

# O IMPACTO DA POLÍTICA TRIBUTÁRIA SOBRE O MERCADO DE ETANOL<sup>1</sup>

## THE IMPACT OF TAX POLICY ON THE ETHANOL MARKET

### **Daniel Palaro Canhete**

Bacharel em Administração pela Fundação Getúlio Vargas (EAESP-FGV)

Bacharel em Ciências Contábeis pela UniSEB

Especialista em Economia de Negócios pela Fundação Getúlio Vargas (EESP-FGV)

Analista do Banco Central do Brasil

dcanhete@gmail.com

### **Diego César Gomes Magalhães**

Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Católica de Brasília – UCB

Chefe de Divisão da Seprac do Ministério da Fazenda

cezar.diego@gmail.com

### **Ricardo Coelho de Faria**

Doutor em Economia pela Universidade de Brasília

Auditor de Finanças e Controle do Ministério da Fazenda

ricardocoelhodefaria@outlook.com

## RESUMO

O presente estudo estima os efeitos na renda do setor sucroalcooleiro no período compreendido de Jan/2008 a Dez/2016, decorrentes da redução da alíquota da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico-Combustíveis (CIDE-Combustíveis), incidente sobre a gasolina no período em questão. Para medir esses efeitos consideramos um cenário no qual a alíquota dessa contribuição é mantida aos níveis de janeiro de 2008. Se a CIDE-Combustíveis tivesse sido mantida em R\$0,28 por litro ao longo desse período, o setor teria obtido um incremento na renda na ordem de R\$ 20 bilhões; R\$ 17,2 bilhões e R\$ 14,2 bilhões, dependendo de a elasticidade da oferta ter sido, respectivamente, perfeitamente elástica, com elasticidade unitária ou perfeitamente inelástica. Tal aumento corresponderia, respectivamente, a um aumento de 6,7%, 5,5% e 4,5% na renda do setor. Estimamos também um processo estocástico que explica a variação do preço do etanol em função do preço da gasolina, do preço do açúcar e do próprio etanol defasado. Nesse caso, o ganho potencial do setor seria na ordem de R\$ 16,3 bilhões, o que corresponde a um incremento em torno de 5,2% na renda observada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Etanol, Microeconomia, CIDE

---

<sup>1</sup> O presente trabalho não expressa necessariamente o entendimento e a opinião do Ministério da Fazenda, sendo que os autores são responsáveis por quaisquer erros e/ou omissões.

## ABSTRACT

*The present work aims to measure the impact of the Contribution of Intervention on the Economic Domain (CIDE) in the income of the ethanol industry. In the second section, we describe the methodologies employed in this study, both the theoretical aspects of microeconomics and the econometric estimation of impact coefficients. Then, we present the results in a series of tables, graphs and explanations. Lastly, we present the conclusions of this study.*

**KEYWORDS:** Ethanol, Microeconomics, CIDE

### 1. Introdução

O presente estudo estima os efeitos na renda do setor sucroalcooleiro no período compreendido de Jan/2008 a Dez/2016, decorrentes da redução da alíquota da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico-Combustíveis (CIDE-Combustíveis), incidente sobre a gasolina no período em questão. Para medir esses efeitos consideramos um cenário no qual a alíquota dessa contribuição é mantida aos níveis de janeiro de 2008.

A CIDE-Combustíveis<sup>2</sup> é um tributo incidente sobre as operações realizadas com combustíveis, sendo de natureza especial e de competência exclusiva da União, previsto no art. 149 da Constituição Federal e instituído por meio da Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001. De acordo com o art. 3º dessa lei, a CIDE-Combustíveis tem como fatos geradores as operações de importação e de comercialização no mercado interno de:

- gasolina e suas correntes;
- diesel e suas correntes;
- querosene de aviação e outros querosenes;
- óleos combustíveis (*fuel-oil*);
- gás liquefeito de petróleo (GLP); e
- álcool etílico combustível.

A CIDE-Combustíveis pode ser classificada como um imposto indireto específico, isto é, corresponde a um valor fixo incidente sobre determinada quantidade transacionada do produto, independentemente do preço da mercadoria ou serviço. A alíquota da CIDE-Combustíveis para

---

<sup>2</sup> Num conceito mais amplo, a Cide é um tributo de competência exclusiva da União, sem materialidade definida, instituído como instrumento de intervenção estatal em setor econômico específico e cujo produto da arrecadação tem destinação pré-determinada. Os principais exemplos de Cides são a Cide-Remessas para o Exterior; a Cide-Combustíveis; e o FUST/FUNTEL.

gasolina é fixada em R\$ por metro cúbico do combustível. Assim, por exemplo, para uma alíquota de R\$ 100,00 /m<sup>3</sup> significa que a Cide custa R\$ 0,10 (dez centavos) por litro de gasolina comprado no posto.

O art. 5º da Lei nº 10.336, de 2001, modificado pela Lei nº 10.636, de 2002, definiu as seguintes alíquotas *ad-rem* máximas para a CIDE-Combustíveis:

- gasolina, R\$860,00 por m<sup>3</sup>;
- diesel, R\$390,00 por m<sup>3</sup>;
- querosene de aviação e outros querosenes, R\$92,10 por m<sup>3</sup>;
- óleos combustíveis, R\$40,90 por tonelada;
- GLP, R\$250,00 por tonelada; e
- álcool etílico combustível, R\$37,20 por m<sup>3</sup>.

