

BRUNO MACIEL VON RANDOW

OS DETERMINANTES DA OFERTA E DA DEMANDA DE ETANOL NOS ESTADOS
BRASILEIROS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

BRUNO MACIEL VON RANDOW

OS DETERMINANTES DA OFERTA E DA DEMANDA DE ETANOL NOS ESTADOS
BRASILEIROS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada em: 31 de Março de 2011

Prof.: Francisco Carlos da Cunha Cassuce

Prof.: Eryl Cardoso Teixeira

Prof^a.: Rosa Maria Olivera Fontes
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais, que sempre me apoiaram e possibilitaram que eu chegasse onde estou hoje.

Agradeço também a todos os professores que de alguma forma contribuíram para os conhecimentos adquiridos durante a faculdade e no mestrado, além das importantes contribuições dos professores Rosa, Eloy e Leonardo para este trabalho.

Aos meus amigos de curso, Aline, Daiana, Juliana, Mirian, Marcelo, Jefferson, Nei, Ednando e Rodrigo, muito obrigado por tornar esta longa caminhada mais leve e agradável.

E um agradecimento especial para minha namorada, Camila, que sempre me apoiou, ajudou e, principalmente, me aguentou nos momentos mais difíceis.

Muito obrigado a todos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE QUADROS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.2. O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA.....	7
1.3. OBJETIVOS	9
1.3.1. Objetivo geral.....	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
2. REVISAO DE LITERATURA.....	10
2.1. A ESTRUTURA DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL.....	10
2.2. O PERFIL DE CONSUMO DO ETANOL.....	16
3. METODOLOGIA	23
3.1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
3.1.1. Função de demanda.....	23
3.1.2. Elasticidade da demanda	24
3.1.3. Função de oferta.....	25
3.1.4. Equilíbrio das curvas de oferta e demanda: o modelo de teia de aranha..	27
3.2. MODELO ECONOMETRICO	30
3.3. MÉTODO DE ESTIMAÇÃO	32
3.3.1. Modelo de equações simultâneas	32
3.3.2. Modelo de dados em painel.....	35
3.3.3. Modelo de equações simultâneas em dados em painel	38
3.4. FONTES E TRATAMENTOS DOS DADOS.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5. CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
APÉNDICE A – BASE DE DADOS UTILIZADA NAS ESTIMAÇÕES.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção e exportação de etanol e açúcar - 2000 a 2008	5
Tabela 2: Contribuição da atividade de fabricação de álcool para o valor da transformação industrial real do setor de fabricação de combustíveis no Brasil – 2001 a 2008 – em R\$ 1.000.000,00	8
Tabela 3: Produção e ranking dos principais estados produtores de etanol - 2001 e 2009	13
Tabela 4: Principais estados consumidores de etanol, 2001, 2005 e 2009 e sua participação % na frota de veículos e comerciais leves em circulação em 2009.	21
Tabela 5: Resultados dos testes de simultaneidade, Chow, Hausman, Wald Modificado para heterocedasticidade em grupo e Wooldridge para autocorrelação em painel para as equações de oferta e demanda de etanol.....	46
Tabela 6: Função de demanda de etanol estimada para todos os estados	48
Tabela 7: Função de oferta de etanol estimada para todos os estados	49
Tabela 8: Função de oferta de etanol estimada para os estados produtores.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Preço médio real do etanol e da gasolina – R\$/l – julho/2001 a dezembro/2009.	4
Figura 2: Evolução da produção de etanol anidro e hidratado no Brasil – safra 90/91 a 08/09	11
Figura 3: Distribuição espacial das usinas de etanol no Brasil – 2009.....	14
Figura 4: Logística de distribuição do etanol no Brasil	15
Figura 5: Série histórica do consumo final de gasolina e etanol – 1970 a 2009 – em 1.000 m ³	19
Figura 6: Vendas de veículos novos à gasolina, etanol e bicombustíveis, 1979 a 2009.	20
Figura 7: Preço relativo médio para os estados produtores e não produtores de etanol – 2001 a 2009.....	22
Figura 8.a: Trajetória temporal alternada convergente.....	29
Figura 8.b: Trajetória temporal alternada divergente.....	29
Figura 8.c: Trajetória temporal alternada divergente.....	30
Figura 9: Preço real médio do etanol ao consumidor e ao produtor – 2001 a 2009.	45
Figura 10: Preço nominal médio ao consumidor nos maiores estados produtores de etanol e média do resto do país.	50
Figura 11: Participação percentual do etanol no total consumido de combustíveis por veículos leves nos estados produtores e não produtores de etanol – 2001 a 2009.	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Percentual de adição obrigatório de etanol anidro à gasolina	41
--	----

RESUMO

VON RANDOW, Bruno Maciel, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2011, **Os determinantes da oferta e da demanda de etanol nos estados brasileiros**. Orientadora: Rosa Maria Olivera Fontes. Co-orientadores: Eloy Alves Filho e Leonardo Bornacki de Mattos.

Nos últimos 30 anos observou-se um movimento mundial em busca do desenvolvimento de fontes de energia que pudessem reduzir a dependência dos derivados de petróleo. Por isto, os biocombustíveis, em especial o etanol, têm ganhado destaque no cenário energético mundial. No Brasil, após o PROÁLCOOL, e mais recentemente, dos veículos bicombustíveis, o etanol tem consolidado sua posição de concorrente da gasolina no mercado de combustíveis para veículos leves. Este trabalho teve como objetivo estimar os determinantes da oferta e da demanda de etanol para os estados brasileiros no período de 2001 a 2008. Dado que, pela teoria econômica, preço e quantidade são determinados simultaneamente pelo equilíbrio das curvas de oferta e demanda, e visto que os dados referem-se a mais de um estado ao longo de 8 anos, o modelo foi estimado por meio de um painel simultâneo. Os resultados encontrados demonstraram que não há simultaneidade na determinação do preço e das quantidades demandadas e ofertadas (oferta defasada em um período) de etanol no período analisado. As estimativas indicaram que a demanda do etanol é preço-elástica. Confirmou-se a hipótese de que gasolina e etanol devem ser tratados como substitutos imperfeitos, além da elasticidade renda positiva e menor do que 1, demonstrar que o etanol é um bem normal. Demonstrou-se também a importância do crescimento da frota de veículos para o aumento da demanda de etanol. Confirmou-se ainda a hipótese de diferenças nas elasticidades entre os estados não produtores e produtores de etanol. Devido à forte concentração da produção na região Centro-Sul do país, estimou-se a oferta apenas para os 7 maiores produtores nacionais, encontrando resultados coerentes com a teoria econômica. Assim como a demanda, a oferta de etanol se mostrou preço-elástica no curto prazo, embora tenha sido preço-inelástica no longo prazo. Para os preços do açúcar e da cana-de-açúcar, e para a oferta de etanol anidro, o sinal negativo encontrado foi o esperado pela teoria, sendo o etanol anidro o principal concorrente do etanol hidratado apontado pelo modelo.

ABSTRACT

VON RANDOW, Bruno Maciel, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2011, **The determinants of supply and demand of ethanol fuel in brazilian states.** Adviser: Rosa Maria Olivera Fontes. Co-Advisers: Eloy Alves Filho and Leonardo Bornacki de Mattos.

