de bioenergia. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/>>. Acesso em junho de 2017.

UNICA. União da Indústria de cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/>>. Acesso em junho de 2017.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.