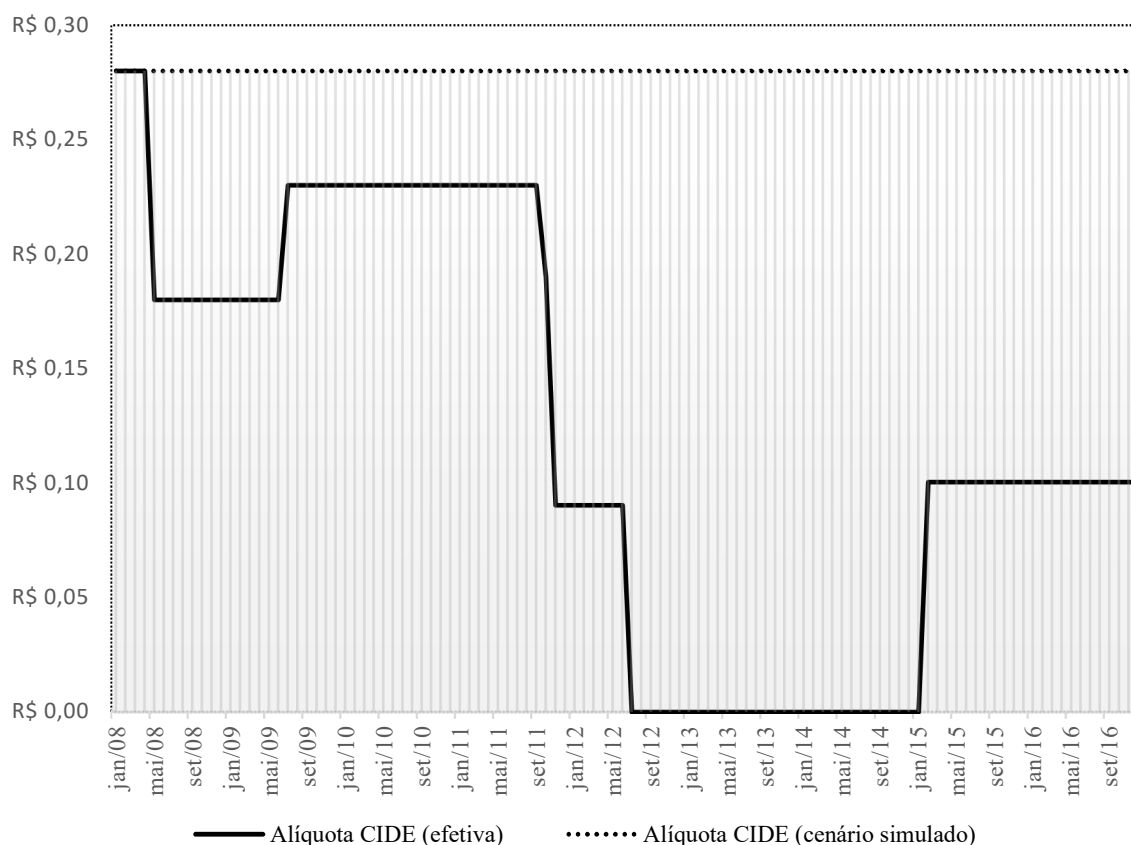
O art. 9º da Lei nº 10.336, de 2001, prevê que o Poder Executivo pode reduzir as alíquotas específicas de cada produto, bem como restabelecê-las até os limites acima definidos.

As Contribuições sobre a Intervenção sobre o Domínio Econômico são tributos regulatórios, utilizados como instrumento de política pública para determinadas situações que supostamente justificariam a intervenção do governo na economia de mercado. A União tem competência constitucional de instituir esse tributo para alguns produtos e o Poder Executivo Federal pode também estabelecer uma alíquota zero, a fim de cumprir algum objetivo da sua política econômica. Assim, nesse período recente a alíquota sofreu diversas variações, representando uma redução da alíquota quando comparada com aquela existente em Jan/2008<sup>3</sup>. O Gráfico 1 abaixo mostra a evolução do valor da CIDE-Combustíveis (em R\$ por litro de gasolina) no período em análise, bem como o cenário simulado em nosso estudo, o qual mantém a alíquota em R\$0,28 por litro.

---

<sup>3</sup> A CIDE-Combustíveis foi reduzida em 2008 pelo Decreto nº 6.446, de 2 de maio de 2008, assim como em 2011 pelos Decretos ns. 7.570, de 26 de setembro de 2011, e 7.591, de 28 de outubro de 2011, para compensar o aumento da gasolina A e o incremento do percentual de mistura do etanol anidro na gasolina C. A partir de 2012 esse tributo foi reduzido a zero até 2015, conforme Decreto nº 7.764, de 22 de junho de 2012. Posteriormente, o Decreto nº 8.395, de 28 de janeiro de 2015 eleva a CIDE-Combustíveis para R\$ 100,00 por m<sup>3</sup>. Informação obtida no sítio da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Anp): <http://www.anp.gov.br/?dw=59757>, acesso em 02/09/2016.

**Figura 1 - Alíquota da CIDE (em R\$/litro)**



Fonte: elaboração dos autores com base nos decretos do Poder Executivo.

## 2. Aspectos metodológicos

Como dito acima, para medir o impacto da redução da alíquota da CIDE-Combustíveis sobre o setor sucroalcooleiro no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2016 o primeiro passo foi admitir um cenário hipotético no qual se preserva a alíquota de R\$0,28 por litro existente em janeiro de 2008, conforme demonstrado no Gráfico 1. A partir desse ponto, admite-se outra premissa básica: o setor obterá uma receita hipotética diferente da receita real observada no período. Assim, o problema consiste basicamente em calcular a seguinte expressão:

$$Ganho\ potencial = Receita\ hipotética\ estimada - Receita\ real \quad (1)$$

Note que a receita hipotética estimada pode ser alterada tanto pela variação na quantidade quanto pela variação no preço do etanol. Segundo a teoria microeconômica, o preço de bens substitutos constitui uma variável exógena que influencia positivamente o lado da demanda em determinado mercado. No caso em estudo, isso significa que um aumento do preço da gasolina C

causaria um deslocamento (aumento) da demanda por etanol, com a correspondente queda no consumo da gasolina e aumento no consumo do etanol (efeito substituição). Além disso, para cada aumento do preço da gasolina, o setor sucroalcooleiro poderá reagir aumentando o preço do etanol em alguma proporção ou simplesmente não alterando seus preços. O efeito conjugado (efeito substituição e efeito preço) podem ser medidos do seguinte modo:

$$\Delta\%QT = (1 + \Delta\%Qc) * (1 + \Delta\%Qd) - 1 \quad (1)$$

O termo  $\Delta\%Qc$  representa a variação percentual na quantidade demanda por etanol em função da elasticidade cruzada;  $\Delta\%Qd$  a variação percentual na quantidade demanda por etanol em função da elasticidade preço da demanda; e  $\Delta\%QT$  a variação percentual total na quantidade demandada por etanol em função dos dois efeitos (efeito substituição e efeito preço).

Cada uma dessas variações pode ser obtida a partir de estimativas das respectivas elasticidades. Ou seja<sup>4</sup>:

$$\Delta\%Qc = Ec * \Delta\%P_G \quad (2)$$

$$\Delta\%Qd = Ep * \Delta\%P_E \quad (3)$$

Sendo  $Ec$  e elasticidade cruzada da demanda;  $\Delta\%P_G$  a variação observada no preço da gasolina (exógeno);  $Ep$  a elasticidade preço da demanda; e  $\Delta\%P_E$  a variação no preço da gasolina em função do ajuste concedido à gasolina.