Over the past 30 years, there was a global movement seeking to develop energy sources that could reduce the dependence of petroleum products. In this sense, biofuels, especially ethanol, have gained prominence in the world energy market. In Brazil, after PROÁLCOOL, and more recently, dual-fuel vehicles, the ethanol has been established as a competitor for gasoline in the light vehicles' fuel market. This study searches to estimate the determinants of supply and demand of ethanol for the Brazilian states from 2001 to 2008. Since the economic theory dictates that price and quantity are defined simultaneously on the equilibrium of demand and supply curves, and also that the data used refers to more than one state over eight years, a simultaneously panel data model was estimated. The results shown that there is no simultaneity in the determination of price and quantities demanded and supplied (lagged in one period) of ethanol. Estimates indicate that the demand for ethanol is price elastic and that ethanol and gasoline has to be considered imperfect substitutes. Due to the less than 1 and positive coefficient, it also shown that ethanol has to be considered a normal good. It was confirmed the importance of the growing fleet of vehicles for the growth of ethanol demand and the hypothesis of the price elasticities has changed after the introduction of dual-fuel vehicles. It was also confirmed the hypothesis of differences in elasticities between non-producers and ethanol producers states. Since ethanol production is heavily concentrated in the Mid-South, the supply was estimated for the 7 major domestic producers was estimated, finding results consistent with the economic theory. Thus, like the demand, the supply of ethanol was also price-elastic in the short run, although price-inelastic in the long run. The negative sign found for the prices of sugar and sugar-cane and the supply of anhydrous ethanol was expected by the theory, being the anhydrous ethanol's supply the main competitor of hydrated ethanol.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

Nos últimos 30 anos, a questão energética tem recebido crescente destaque no campo da teoria econômica devido ao papel central da oferta de energia para o crescimento econômico dos países. As crises de oferta do petróleo em 1973 e 1979, período onde os preços aumentaram em mais de 200% entre 1973 e 1974, e outros 130% entre 1978 e 1979 (EIA, 2010), expuseram os riscos da dependência de poucas fontes de energia, e principalmente, de poucos países fornecedores.

Além da iminente exaustão das reservas deste recurso não-renovável, a crescente conscientização dos impactos negativos resultantes da queima dos combustíveis fósseis sobre o clima e o meio ambiente, e a grande concentração da produção de petróleo pelos países integrantes da OPEP¹, são apontados como os principais responsáveis pelas mudanças ocorridas na matriz energética mundial desde 1973 (IEA, 2008).

Segundo dados do BP Statistical Review of World Energy (2008), em 2007, este pequeno grupo de países foi responsável por 75,5% dos 1,333 trilhão de barris de petróleo de reservas mundiais e de 43% da produção mundial de petróleo. Além disto, as recentes descobertas de reservas, entre elas as de águas profundas na costa brasileira, representaram um aumento de 15,57% no total de reservas comparado ao ano de 1999 (ANP, 2010).

Ainda assim, a International Energy Agency (IEA, 2008) considera a situação energética global atual vulnerável, dispendiosa e poluidora, e que o principal desafio que os países enfrentam para o futuro é torná-la sustentável, diversificada, competitiva e limpa.

Ao analisar a composição das matrizes energéticas mundial e brasileira, é possível notar que estas sofreram significativas modificações nos últimos 30 anos, para adequar a oferta às necessidades da economia (BEN, 2009).

Entre 1973 e 2007, embora algumas fontes, como o gás natural e a energia nuclear, tenham ganhado participação no total de energia gerado, a composição

¹ OPEP – Organização dos Países Produtores de Petróleo, constituída pelos seguintes países: Angola, Arábia Saudita, Argélia, Emirados Árabes Unidos, Equador, Irã, Iraque, Kuwait, Líbia, Nigéria, Qatar e Venezuela.

geral da matriz energética mundial pouco mudou entre estes anos. O petróleo ainda representa a principal fonte energética mundial, responsável por 34% de toda a energia gerada no mundo em 2007 (BEN, 2009).

Já a matriz energética brasileira passou por profundas mudanças desde 1970. Destaca-se o crescimento da importância de fontes que antes exerciam um papel secundário dentro da matriz energética, como o caso dos derivados da cana-de-açúcar e do gás natural. Estas duas fontes apresentaram um forte crescimento entre 1970 e 2009, passando os derivados de cana-de-açúcar de 5,4% para 18%, enquanto o gás natural passou de 0,3% para 8,8% da oferta interna de energia (BEN, 2009). Apesar das mudanças observadas no período, os derivados de petróleo mantiveram a posição de principal fonte de energia, respondendo por 37,9% de toda a oferta interna no Brasil.

Ainda assim, pode-se considerar a matriz energética brasileira mais limpa do que a mundial, uma vez que há uma maior participação das fontes renováveis nesta. Enquanto tais fontes representaram em 2009 quase 50% da oferta interna de energia no Brasil, na matriz mundial, apenas 12% foi proveniente de fontes renováveis (BEN, 2009).

Devido às características do processo de industrialização brasileira, que privilegiou o transporte rodoviário, tanto de cargas como de passageiros, o setor de transportes é hoje um dos principais consumidores de combustíveis (fósseis e renováveis). Segundo dados do BEN (2009), este setor foi responsável por cerca de 30% dos 206,024 bilhões de tep² de energia consumidos no Brasil em 2009, atrás apenas do setor industrial, maior consumidor neste ano.

Apesar dos recentes desenvolvimentos tecnológicos, tanto pelo surgimento de novos combustíveis alternativos quanto pelo desenvolvimento de motores adaptados, o consumo de energia do setor é prioritariamente de derivados de petróleo, atingindo 77,9% de todo o consumo do setor em 2009 (BEN, 2009).

O desafio então é torná-lo mais sustentável e menos dependente do petróleo. Como destacado por Constantini; Martini (2010), a estabilização e redução das emissões dos gases poluentes esta condicionada à redução do uso de combustíveis fósseis. Segundo as autoras, “a adoção de fontes alternativas de energia e de

² tep – tonelada equivalente de petróleo.

tecnologias mais eficientes pode reduzir o impacto do crescimento econômico sobre as reservas dos recursos naturais dos países.”

Nesse contexto, após as crises do petróleo, houve um movimento mundial em direção ao desenvolvimento de novas fontes de energia. Nos Estados Unidos, criaram-se incentivos fiscais para o desenvolvimento de etanol à base de milho, enquanto em alguns países da Europa, como Alemanha e França, a produção de biocombustíveis baseou-se em plantas oleaginosas e de etanol a partir de outras culturas que não a cana-de-açúcar ou o milho (COELHO *et al*, 2006).

No Brasil, o principal programa para redução da dependência de petróleo foi o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), mantido entre os anos de 1975 e 1989, período onde uma série de incentivos à produção e oferta de etanol à base de cana-de-açúcar, mandioca ou qualquer outro insumo foram implementados.

Hoje, o etanol representa uma importante parcela no consumo total de combustíveis pela frota brasileira de automóveis. Entre 2000 e 2009, a participação do etanol no consumo total de combustíveis por veículos leves passou de 16,9% para 39,3% (ANP, 2010). Isto se deveu, em parte, à crescente participação dos veículos bicombustíveis na frota de automóveis, o que permitiu ao consumidor escolher entre etanol hidratado³ ou gasolina, sem custos adicionais, dado que a diferença de preço entre estes substitutos diretos pode ser determinante para a escolha de um ou de outro (ANFAVEA, 2010).

Segundo BNDES (2008), uma vez que o rendimento do etanol corresponde, em média, a aproximadamente 70% do obtido pela gasolina, ou seja, 1 litro de etanol equivale a 0,700 litros de gasolina, o consumo deste último combustível só é vantajoso quando o preço relativo⁴ é até 0,7. Assim, uma vez que o preço relativo é maior do que 0,7, o consumidor substitui etanol por gasolina, reduzindo fortemente a demanda por este combustível.

Por isto, as séries de preço destes dois combustíveis apresentam comportamentos semelhantes, conforme pode ser visto na Figura 1. De certa forma, é o preço da gasolina que determina o preço do etanol, representando um teto para os aumentos de preço deste último (BNDES, 2008).

³ Mistura hidroalcoólica com teor alcoólico mínimo de 92,6°. É utilizado como combustível em motores adaptados (ANP, 2010). Aqui tratado apenas como etanol.