Substituindo as expressões (2) em (3) na equação (1), obtemos:

$$\Delta\%QT = (1 + Ec * \Delta\%P_G) * (1 + Ep * \Delta\%P_E) - 1 \quad (4)$$

A expressão (4) nos fornece uma equação geral para medir os efeitos conjugados (cumulativos) tanto do deslocamento da demanda por etanol (efeito substituição), quanto dos deslocamentos ao longo da curva de demanda (efeito preço) decorrente de um eventual reajuste também no preço do próprio etanol.

Note que  $\Delta\%P_G$  é o choque exógeno em nossa análise, causado pela variação no preço da gasolina em decorrência das alterações na alíquota da CIDE-Combustíveis. As elasticidades

---

<sup>4</sup> Observe que a expressão (2) decorre do conceito de elasticidade cruzada da demanda e a expressão (3) decorre do conceito de elasticidade preço da demanda.

cruzada e preço da demanda são obtidas por estudos econométricos encontrados na literatura especializada. Assim, a variação total na quantidade demandada de etanol fica parametrizada em função da variação no preço do etanol,  $\Delta\%P_E$ , a qual depende da resposta do setor sucroalcooleiro em reação ao aumento de preço da gasolina.

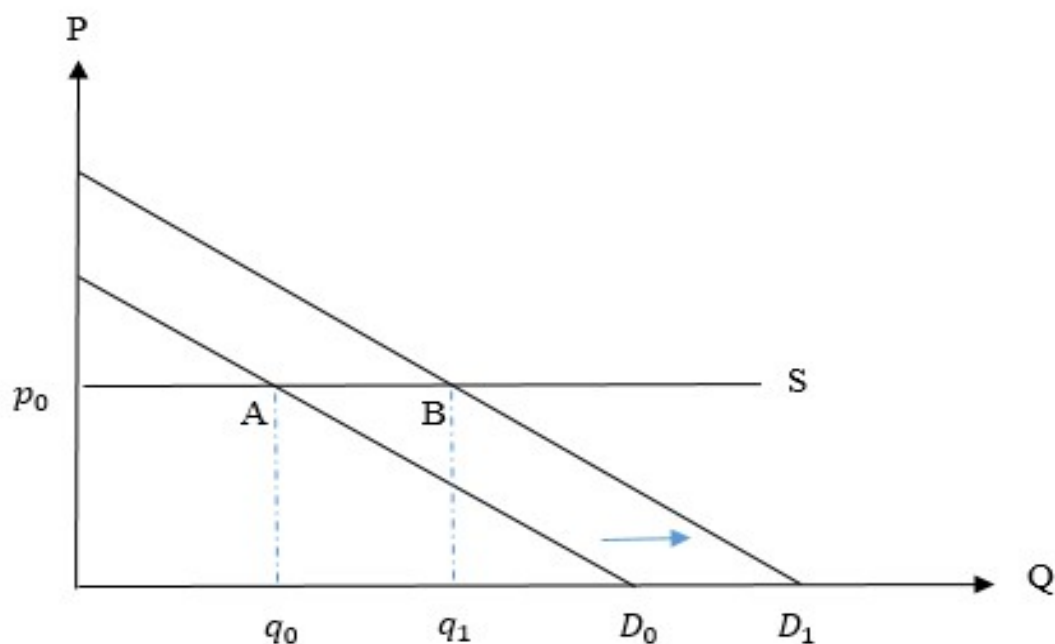
A rigor, a resposta do setor sucroalcooleiro dependerá da elasticidade da oferta, o que não foi possível obter nos estudos especializados sobre o assunto e também não fica explícita na expressão (4). Então, para contornar essa dificuldade, simulamos alguns casos extremos de elasticidade da oferta, bem como um caso intermediário de reajuste de preço do etanol para estimar intervalos para a receita hipotética desejada.

Um primeiro cenário considerado é o caso de uma oferta totalmente elástica, conforme demonstrada pela Figura 1 abaixo, cuja oferta é representada pela reta S, paralela ao eixo de quantidade  $Q^5$ . O aumento do preço da gasolina (bem substituto) desloca a curva de demanda por etanol para cima e para direita (deslocamento da curva  $D_0$  para  $D_1$ ). Na hipótese de uma demanda perfeitamente elástica, a firma manterá seu preço constante e irá absorver integralmente o deslocamento de demanda, o que é representado pelo movimento do ponto A para o ponto B, cuja variação na quantidade demandada será de  $q_0$  para  $q_1$  na Figura 1.

---

<sup>5</sup> Este cenário pode ser representado por uma situação na qual o setor sucroalcooleiro possua algumas condições de oferta específicas, tais como capacidade ociosa nas usinas, estoque do produto em abundância e disponibilidade de insumos (canavial).

**Figura 1 – Efeito de uma variação no preço da gasolina no mercado de etanol: o caso de uma oferta perfeitamente elástica.**



Fonte: Elaboração dos autores

Nesse caso, já que  $\Delta\%P_E = 0$ , a expressão (4) fica reduzida para:

$$\Delta\%QT = Ec * \Delta\%P_G \quad (5)$$

Assim, geometricamente, sabe-se também que a receita real da indústria sucroalcooleira consiste na área formada pelo retângulo  $p_0Aq_00$  na Figura 1. De outra maneira, seria obtida multiplicando a quantidade  $q_0$  pelo preço  $p_0$ . De forma análoga, a receita hipotética (na presença de qualquer aumento do preço da gasolina) seria obtido pela área formada pelo retângulo  $p_0Bq_10$ . Alternativamente, pela multiplicação da quantidade  $q_1$  pelo preço  $p_0$ . Em síntese, o ganho potencial da indústria (incremento na receita) é dado pela seguinte expressão:

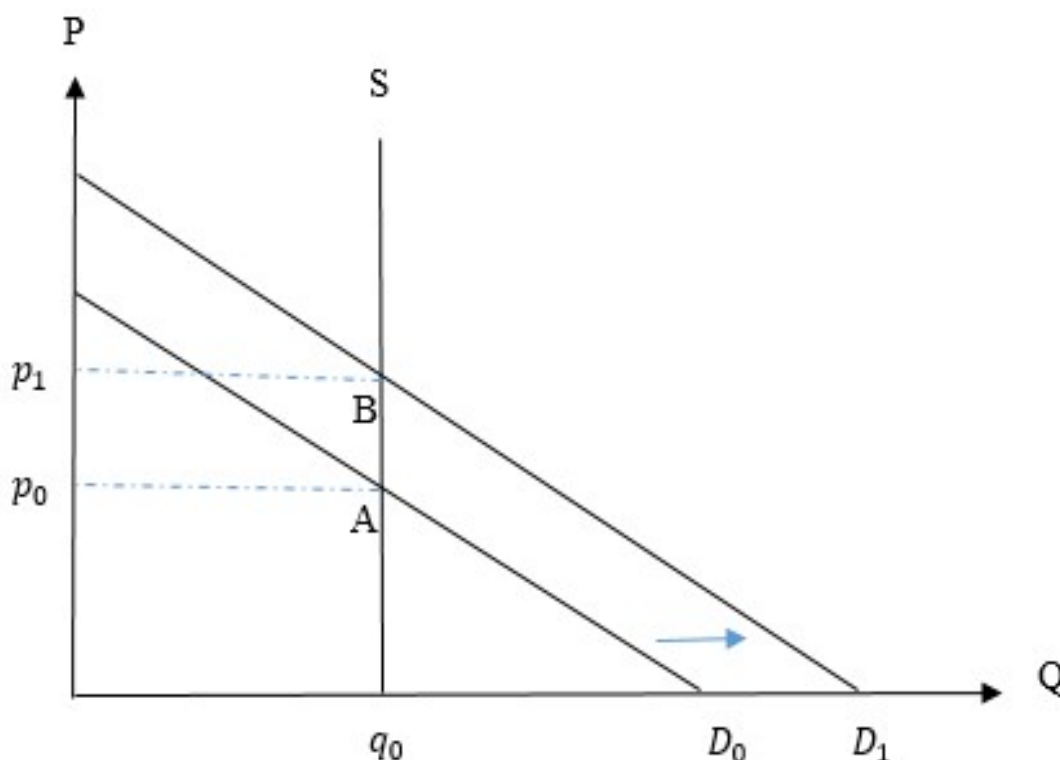
$$GP = p_0 \times (q_1 - q_0) \quad (6)$$

Note que essa expressão representa a diferença entre receita estimada e receita real dada pela expressão (1).

Noutro extremo, existe o cenário de uma oferta totalmente inelástica, conforme Figura 2<sup>6</sup>. Nesse caso, a firma promoveria um ajuste no preço de  $p_0$  para  $p_1$ , permanecendo constante a quantidade  $q_0$ . Assim, o ganho potencial é obtido do seguinte modo:

$$GP = (p_1 - p_0) q_0 \quad (7)$$

**Figura 2 – Efeito de uma variação no preço da gasolina no mercado de etanol: o caso de uma oferta totalmente inelástica.**



Fonte: Elaboração dos autores

Para encontrar a variação  $(p_1 - p_0)$  acima, recorreremos mais uma vez à expressão (4). Nesse caso, se  $\%QT = 0$ , obtemos:

$$\Delta\%P_E = \frac{-E_c}{E_p} * \frac{\Delta\%P_G}{1 + E_c\Delta\%P_G} \quad (8)$$

Por fim, cenários intermediários poderiam ser considerados, tais como aquele demonstrado pela Figura 3, com elasticidade preço da oferta unitária. Nesse caso, se  $E_s = 1$ , a

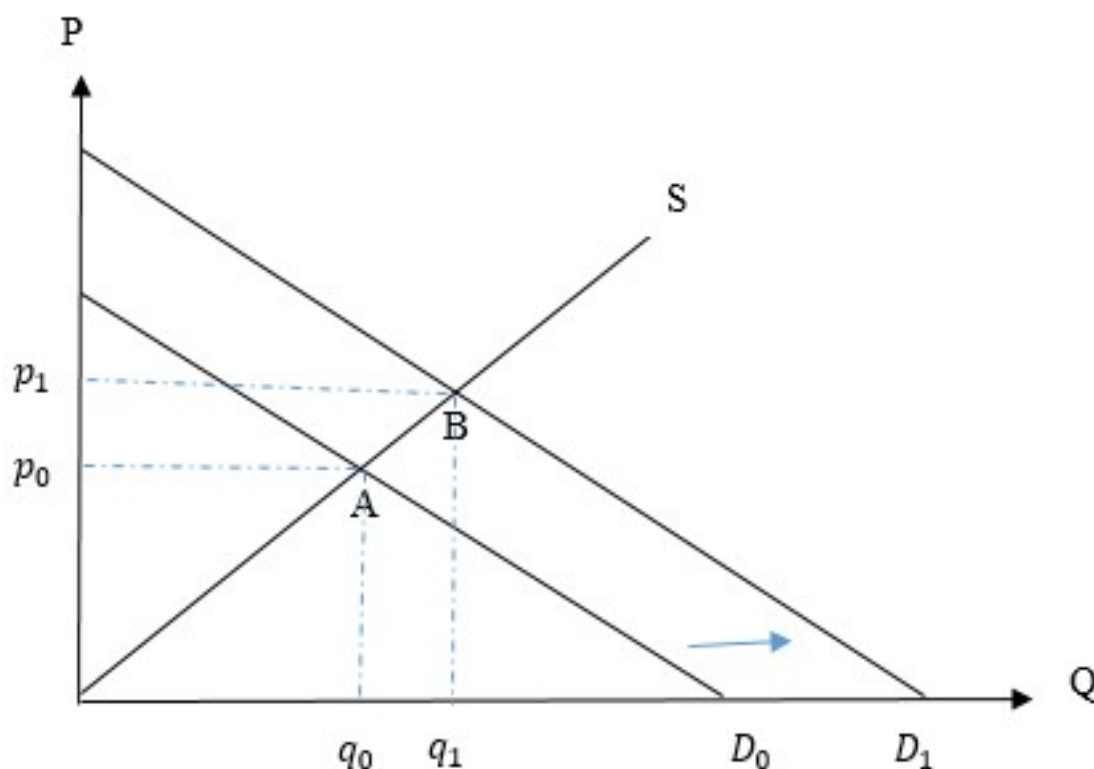
<sup>6</sup> Ao contrário, este cenário pode ser representado por uma situação na qual o setor sucroalcooleiro não tem condições de aumentar a oferta no curto prazo. As fábricas estariam sem capacidade ociosa, não haveria cana-de-açúcar (insumo) disponível no mercado e nem estoque de produtos acabados.



variação  $\Delta\%QT$  será igual à varia  $\Delta\%P_E$  e conseqüentemente obtemos, a partir da equação (4), a seguinte expressão para  $\Delta\%QT$ :

$$\Delta\%QT = \Delta\%P_E = \frac{E_c * \Delta\%P_G}{1 - E_p(1 + E_c\Delta\%P_G)} \quad (9)$$

**Figura 3 – Efeito de uma variação no preço da gasolina no mercado de etanol: o caso de uma oferta com elasticidade intermediária**



Fonte: Elaboração dos autores

Da expressão (9) obtemos o  $p_1$  e  $q_1$  e conseqüentemente o ganho potencial é dado por:

$$GP = (p_1q_1) - (p_0q_0) \quad (11)$$

Desse modo, obtém-se três resultados distintos, um para cada cenário de oferta. A dificuldade aqui é que tais valores podem ter uma amplitude muito grande em função de estarmos considerando cenários extremos, nos quais as condições de oferta seriam muito distintas.

Intuitivamente parece convidativo arriscar que um cenário de oferta inelástica no curto prazo estaria mais próximo da realidade<sup>7</sup>. No entanto, esta afirmativa carece de evidências.

Para contornar essa dificuldade, estimamos um processo estocástico que demonstre a variação do preço do etanol em função de seu próprio preço, do preço da gasolina e do preço do açúcar. Assim, a variação no preço do etanol,  $\Delta\%P_E$ , é estimada a partir de dados reais observados e não apenas deduzida analiticamente das condições de oferta. Inicialmente o seguinte modelo geral foi estimado:

$$\log(Pe_t) = \beta_0 + \beta_1 \log(Pg_t) + \beta_2 \log(Pg_{t-1}) + \beta_3 \log(Pg_{t-2}) + \beta_4 \log(Pa_{t-1}) + \beta_5 \log(Pe_{t-1}) + \beta_6 \log(Pe_{t-2}) + \varepsilon_t \quad (12)$$

Sendo:  $Pe_t$  o preço do etanol no período  $t$ ; e  $Pe_{t-1}$  e  $Pe_{t-2}$  suas respectivas defasagens temporais;  $Pg_t$  é o preço da gasolina e  $Pg_{t-1}$ ,  $Pg_{t-2}$  suas respectivas defasagens;  $Pa_{t-1}$  é o preço do açúcar com uma defasagem temporal; os termos  $\beta_0, \beta_1, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ , e  $\beta_6$  são os parâmetros a serem estimados e  $\varepsilon_t$  é o erro estocástico supostamente com média zero e variância constante.

O formato *log-log* foi usado para garantir que os coeficientes sejam interpretados em termos de variação percentual em função de outra variação percentual. A quantidade ótima de defasagens do preço do etanol e da gasolina foi determinada *ad hoc*, através de testes de significância e de adição de poder explicativo ao modelo, segundo os critérios Akaike e Schwartz. Já o preço do açúcar foi considerado com uma defasagem *a priori*, tendo em vista que se trata de um fator que afetaria o mercado de etanol num elo da cadeia anterior ao das vendas. Todavia, mais defasagens do preço de açúcar não seriam estatisticamente significantes e não adicionariam poder explicativo ao modelo.

Conforme será detalhando adiante (na discussão dos resultados), os coeficientes estimados são estatisticamente significantes de acordo com os testes t e F e o coeficiente de determinação é bastante alto. Contudo, o modelo apresenta características de regressão espúria, o que foi confirmado nos testes de estacionariedade (teste Dickey-Fuller e análise do correlograma). Ou seja, os testes indicaram que todas as séries de preço apresentam raiz unitária (são não estacionárias).

---

<sup>7</sup> No curto prazo é bastante razoável supor que a firma (usina de cana) não tenha condições de aumentar sua produção rapidamente, especialmente porque seu estoque de matéria prima (cana de açúcar) só poderia ser aumentado no próximo ano safra.

Nesses casos, o indicado é estimar um modelo de co-integração com a inclusão do Mecanismo de Correção de Erros (MCE). Para tanto, os resíduos do modelo inicial (equação 12) foram salvos e utilizados como um MCE em um novo modelo, a saber:

$$\begin{aligned} \Delta \log(Pe_t) = & \beta'_1 \Delta \log(Pg_t) + \beta'_2 \Delta \log(Pg_{t-1}) + \beta'_3 \Delta \log(Pg_{t-2}) + \beta'_4 \Delta \log(Pa_{t-1}) \\ & + \beta'_5 \Delta \log(Pe_{t-1}) + \beta'_6 \Delta \log(Pe_{t-2}) + \beta'_7 MCE_{t-1} + u_t \end{aligned} \quad (13)$$

Sendo:  $MCE_t$  o Mecanismo de Correção de Erro,  $\Delta$  é o operador da primeira diferença das variáveis,  $\beta'_0, \beta'_1, \beta'_3, \beta'_4, \beta'_5, \beta'_6, e \beta'_7$  são os novos parâmetros a serem estimados e  $u_t$  o novo erro do modelo, com média zero e variância constante.

A equação acima indica que o preço do etanol depende, como antes, das variações do preço do próprio etanol, da gasolina e do preço do açúcar. No entanto, além disso, agora depende também do termo de erro de equilíbrio medido pelo  $MCE_t$ . Vale dizer que o  $MCE_t$  é uma série estacionária, em consonância com a hipótese de co-integração, segundo a qual séries não estacionárias podem ter uma relação linear estacionária de longo prazo.

Os dados utilizados no presente estudo foram os seguintes:

- Vendas de etanol hidratado realizado pelas distribuidoras em todo o País (em m<sup>3</sup> ou 1.000 litros);
- Preço de revenda do etanol hidratado no Brasil (R\$/litro);
- Preço de revenda da gasolina C no Brasil (R\$/litro);
- Preço do açúcar Cristal em São Paulo (R\$/sacas de 50 kg);
- Elasticidade cruzada da demanda do Etanol em relação à Gasolina.
- Elasticidade preço da demanda do Etanol.