⁴ Preço Relativo = $\left(\frac{\text{Preço Etanol}}{\text{Preço da Gasolina}} \right)$

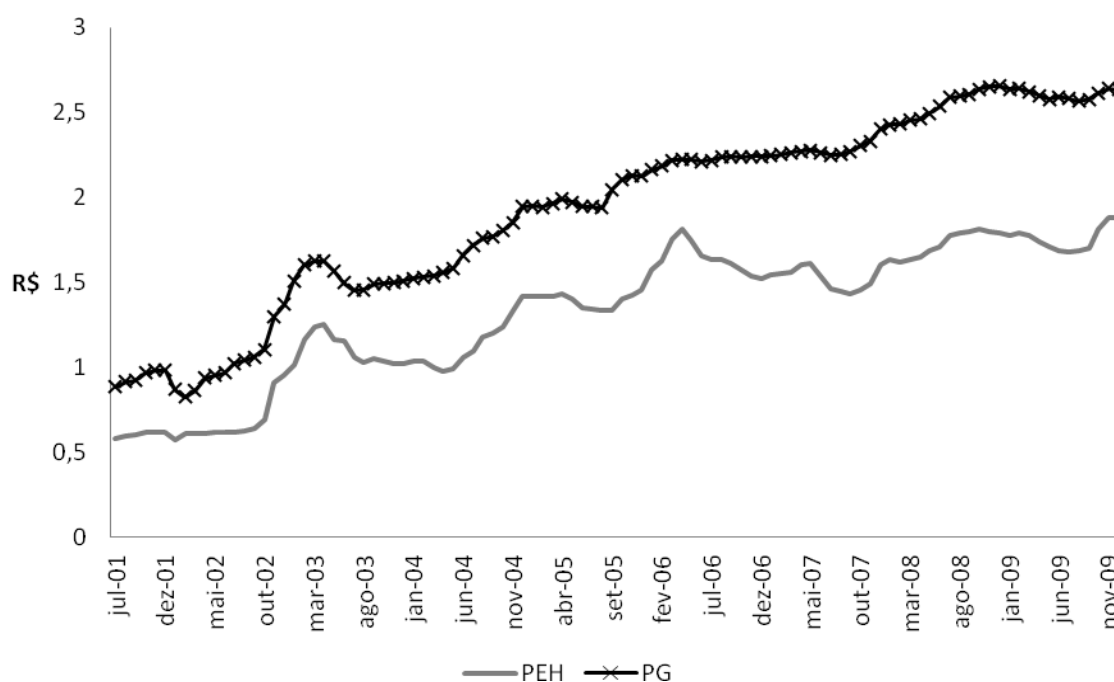


Figura 1: Preço médio real do etanol e da gasolina – R\$/l – julho/2001 a dezembro/2009.

*Deflacionado pelo IPCA, a preços constantes de dezembro de 2009.

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2009).

Adicionalmente, a exigência de adição de etanol anidro⁵ à gasolina, em percentual determinado pelo governo, configura um importante mercado consumidor deste produto. Entre 2006 e 2007, para atender ao aumento do percentual de adição obrigatório de 23% para 25%, índice que vigora atualmente, juntamente com um crescimento de 1,3% nas vendas de gasolina neste mesmo ano (ANP, 2010), observou-se um crescimento de 5,9% na produção de etanol anidro no Brasil. Para a safra 2008/2009, este tipo de etanol representou 33,9% do total (anidro + hidratado) produzido no país (ÚNICA, 2010).

Há ainda, um ambiente favorável à inserção deste combustível no mercado internacional. Conforme dados apresentados na Tabela 1, as exportações brasileiras de etanol cresceram mais de 2.000% entre 2000 e 2008. Houve também, no período, um aumento significativo no preço médio do m³ vendido no exterior.

Enquanto em 2000 o m³ do etanol foi vendido a US\$ 153,07, em 2008 este valor atingiu US\$466,94, um aumento de mais de 200%. Tal aumento, bem superior aos 52% de crescimento no preço do açúcar no mesmo período, foi o principal

⁵ Álcool caracterizado pelo alto grau de pureza, com teor alcoólico mínimo de 99,3%. Adicionado à gasolina em percentual definido por lei, que, em geral, varia de 20% a 25% (ANP, 2010).

responsável pelo aumento no volume de etanol exportado pelo Brasil (MDIC, 2009). Todavia, enquanto em 2008, 62,7% da produção de açúcar foi exportado, apenas 18,6% da produção de etanol foi destinada ao mercado externo, demonstrando que, a despeito do crescimento das exportações de etanol, este produto ainda é usado essencialmente para abastecimento do mercado interno (MDIC, 2009).

Tabela 1: Produção e exportação de etanol e açúcar - 2000 a 2008

Ano	Etanol				Açúcar			
	Produção (Milhões/L)	Exportação			Produção (Milhões/T)	Exportação		
		Litros (Milhões)	Milhões US\$ FOB	Preço Médio (US\$/m³)		Toneladas (Mil)	Milhões US\$ FOB	Preço Médio (US\$/T)
2000	10.593,0	227,3	34,8	153,07	16.256,1	6.506,4	1.199,1	184,3
2001	11.536,0	345,7	92,1	266,57	19.218,0	11.169,8	2.277,5	203,9
2002	12.623,2	789,2	169,2	214,35	22.567,3	15.245,9	2.093,6	137,3
2003	14.808,7	757,4	158,0	208,57	24.925,8	12.914,5	2.140,0	165,7
2004	15.416,7	2.408,3	497,7	206,68	26.621,2	15.764,1	2.640,2	167,4
2005	15.947,0	2.600,6	765,5	294,36	25.905,7	18.160,3	3.918,8	215,7
2006	17.719,2	3.416,6	1.604,7	469,69	29.882,4	18.870,3	6.167,0	326,8
2007	22.526,8	3.530,1	1.477,6	418,58	31.026,2	19.364,5	5.100,4	263,3
2008	27.513,0	5.118,7	2.390,1	466,94	31.049,2	19.472,5	5.483,0	281,5

Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (Secex) - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2009)

Além do ambiente econômico favorável, os biocombustíveis contam com a crescente importância conferida à redução dos impactos da atividade humana sobre o meio ambiente para se consolidar. Segundo BNDES (2008), estudos realizados em diversas cidades dos Estados Unidos, do Brasil e da Austrália, além de testes em laboratório, demonstraram que a adição de etanol à gasolina possibilita uma melhor qualidade na combustão, o que reduziria a emissão dos gases poluentes resultantes. Como consequência de sua composição, comparativamente às gasolinas típicas (sem adição de etanol), a combustão da gasolina com etanol e do etanol puro produz menores emissões de monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SOx), hidrocarbonetos e outros compostos poluentes (BNDES, 2008).

Embora a substituição da gasolina pelo etanol possibilite a redução de emissões pela queima dos motores, além de ser um recurso renovável, a principal crítica quanto à sua produção encontra-se na prática das queimadas na etapa de preparação da colheita.

Com o objetivo de reduzir tais emissões, foi elaborado em 2002 o Protocolo Agroambiental, uma parceria do Governo do Estado de São Paulo, da União da Indústria Sucroalcooleira (ÚNICA) e da Organização de Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA). Segundo ÚNICA (2010) este protocolo visa basicamente desenvolver ações que estimulem a sustentabilidade da cadeia produtiva de açúcar, etanol e bioenergia.

Uma de suas principais ações foi a determinação de extinguir até 2014 a queimada no processo de colheita da cana-de-açúcar por meio da mecanização deste, hoje feita de forma manual. Mesmo que este protocolo seja uma iniciativa dos produtores do estado de São Paulo e da região Centro-Sul, é nesta região do Brasil que está concentrada a maior parte dos produtores de cana-de-açúcar e etanol. Além disto, espera-se que um dos resultados desta iniciativa seja a adoção da colheita sem queima por produtores em outras regiões do país (ÚNICA, 2010).

Embora minimize o problema das emissões de gases do efeito estufa, esta mecanização pode gerar profundos impactos sociais para os municípios e regiões produtoras, resultantes da extinção de um grande montante de postos de trabalho. De acordo com dados da Relação Anual de Informação Social (RAIS), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), o setor de fabricação de etanol foi responsável pela criação de 303.279 empregos diretos em todo o país em 2009, sendo aproximadamente 63% deles na etapa do cultivo da cana-de-açúcar (MTE, 2010).

Mesmo que tal mecanização possibilite a criação de novos postos de trabalho, mais especializados e melhor remunerados, esta se dará em um volume muito menor do que os postos substituídos pelas máquinas, o que poderá significar um aumento significativo no desemprego destas regiões (LIBONI, 2009).

Neste sentido, Guilhoto *et al* (2002) estimaram dois cenários possíveis para o emprego no setor sucroalcooleiro no Brasil após a mecanização da colheita: mecanização de 50% da colheita nas regiões Norte e Nordeste, e 80% na região Centro-Sul, sem alterações nos níveis de produtividades (cenário I); e os mesmos índices de mecanização mas com um aumento de 20% na produtividade (cenário II). Os resultados indicaram uma redução de aproximadamente 243.000 empregos no cenário I e de 273.000 no cenário II.

1.2. O problema e sua importância

Mesmo que as atuais descobertas de reservas de petróleo e as recentes quedas nas cotações dos preços desta *commodity* possam representar novo estímulo à manutenção desta como a principal fonte de energia, a finitude destas e os impactos do seu uso sobre o meio ambiente demonstram que não se deve abandonar o desenvolvimento de tecnologias que reduzam a dependência energética ao petróleo (IEA, 2008).

Assim, tornou-se vital a necessidade de diversificação da matriz energética, reduzindo a dependência do petróleo na geração de energia. Dentre as diversas fontes de energia disponíveis, as chamadas energias renováveis se apresentam como uma alternativa viável em busca de uma matriz energética mais limpa e sustentável (COSTA; PRATES, 2005).

Conforme destacado por Kojima; Johnson (2006) as principais vantagens do investimento em biocombustíveis para o setor de transportes são a diversificação da matriz energética, a redução da exposição à alta volatilidade dos preços do petróleo no mercado internacional e a redução das emissões dos gases poluentes. A vantagem destas fontes de energia está em sua disponibilidade cíclica e em sua competitividade econômica (CALLE; WALTER, 2006).

Por isto, observou-se um crescimento da importância da atividade sucroalcooleira no setor de fabricação de combustíveis. Entre 2000 e 2009, a participação do etanol no consumo total de combustíveis por veículos leves passou de 16,9% para 39,3% (ANP, 2010).

Além disto, conforme observado na Tabela 2, a seguir, entre 2001 e 2008, a participação percentual desta atividade no valor da transformação industrial (VTI) total do setor de fabricação de combustíveis passou de 6,57% para 10,99%, devido ao aumento real de mais de 400% do VTI da atividade alcooleira (PIA, 2009).

Tabela 2: Contribuição da atividade de fabricação de etanol para o valor da transformação industrial real do setor de fabricação de combustíveis no Brasil – 2001 a 2008 – em R\$ 1.000.000,00

Ano	Fabricação de combustíveis (1)	Fabricação de etanol (2)	Part. % (2/1)
2001	25.727,28	1.691,39	6,57
2002	27.741,20	1.463,27	5,27
2003	40.398,39	2.896,81	7,17
2004	45.393,50	2.534,42	5,58
2005	57.817,53	3.470,68	6,00
2006	66.133,42	4.550,94	6,88
2007	66.901,22	5.724,75	8,56
2008	79.797,52	8.771,61	10,99

Fonte: Pesquisa Industrial Anual (PIA) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009)

Isto demonstra a importância de estudos do comportamento da demanda e da oferta de combustíveis que abranjam períodos mais recentes, principalmente para anos posteriores a 2003, que permitam captar a influência do crescimento das vendas de veículos bicompostíveis.

Além disto, embora existam diversos trabalhos como, Buonfiglio; Bajay (1992), Burnquist; Bacchi (2001), Alves; Bueno (2003), Bacchi (2005), Diehl *et al* (2007) e Serigati *et al* (2010), que se dedicaram a compreender a estrutura do mercado de etanol desde o início do PROÁLCOOL, eles não consideraram as questões de diferenças entre as unidades da federação. O objetivo deste trabalho é contribuir com as discussões acerca do tema, incorporando além da questão da simultaneidade entre oferta e demanda de etanol, as diferenças de preço, renda e frota de veículos das unidades da federação para o período 2001 a 2008.

Sendo assim, este trabalho busca analisar os determinantes da oferta e da demanda de etanol para os estados brasileiros. Espera-se também verificar se houveram mudanças significativas nas elasticidades nos últimos anos, devido à inserção dos veículos bicompostíveis no mercado automotivo, além de se comparar as elasticidades preço e renda entre estados produtores e não produtores de etanol.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

Determinar as relações e os principais determinantes da oferta e da demanda de etanol nos estados brasileiros no período de 2001 a 2008.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Analisar a resposta dos consumidores de etanol às variações nos preços do etanol e da gasolina e na renda nos estados brasileiros;
- b) Determinar as principais variáveis que afetam a oferta de etanol do Brasil;
- c) Verificar se houve mudanças na estrutura do mercado de combustíveis após a introdução dos veículos bicombustível;
- d) Verificar se existem diferenças entre as elasticidades preço e cruzada para estados produtores e não produtores de etanol.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1. A estrutura da produção de etanol no Brasil

Conforme descrito anteriormente, após os choques do petróleo em 1973 e 1979, houve um movimento mundial em busca do desenvolvimento de fontes de energia que pudessem substituir os derivados do petróleo na matriz energética.

No Brasil, a principal ação neste sentido foi a criação do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), lançado em 1975⁶ com duração até 1989, período onde uma série de incentivos à produção e oferta de etanol à base de cana-de-açúcar, mandioca ou qualquer outro insumo foram implementados. A base do programa consistiu, no primeiro momento, em manter uma paridade de preço entre o etanol e o açúcar cristal *standard*, estimulando a produção deste combustível, tratado até então como um subproduto menos valorizado do processo de produção do açúcar (BNDES, 2008).

Segundo Coelho *et al* (2006), em sua primeira fase (1975 a 1980), aproveitando a estrutura existente da produção de açúcar, o PROÁLCOOL teve como principal ação a adição do etanol anidro à gasolina em uma proporção de até 25% da composição total da gasolina.

A partir de 1980, as ações foram ampliadas para o desenvolvimento do etanol hidratado, cuja utilização pode ser feita como combustível independente em motores adaptados. Assim, segundo o autor, o PROÁLCOOL só foi possível devido às ações conjuntas do governo brasileiro, dos usineiros e da indústria de bens de capital, que teve papel crucial no desenvolvimento de tecnologias compatíveis ao novo combustível inserido no mercado.

Entre 1980 e 1985 as principais ações buscaram a consolidação do etanol hidratado como uma alternativa viável à gasolina que, devido ao segundo choque do petróleo em 1979, apresentou significativo aumento de preços (NAPPO, 2007).

Dentre estas ações destacaram-se a fixação do preço do etanol em 59%⁷ do preço da gasolina, a redução dos impostos incidentes sobre os carros novos

⁶ Decreto nº 76.593, de 14/11/1975.

⁷ Devido às diferenças de rendimento e poder calorífico do etanol hidratado, para que seu consumo seja vantajoso em relação ao consumo da gasolina, seu preço deve ser no máximo 70% do preço da gasolina.

movidos a etanol, e a cobrança de IPVA menor para os carros movidos a este combustível (NAPPO, 2007).