Os dados são mensais e compreendem o período entre janeiro de 2008 e dezembro de 2016. Em particular, os dados de venda e preços (do etano e da gasolina C no Brasil) foram obtidos no banco de estatísticas disponibilizado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Já para o preço do açúcar foi utilizada a cotação calculada pela CEPEA/ESALQ e disponível no terminal Bloomberg<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Há muitas cotações de açúcar disponíveis, por tipo e localidade, mas elas são altamente correlacionadas e não há disponibilidade de um índice geral.

Para as medidas das elasticidades recorreremos a vários estudos econométricos, cujo resultados estão resumidos na Tabela 1 abaixo. Assim, empregamos a média desses resultados encontrados por diversos autores.

**Tabela 1 - Elasticidades preço da demanda e elasticidade cruzada do etanol**

<b>Estudos</b>	<b>Elasticidade-preço da demanda</b>	<b>Elasticidade cruzada da demanda</b>
Pontes (2009)	-0,93	1,37
Serigati, Correia e Perosa (2010)	-2,18	1,98
Farina et al. (2010)	-1,23	1,45
Freitas e Kaneko (2011)	-1,41	0,95
Santos e Faria (2012)	-1,11	1,27
Santos (2013)	-1,25	1,18
Cardoso e Bittencourt (2013) <sup>9</sup>	-1,42	0,81
Média	-1,36	1,29
Desvio- Padrão	0,40	0,38

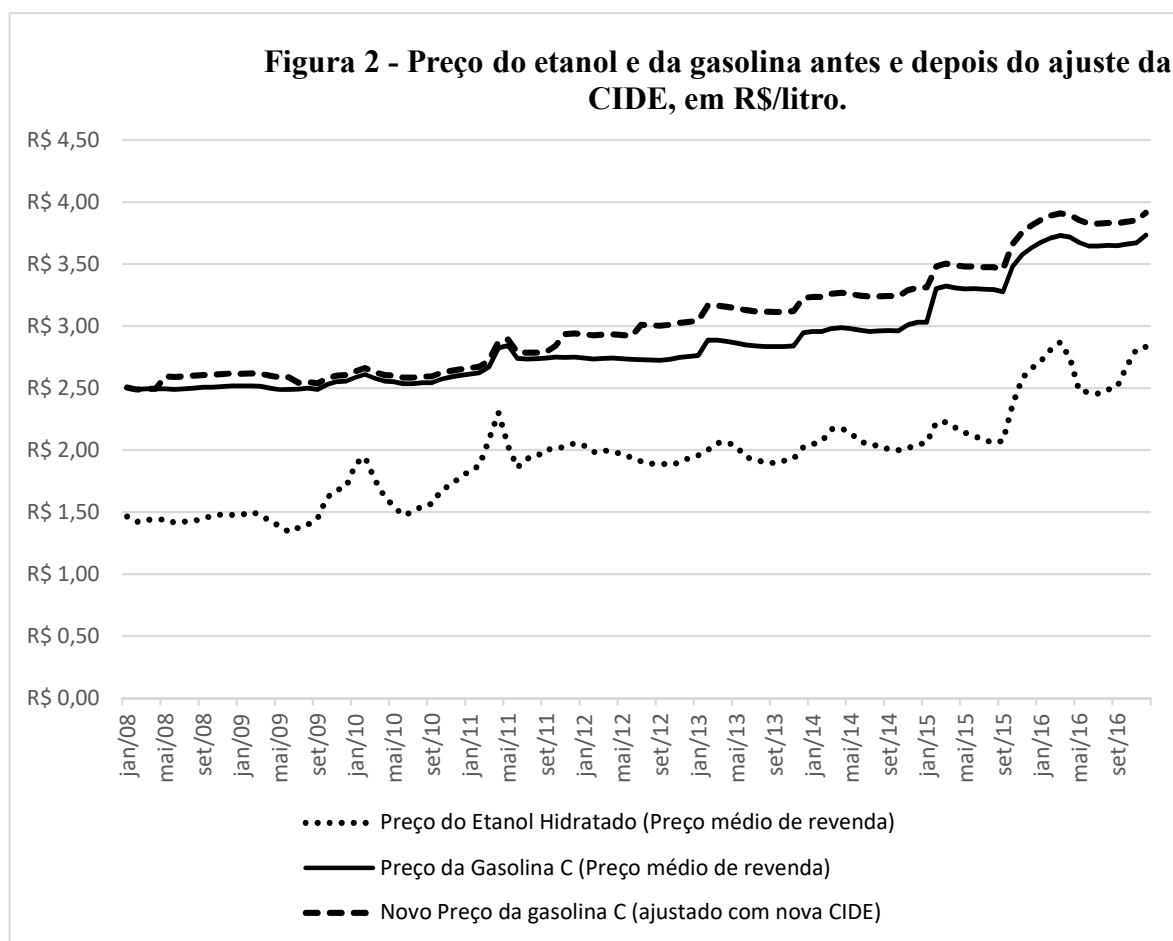
Fonte: Elaboração dos autores com base nos estudos citados

### 3. Resultados

#### 3.1 Resultados dos 3 cenários hipotéticos para oferta

Esta primeira subseção apresenta os resultados dos 3 cenários acima considerados: (i) oferta totalmente elástica; (ii) oferta com elasticidade unitária; e (iii) oferta totalmente inelástica. Antes de mostrar esses resultados, a Figura 2 abaixo mostra a evolução das séries de preços da gasolina e do etanol observados nos postos de revenda, bem como o novo preço da gasolina em nosso cenário com a manutenção da CIDE-Combustíveis em R\$0,28 por litro. Uma primeira observação é que a série do preço do etanol segue uma trajetória similar à trajetória da gasolina, cuja proporção média observada foi na ordem de 0,67 (preço do etanol/preço da gasolina).

<sup>9</sup> CARDOSO, Leonardo Chaves Borges; e BITTENCOURT, Maurício Vaz Lobo. Mensuração da elasticidade-preço da demanda, cruzada e renda no mercado de etanol brasileiro: um estudo usando painéis cointegrados. RESR, Piracicaba-SP, Vol. 51, Nº 4, p. 765-784, Out/Dez 2013.



Fontes: Elaboração dos autores, com base nos dados da ANP (Gasolina C no Brasil); Bloomberg (Gasolina no varejo americano) e Banco Mundial (cotação do preço do petróleo).