O cenário favorável ao crescimento do mercado de etanol se manteve até 1986, quando uma redução nos preços do petróleo e o aumento do preço do açúcar no mercado internacional desmotivaram a manutenção da produção do etanol nos níveis dos primeiros anos do programa. Após este ano, com a redução dos incentivos até então dados pelo governo, a oferta de etanol sofreu significativa redução, desestimulando a venda de veículos movidos a etanol hidratado (BNDES, 2008).

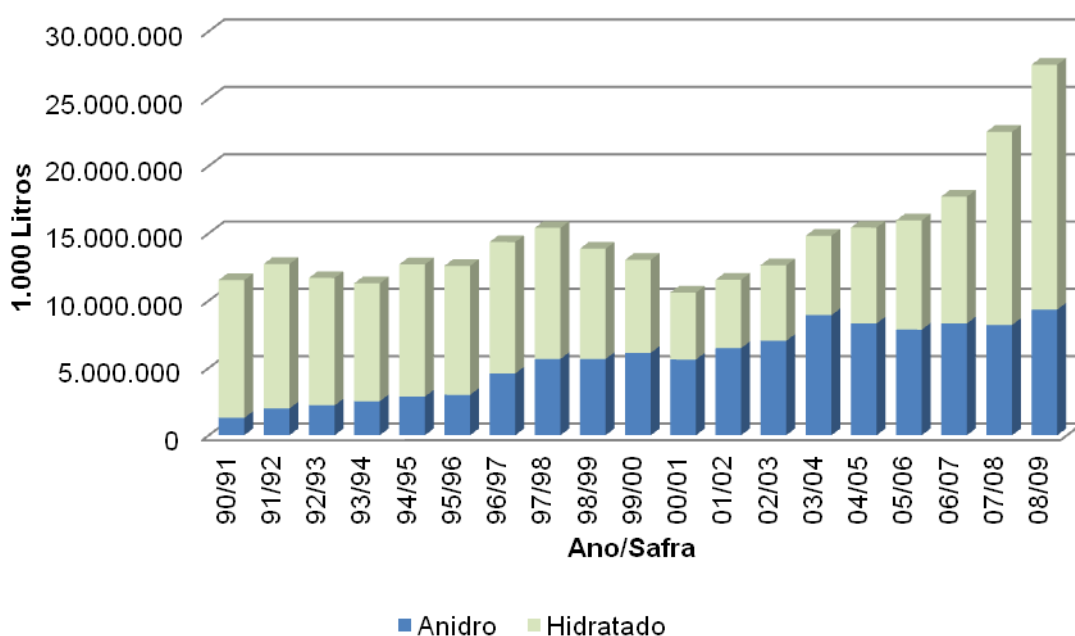


Figura 2: Evolução da produção de etanol anidro e hidratado no Brasil – safra 90/91 a 08/09

Fonte: União da Indústria de Cana de açúcar - UNICA e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2009).

Após alguns anos com a produção relativamente estagnada, o mercado de etanol sofreu novo estímulo com a introdução dos veículos bicombustíveis, onde o consumidor pode decidir, entre etanol ou gasolina, sem custos adicionais, no ato da compra.

Neste novo momento do mercado de etanol, conforme observado por Coelho *et al* (2006) este já se encontrava em outro patamar, superior àquele quando da implantação do PROÁLCOOL.

O autor destaca as diversas mudanças estruturais experimentadas por este setor desde a implantação do programa. Dentre elas, a independência de subsídios governamentais, as novas tecnologias disponíveis tanto de produção quanto de armazenamento e distribuição, além de um ambiente internacional favorável, resultante da necessidade de redução da pressão sobre as reservas de petróleo e dos impactos ambientais da queima dos combustíveis fósseis (COELHO *et al*, 2006).

BNDES (2008) também destacou as significativas mudanças ocorridas no setor desde a criação do PROÁLCOOL. A mais importante delas refere-se à forma de organização do mercado, especialmente da distribuição do combustível aos postos revendedores. Se antes este era um monopólio da Petrobrás, hoje o que se observa é uma estrutura oligopolizada em relação às distribuidoras, o que é determinante para a fixação dos preços ao consumidor, bem como na determinação do preço que é repassado para o produtor deste combustível.

Além de mudanças estruturais, o setor de etanol vem observando o surgimento de novas tecnologias para a geração deste combustível, aproveitando o máximo da cana-de-açúcar. Dentre os principais desenvolvimentos nesta área, se destacam os chamados biocombustíveis de 2º geração, que utilizam como matéria prima principal a celulose de qualquer produto agrícola, inclusive da cana-de-açúcar, possibilitando melhor aproveitamento dos resíduos gerados na produção.

Existem também iniciativas de geração de energia a partir do processamento da biomassa resultante dos resíduos das plantações de cana-de-açúcar, eucalipto, milho, dentre outras.

Todavia, embora os biocombustíveis de 2º geração possibilitem a manutenção deste mercado no futuro, os altos custos de produção ainda inviabilizam sua utilização em escala comercial de forma competitiva, tanto em relação aos derivados de petróleo, como ao etanol hoje produzido (BNDES, 2008).

Comparado à época da criação do PROÁLCOOL, onde as principais áreas canavieiras eram localizadas nos estados de São Paulo e Alagoas, o quadro atual deste mercado apresenta maior diversidade de regiões produtoras (BNDES, 2008).

Hoje, além destes estados, destacam-se também no cenário nacional os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná (ÚNICA, 2010). Entretanto, observa-se pela Tabela 3 que a produção de etanol continua fortemente concentrada neste um pequeno grupo de estados. Juntos, eles

responderam por 92,8% de todo o etanol produzido no Brasil em 2009, sendo apenas o estado de São Paulo responsável por 60,8% da produção nacional neste ano.

Entre os anos de 2001 e 2009, houve um crescimento de 159,7% na produção nacional de etanol (anidro + hidratado), o que demonstra a importância deste setor no cenário energético brasileiro (ÚNICA, 2010). Entre os principais estados produtores também houve expressivo crescimento, destacando-se o estado de Goiás, cuja produção aumentou mais do que 400%. O menor crescimento entre os estados selecionados foi de Alagoas, cuja produção cresceu apenas 18,6%.

Tabela 3: Produção e ranking dos principais estados produtores de etanol - 2001 e 2009

Estado	2001	Part% Estado	Rank. 2001	2009	Part% Estado	Rank. 2009	Cresc. % 2001/2009
São Paulo	6.439,1	60,8	1	16.722,5	60,8	1	159,7
Minas Gerais	485,1	4,6	4	2.167,6	7,9	2	346,9
Paraná	799,4	7,5	2	2.048,8	7,4	3	156,3
Goiás	318,4	3,0	6	1.726,1	6,3	4	442,1
Mato Grosso Do Sul	314,8	3,0	7	1.076,2	3,9	5	241,9
Mato Grosso	464,4	4,4	5	952,2	3,5	6	105,1
Alagoas	712,6	6,7	3	845,4	3,1	7	18,6
Demais estados	1.059,3	10,0	-	1.974,3	7,2	-	86,4
Total	10.593,0	100,0	-	27.513,0	100,0	-	159,7

Fonte: União da Indústria de Cana de açúcar - UNICA e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2009.

*Em milhões de litros

A forte concentração da produção no estado de São Paulo pode ser vista também por meio da Figura 3, onde cada ponto representa uma usina de etanol. A ausência de usinas na região Norte do país faz com que os preços do etanol sejam pouco competitivos frente aos preços da gasolina nesta região, conforme será apresentado a seguir.



Figura 3: Distribuição espacial das usinas de etanol no Brasil – 2009

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2009).

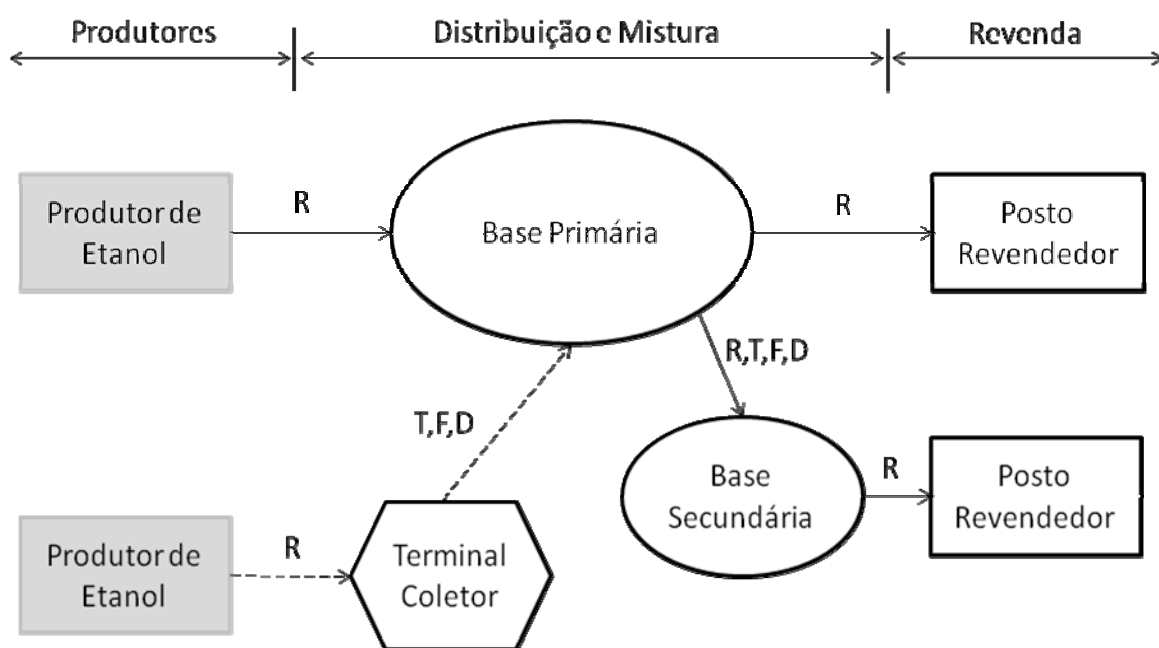
Por ser um produto suscetível à sazonalidade do fornecimento, e por conter produtos químicos e orgânicos, que podem comprometer sua qualidade caso não sejam transportados e armazenados de forma adequada, o transporte do etanol exige uma logística de distribuição mais complexa do que aquela empregada para o transporte dos derivados de petróleo, sistematizada na Figura 4 (BNDES, 2008).

Após sair da usina, em geral o etanol segue dois caminhos. O principal deles é o transporte direto da usina para as distribuidoras e então destas para os postos de revenda. Aproximadamente 70% do volume do etanol comercializado no Brasil segue esta rota, via transporte rodoviário, utilizando caminhões-tanque (BNDES,

2008). Além de armazenar e abastecer os postos revendedores, as distribuidoras são as únicas autorizadas por lei⁸ a realizarem a mistura do etanol anidro à gasolina. Esta medida visa, além de maior simplificação e controle tributário, garantir a qualidade e uniformidade do produto vendido ao consumidor final (ANP, 2010)

A segunda rota possível é utilizada especialmente para o transporte do etanol para regiões mais distantes. Após sair da usina, o etanol é transportado para terminais de coleta localizados nas principais regiões produtoras (São Paulo, Goiás, Paraná, Minas Gerais e Alagoas), em geral pelo modal rodoviário. Depois, ele é transportado para as distribuidoras que abastecem os postos de venda ao consumidor.

Em alguns casos, o combustível segue ainda para um segundo ponto de armazenamento, via transportes mais econômicos como o ferroviário, o dutoviário e o fluvial, e só então é transportado aos postos de revenda, desta vez por modal rodoviário, o que explica o diferencial nos preços de venda do etanol ao consumidor nas regiões não produtoras deste combustível (BNDES, 2008).



Modais: R: Rodoviário; T: Ferroviário; F: Fluvial; D: Dutoviário

Figura 4: Logística de distribuição do etanol no Brasil

Fonte: Adaptado de BNDES (2008).

⁸ Resolução ANP nº 36/2005.

Por fim, devido à semelhança no processo produtivo e nas matérias primas, os usineiros podem optar com relativa simplicidade entre produzir etanol ou açúcar. Por isso, além dos custos de produção do etanol, o custo de oportunidade de produzir um ou outro produto deve ser considerado na decisão do produtor.

Assim, o preço do açúcar é um importante deslocador da oferta de etanol. Bastian-Pinto *et al* (2010) destacaram que, para atender a ambos os mercados, a maior parte das destilarias planejadas ou em construção podem ser facilmente adaptadas para produzir tanto etanol como açúcar.

Rodrigues *et al* (2004) e Bacchi (2005) concluíram em estudos distintos que o preço do açúcar no mercado internacional exerce forte influência nos preços internos e no consumo dos demais derivados da cana-de-açúcar. Entretanto, estes autores constataram que não há paridade entre os preços externos e internos do açúcar, sendo estes últimos mais altos em diversos momentos.

Conforme destacado por BNDES (2008), o mercado internacional de açúcar, cujos maiores consumidores são os Estados Unidos e os países da União Européia, é caracterizado por medidas protecionistas destes países, o que confere alto grau de complexidade nas análises destas relações.

2.2. O perfil de consumo do etanol

Para identificar os padrões de consumo de combustíveis, Schmalensee; Stocker (1999) estimaram a demanda das famílias por gasolina nos Estados Unidos para os anos de 1988 e 1991, a partir de dados da pesquisa Residential Transportation and Energy Consumption Surveys (RTCES) referentes a estes dois anos. Para determinar quais fatores afetavam a demanda por gasolina, os autores utilizaram variáveis paramétricas e semi-paramétricas. Os resultados sugeriram que a demanda por gasolina dos Estados Unidos em 1988 e 1991 dependeu de fatores relativos à renda das famílias, fatores demográficos e de localização e do preço da gasolina.

Com o mesmo objetivo, e metodologia semelhante, Luchansky; Monks (2008) estimaram as elasticidades da demanda de etanol para os Estados Unidos no período de 1997 a 2006. Assim, ao estimarem um modelo onde a demanda do bem depende do preço do bem, do preço do bem substituto, além de uma variável semi-

paramétrica, os autores demonstraram que o preço do etanol, além das relações esperadas com a quantidade vendida e com o preço da gasolina, apresentou uma relação positiva com a quantidade de veículos em circulação.

Já Zang *et al* (2007) estimaram um modelo VAR estrutural para avaliar a competitividade do etanol frente aos derivados do petróleo sem os subsídios governamentais no mercado norte-americano. Os resultados encontrados indicaram que etanol à base de milho dos EUA não é competitivo sem o apoio do governo federal, seja com subsídios ou tarifas de importação, em especial ao competir com produtos mais baratos como a gasolina e o etanol de cana-de-açúcar.

No Brasil, devido ao sucesso do PROÁLCOOL em introduzir um combustível capaz de concorrer com a gasolina no mercado de veículos leves, à crescente participação deste na matriz energética brasileira, e ao potencial de expansão deste mercado no Brasil, em virtude da grande extensão territorial e do clima tropical, diversos autores se dedicaram a estudar a relação deste combustível com a demanda de gasolina e a estimar a demanda de etanol especificamente.

Neste sentido, Buonfiglio; Bajay (1992) projetaram as demandas de etanol e gasolina para o Brasil usando séries históricas de 1970 a 1990 do PIB, dos preços dos combustíveis e da frota de veículos em circulação. Os resultados encontrados sugerem que o consumo do etanol e da gasolina foi determinado por fatores como crescimento do PIB, política de preços para estes combustíveis e pelo preço dos veículos, além de fatores técnicos como o rendimento dos veículos.