A Tabela 2 abaixo resume os resultados de nossas estimativas para os três cenários. A segunda coluna apresenta a renda anual obtida (observada) pelo setor sucroalcooleiro, a preços de dezembro de 2016, atualizados pelo IPCA. Ao longo desses anos, o setor faturou na ordem de R\$ 313 bilhões, o que representa uma média de R\$ 34,7 bilhões por ano. Na hipótese de uma oferta totalmente elástica, a manutenção da CIDE-Combustíveis aos níveis de janeiro de 2008 (R\$0,28/litro) teria gerado um incremento de R\$ 20,9 bilhões, o que representa um incremento médio de 6,7% na renda efetivamente realizada. No caso de a oferta ter elasticidade unitária, o ganho seria de R\$ 17,2 bilhões (5,5% de aumento) e para uma oferta totalmente inelástica seria de R\$ 14,2 bilhões (4,5% de aumento).

**Tabela 2 - Ganho potencial do setor sucroalcooleiro com manutenção da Cide em R\$0,28, em diferentes cenários de oferta**

Anos	Renda real observada (R\$ milhões/ano) *	Incremento estimado na renda (% da renda observada)		
		Oferta totalmente elástica	Oferta com elasticidade unitária	Oferta totalmente inelástica
2008	32.466	3,6%	3,0%	2,5%
2009	39.455	3,8%	3,1%	2,7%
2010	38.223	2,5%	2,1%	1,8%
2011	31.065	3,5%	2,9%	2,5%
2012	26.112	11,1%	9,0%	7,3%
2013	29.718	12,6%	10,2%	8,3%
2014	32.448	12,1%	9,8%	8,0%
2015	44.225	7,2%	6,0%	4,9%
2016	39.309	6,3%	5,2%	4,4%
<b>Média</b>	<b>34.780</b>	<b>6,7%</b>	<b>5,5%</b>	<b>4,5%</b>
<b>Total</b>	<b>313.020</b>	<b>20.972</b>	<b>17.207</b>	<b>14.166</b>

Fonte: elaboração dos autores, com base nos dados da ANP.

Nota: (\*) a preços de dezembro de 2016.

De acordo com esses resultados, a manutenção da alíquota *ad-rem* da CIDE-Combustíveis em R\$ 0,28 por litro traria um incremento na renda do setor sucroalcooleiro entre 4,5% e 6,7% de seu faturamento observado. Note que os maiores incrementos estariam entre 2012 e 2014, exatamente quando a alíquota dessa contribuição foi zerada.

### **3.2 Resultados do processo estocástico para variação dos preços do etanol**

Tendo em vista que as variáveis do modelo a ser estimado (equação 12) possuem fortes componentes sazonais, as mesmas foram dessazonalizadas utilizando a metodologia X-12 ARIMA, disponibilizada no software Gretl.

Como dito acima, os coeficientes estimados da equação 12 são estatisticamente significantes de acordo com os testes t e F e o coeficiente de determinação é bastante alto. Contudo, o modelo apresenta características de regressão espúria, o que foi confirmado pelos testes de estacionariedade (teste Dickey-Fuller e análise do correlograma). Ou seja, os testes indicaram que todas as séries de preço apresentam raiz unitária (são não estacionárias).

Nesses casos, a solução foi estimar um modelo de co-integração com a inclusão do Mecanismo de Correção de Erros (MCE). Para tanto, os resíduos do modelo inicial (equação 12) foram salvos e utilizados como um MCE em um novo modelo, expresso pela equação (13). O

MCE é uma série estacionária,  $I(0)$ , conforme verificado pelo teste Dickey-Fuller Aumentado. Os resultados das estimativas da equação (13) estão apresentados na Tabela 3 abaixo.

**Tabela 3: Resultados do MQO, usando as observações fev/2008 a dez/2016 (T = 108)**

Variável dependente: variação % do preço do etanol $\Delta Pe_t$				
<i>Variáveis explicativas</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>
$\Delta \log(Pg_t)$	1,3339	0,1728	7,7180	<0,0001 ***
$\Delta \log(Pg_{t-1})$	-1,5145	0,3876	-3,9076	0,0002 ***
$\Delta \log(Pg_{t-2})$	0,8083	0,2587	3,1247	0,0023 ***
$\Delta \log(Pa_{t-1})$	0,0756	0,0328	2,3021	0,0234 **
$\Delta \log(Pe_{t-1})$	0,9148	0,2544	3,5963	0,0005 ***
$\Delta \log(Pe_{t-2})$	-0,3539	0,1097	-3,2271	0,0017 ***
$MCE_{t-1}$	-0,8154	0,2646	-3,0812	0,0027 ***
R-quad. não-centrado	0,552284	R-quadrado centrado	0,531365	
F(7, 100)	17,62227	P-valor(F)	4,85E-15	
Crítério de Schwarz	-483,6017	Crítério de Akaike	-502,3115	
		Durbin-Watson	1,907989	

Note que o modelo apresentou, em geral, bom grau de ajuste. O coeficiente de determinação está mais realista, cerca de 53%. Note também que todos os coeficientes são estatisticamente significantes. O modelo não apresenta problema de autocorrelação segundo os testes Durbin-Watson ou Breusch-Godfrey.

O modelo apresenta heterocedasticidade, conforme detectada pelos testes White e de Breusch-Godfrey, bem como o exame dos fatores de inflação da variância (FIV) indicam que a primeira defasagem da variável dependente pode causar um problema de multicolinearidade no modelo<sup>10</sup>. No entanto, como explica a literatura, esses problemas perturbam os erros-padrão da regressão, o que pode afetar os testes de significância (mas não os parâmetros)<sup>11</sup>. Para certificarmos da potencialidade desses problemas, estimamos novamente a regressão usando a

<sup>10</sup> A única variável que apresentou FIV elevado (igual a 14,48) foi o preço do etanol com uma defasagem. No entanto, retirar essa variável do modelo nos pareceu bastante inapropriado exatamente pelo potencial de gerar outros problemas, especialmente relacionados com a má especificação do modelo. Como a multicolinearidade não gera estimadores viesados, considera-se que a estratégia adotada é a menos problemática.

<sup>11</sup> Nesse caso, um erro padrão inflado tende a gerar estatística  $t$  também inflada, o que pode nos levar a rejeitar a hipótese nula de um coeficiente igual a zero, quando na verdade ele seria de fato estatisticamente igual a zero.

metodologia com erros-padrão robustos (HAC) <sup>12</sup> disponível no software Gretl. Os resultados demonstraram que, mesmo na presença de heterocedasticidade e autocorrelação, os estimadores permanecem significantes. Sendo assim, não há que se preocupar com esses problemas dentro de nossos propósitos aqui.

O sinal MCE é negativo e entre 0 e -1, como se espera a teoria. Assim, havendo um desvio na relação entre as variáveis do modelo, 81,5% desse desvio será corrigido em cada período começando do próximo. Logo, a correção total do desvio acontecerá depois de 2 períodos.

O modelo indica ainda que existe forte inércia no comportamento de preços de etanol, medido pelas defasagens da variável dependente, cujos coeficientes somam 0,56%. O coeficiente relativo ao preço do açúcar é estatisticamente significativo, mas numericamente baixo, na ordem de 0,07%.

Por fim, os três primeiros coeficientes (de nosso maior interesse aqui), relacionam o preço do etanol com o preço defasado da gasolina de forma significativa e indicam que o mercado de etanol pode levar até três meses para encontrar um novo preço de equilíbrio em relação ao preço da gasolina. Assim, num primeiro momento, o multiplicador de impacto da gasolina, isto é, o coeficiente relativo ao preço da gasolina no presente, é alto (1,3339). Nesse contexto, um aumento de 1% no preço da gasolina deve causar um aumento mais do que proporcional no preço do etanol no mesmo mês. No entanto, os preços continuam sendo ajustados nos dois meses seguintes, mitigando o impacto inicial. O multiplicador total, dado pela soma dos coeficientes do presente e das defasagens, aponta para uma correção final de 0,63% no preço do etanol dado 1% de variação no preço da gasolina. Ou seja:

$$(14) \quad \beta_T = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1,3339 - 1,5145 + 0,8083 = 0,63$$

Este é o percentual utilizado para calcular a variação do preço do etanol em função do preço da gasolina. Então, para cada mês a seguinte variação foi calculada:

$$(15) \quad \Delta\%Pe_t = 0,63\Delta\%Pg_t$$

---

<sup>12</sup> Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Standard Errors (HAC). Basicamente esta metodologia penaliza o erro-padrão das estimativas.



Da expressão (9) obtemos o  $p_1$  e  $q_1$  e conseqüentemente o ganho potencial é calculado pela equação (11). Por esse procedimento, o ganho total no período (jan/2008 a dez/2016) é de R\$ 16.279 bilhões (a preços de dez/2016), exatamente entre os dois resultados apresentados pelas duas últimas colunas da Tabela 2. Este resultado confirma nossa intuição inicial de que a oferta tende a se comportar de forma mais inelástica no curto prazo em razão dos fatores já discutidos.

#### 4. Considerações finais

O presente trabalho estimou o incremento da renda para o setor sucroalcooleiro supondo a manutenção da alíquota da CIDE-Combustíveis em R\$ 0,28 por litro cobrada sobre a gasolina, alíquota vigente em janeiro de 2008. O cálculo do suposto benefício foi realizado entre aquela data e dezembro de 2016.

Na presença de um incremento da alíquota da CIDE-Combustíveis sobre a gasolina, o estudo estima o impacto no mercado de etanol considerando um efeito substituição (deslocamento da demanda da gasolina para o etanol) e um efeito preço (redução da demanda do etanol em decorrência do aumento do preço do próprio etanol). Para calcular esses efeitos conjugados (acumulados) consideramos uma elasticidade cruzada da demanda de 1,29 e uma elasticidade preço da demanda de -1,36, cujos valores representam uma média dos resultados encontrados na literatura especializada.

No período analisado o setor obteve um faturamento bruto na ordem de R\$ 313 bilhões. Se a CIDE-Combustíveis tivesse sido mantida em R\$0,28 por litro ao longo desse período, o setor teria obtido um incremento na renda na ordem de R\$ 20 bilhões; R\$ 17,2 bilhões e R\$ 14,2 bilhões, dependendo de a elasticidade da oferta ter sido, respectivamente, perfeitamente elástica, com elasticidade unitária ou perfeitamente inelástica. Tal aumento corresponderia, respectivamente, a um aumento de 6,7%, 5,5% e 4,5% na renda do setor.

As estimativas acima foram realizadas supondo cenários *ad hoc* sobre as condições de elasticidade da oferta. Para contornar essa limitação, estimamos um processo estocástico que explica a variação do preço do etanol em função do preço da gasolina, do preço do açúcar e do próprio etanol defasado. Nesse caso, o ganho potencial do setor seria na ordem de R\$ 16,3 bilhões, o que corresponde a um incremento em torno de 5,2% na renda observada.

Embora este estudo tenha o simples propósito de estimar esses supostos benefícios, é preciso ponderar alguns aspectos. Em primeiro lugar, ressalte-se que tais benefícios não

constituem direito líquido e certo do setor que estão deixando de ser apropriados pelos *players* desse mercado. De outro modo, representariam, em realidade, transferência de recursos do setor de combustíveis fósseis para o setor sucroalcooleiro. Se essa transferência de recursos entre tais setores aumenta ou não o bem-estar da sociedade é outra questão que foge dos objetivos desse trabalho.

Além disso, saliente-se também que a incidência de um tributo apenas na gasolina sem a correspondência exata no etanol representa um tratamento diferenciado entre produtos que estão num mesmo mercado relevante. Do ponto de vista regulatório, é preciso compreender que tal medida representa distorções significativas no mercado e que precisam ser consideradas na formulação de políticas públicas, sendo necessárias justificativas dessa intervenção para compensar eventuais custos causados ao setor não contemplado pelo benefício.

### **Bibliografia Consultada**

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 - RESR*, Piracicaba-SP, v. 51, n. 4, 2014.

FARINA, E. M. M. Q., VIEGAS, C., PEREDA, P. e GARCIA, C. Mercado e concorrência do etanol. In: SOUZA, E. L. e MACEDO, I. C. (Org.). *Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no future da matriz energética*. São Paulo: ÚNICA, 2010.

FREITAS, L. C. e KANEKO, S. Ethanol demand under the flex-fuel technology regime in Brazil. *Energy Economics*, v. 33, n. 6, 2011.

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

SANTOS, G. F.; FARIA, W. R. Spatial Panel Data Models and Fuel Demand in Brazil. *Texto para Discussão Nereus 10-2012*, Universidade de São Paulo. 2012.

SERIGATI, F. C., CORREIA, L. B. e PEROSA, B. B. O impacto dos veículos flex-fuel sobre o mercado de combustíveis no Brasil. In: *XLVIII Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010, Tecnologias, Desenvolvimento e Integração Social*. Campo Grande, MS. 2010.