Burnquist; Bacchi (2001) estimaram as elasticidades de curto e longo prazo da demanda por gasolina no Brasil para o período de 1973 a 1998 utilizando um modelo VEC. Os resultados indicaram que a demanda de curto prazo da gasolina é preço inelástica, enquanto a de longo prazo é relativamente mais elástica, embora os autores não a tenham considerado elástica, uma vez que as estimativas foram menores do que a unidade. Além disto, os autores concluíram que um modelo simples baseado apenas na renda e no preço da gasolina apresenta estimativas robustas e confiáveis da demanda por este bem.

Buscando melhor entender o perfil do consumo de combustíveis, ao considerar o etanol como um substituto para a gasolina Alves; Bueno (2003) estimaram as elasticidades de curto e longo prazo da demanda por gasolina no Brasil utilizando técnicas de co-integração para dados anuais no período de 1973 a

1999. Os resultados demonstraram que o etanol pode ser considerado um substituto imperfeito da gasolina, tanto no curto quanto no longo prazo, uma vez que a elasticidade cruzada foi estatisticamente significativa a 15%, nível que os autores consideraram razoável dado o tamanho limitado da amostra.

Tais resultados foram também confirmados por Bacchi (2005) que utilizou técnicas de co-integração para verificar a relação entre os preços do etanol e da gasolina no Brasil durante o período de julho de 2001 a agosto de 2004. As estimações demonstraram que, através das funções de impulso e resposta estimados, há grande impacto das variações do preço da gasolina sobre o consumo do etanol, confirmando a hipótese de bens substitutos entre etanol e gasolina.

Já Diehl *et al* (2007) utilizaram dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) para os anos de 2002 e 2003 para estimar as elasticidades-renda das despesas com etanol e gasolina no Brasil. Usando um modelo de mínimos quadrados generalizados, e estratificando a população por níveis de renda per capita, estes autores concluíram que é possível classificar o etanol e a gasolina como bens normais para os níveis mais altos de renda per capita, e como bens superiores para os demais estratos. Além disto, os resultados demonstraram que, de acordo com as elasticidades-renda médias obtidas, um aumento na renda gera um aumento relativamente maior na despesa com gasolina do que na despesa com etanol.

Finalmente, Serigati *et al* (2010) avançaram na modelagem deste mercado ao estimar as elasticidades preço e renda do etanol utilizando um modelo de equações simultâneas. Assim, estes autores neutralizaram o problema da simultaneidade na definição de preço e quantidade de equilíbrio. Os resultados encontrados por estes autores confirmaram os estudos anteriores ao demonstrar que o preço do açúcar é importante determinante da oferta de etanol.

Observa-se no mercado de etanol uma clara distinção entre dois momentos no comportamento do consumo deste combustível. O primeiro deles pode ser definido pelo PROÁLCOOL, que criou este mercado e durante 15 anos (1975 a 1989) determinou o padrão de consumo de etanol no Brasil (Figura 5).

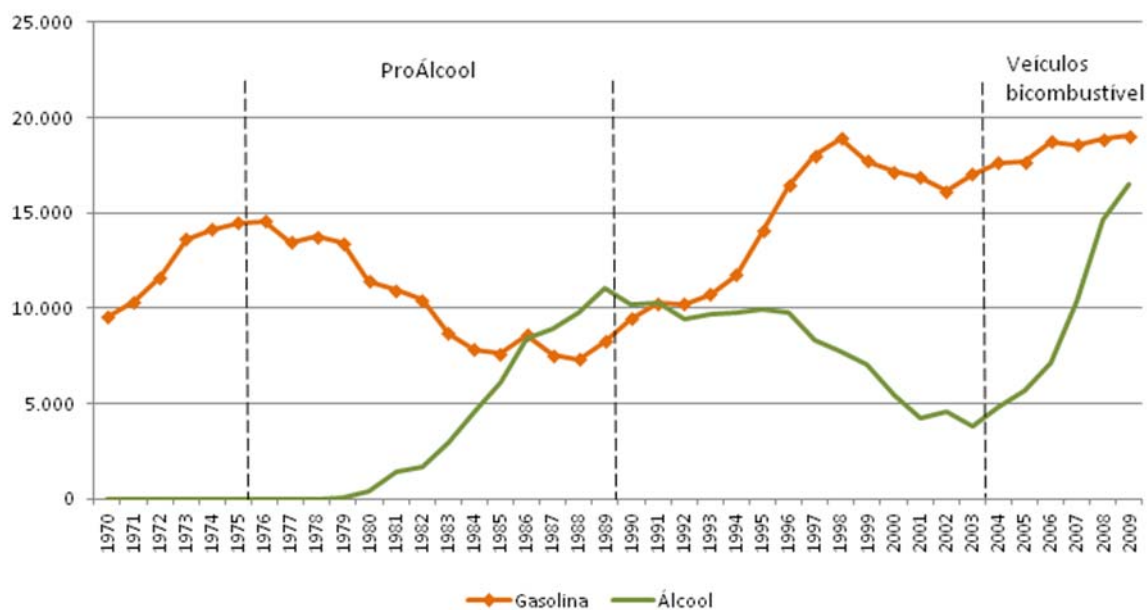


Figura 5: Série histórica do consumo final de gasolina e etanol – 1970 a 2009 – em 1.000 m³.

Fonte: Série Histórica Balança Energético Nacional - Ministério das Minas e Energia (2010).

Após um período de forte redução e estagnação, causados pelo término do PROÁLCOOL, o consumo de etanol recebeu um segundo estímulo com o início das vendas dos veículos bicombustíveis no mercado de automóveis leves, em março de 2003. Com isto, observou-se um significativo crescimento deste, chegando a patamares bem próximos ao consumo da gasolina, principal combustível disponível no mercado para este tipo de veículo (BEN, 2008).

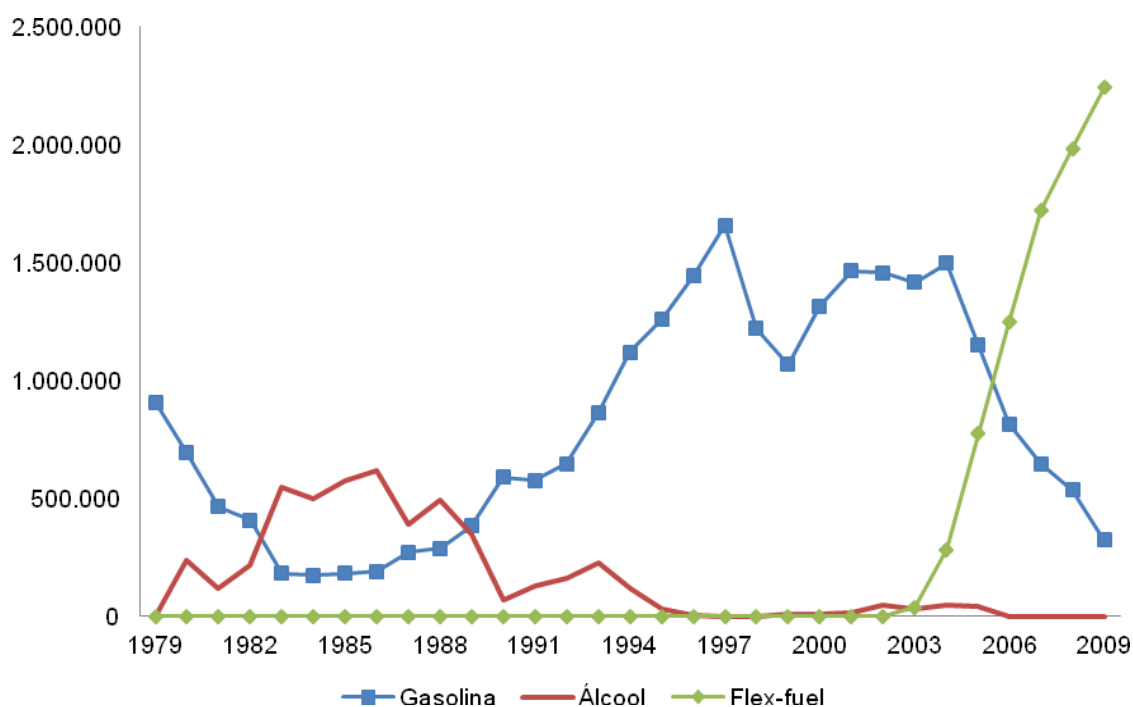


Figura 6: Vendas de veículos novos à gasolina, etanol e bicombustíveis, 1979 a 2009.

Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de veículos automotores – ANFAVEA (2010).

Mesmo que a estrutura de abastecimento e transporte do etanol disponível atualmente permita que o combustível seja vendido em todos os postos revendedores do país, assim como na produção, o mercado consumidor do etanol se apresenta bastante concentrado. Além de serem os maiores produtores, São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás são também os maiores consumidores de etanol do Brasil.

Em todo o período de 2001 a 2009, conforme os dados apresentados na Tabela 4, a seguir, estes 4 estados somaram 73,95% de todo o etanol consumido no Brasil, sendo o estado de São Paulo individualmente responsável por 52,27% do total. Isto é devido em grande parte ao fato de estes estados concentrarem a maior parte da frota de veículos do Brasil (ANFAVEA, 2010).

Entretanto, somados, os quatro estados destacados concentram um percentual bem maior do consumo de etanol (73,95%) do que da frota circulante (58,11% dos automóveis e 54,8% dos comerciais leves), o que demonstra claramente a influência do preço deste combustível na decisão de compra, dado que os preços do etanol nestes estados são mais baixos do que a média dos preços dos

demais estados, devido à proximidade entre os consumidores finais e os produtores deste combustível (ANP, 2010).

Tabela 4: Principais estados consumidores de etanol, 2001, 2005 e 2009 e sua participação % na frota de veículos e comerciais leves em circulação em 2009.

Estados	2001		2005		2009		Frota em circulação	
	1.000 M ³	Part. %	1.000 M ³	Part. %	1.000 M ³	Part. %	Automóveis	Comerciais Leves
São Paulo	706,57	41,52	2.400,75	51,44	8.610,00	52,27	36,32	31,54
Minas Gerais	186,66	10,97	391,48	8,39	1.204,43	7,31	10,41	10,68
Paraná	205,31	12,06	518,24	11,10	1.193,03	7,24	8,29	8,34
Rio de Janeiro	71,91	4,23	180,53	3,87	872,81	5,30	8,63	6,24
Goiás	75,79	4,45	149,38	3,20	773,68	4,70	3,09	4,24
Santa Catarina	78,61	4,62	175,27	3,76	498,65	3,03	5,31	4,86
Rio Grande do Sul	80,20	4,71	189,90	4,07	403,03	2,45	8,07	7,04
Demais Estados	296,88	17,44	661,68	14,18	2.915,32	17,70	19,89	27,06
Brasil	1.701,91	100,00	4.667,22	100,00	16.470,95	100,00	100,00	100,00

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. Associação Nacional dos Fabricantes de veículos automotores – ANFAVEA (2010).

Tal cenário é determinado também pela competitividade do etanol frente à gasolina. Na maioria dos estados brasileiros, o preço relativo do etanol ultrapassa o índice de 0,7, valor indicado para comparação entre estes dois combustíveis (BNDES, 2008).

Isto pode ser visto por meio da Figura 7 que apresenta uma comparação dos preços relativos etanol x gasolina para dois grupos de estados: um formado pelos maiores estados produtores de etanol no Brasil (São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Alagoas), e o outro formado pelos demais estados brasileiros.

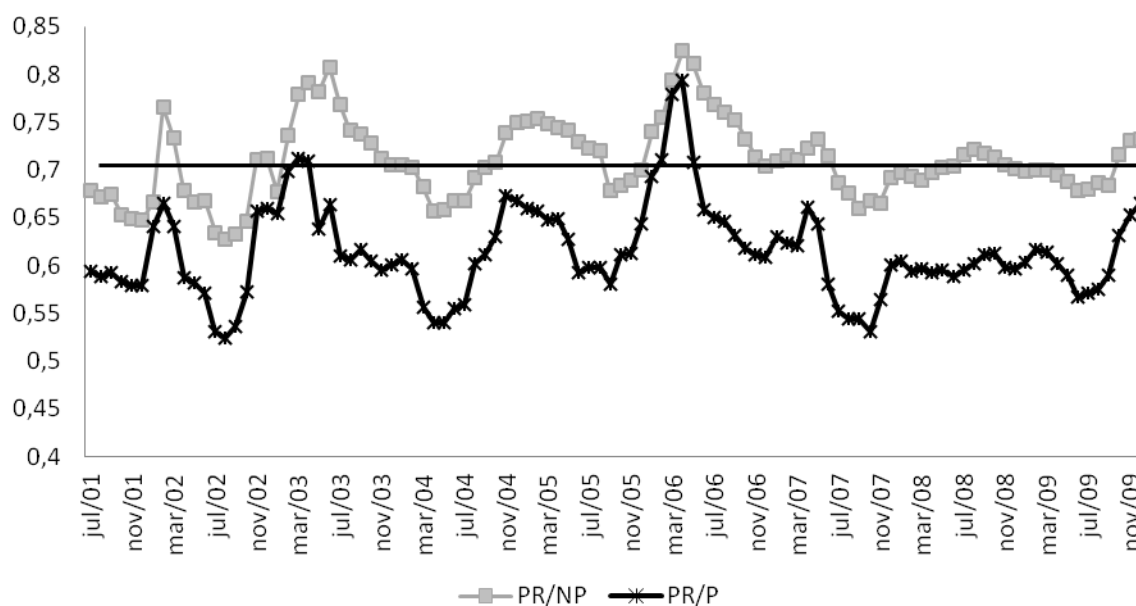


Figura 7: Preço relativo médio para os estados produtores e não produtores de etanol – 2001 a 2009.

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2009).

Observa-se que na maior parte do tempo, o preço relativo médio para o grupo de estados não produtores (PR/NP) é maior do que 0,7, o que desestimula o consumo nestes estados, e explica porque estes participam tão pouco do consumo de etanol (Tabela 4).

Mesmo nos momentos onde a relação é menor do que 0,7, este valor é muito próximo do limite, logo, pequenas variações no preço de um destes combustíveis (aumento no preço do etanol ou redução no preço da gasolina) são suficientes para que esta relação ultrapasse o valor de 0,7, e o etanol fique relativamente mais caro do que a gasolina. Assim, a tendência do consumidor é substituir o etanol pela gasolina como combustível principal, reduzindo o consumo do primeiro.

3. METODOLOGIA

3.1. Referencial teórico

3.1.1. Função de demanda

Segundo Varian (2006) a demanda de um dado bem X é determinada a partir do problema de maximização da utilidade que o consumidor tem ao consumir este produto, ou uma determinada cesta de produtos, respeitando sua restrição orçamentária. Por simplicidade, optou-se por apresentar o referencial para o consumo de dois bens apenas, cujas implicações e interpretações podem facilmente ser ampliadas para uma cesta de produtos.

Assim, a utilidade do consumidor pode ser definida a partir do seguinte problema de maximização:

$$\text{Max } U(x_1, x_2) \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a: } P_1x_1 + P_2x_2 \leq R \quad (2)$$

Em que: $U(x_1, x_2)$ = Função de utilidade do consumidor

P_1 = Preço do bem 1;

P_2 = Preço do bem 2;

x_1 = Quantidade consumida do bem 1;

x_2 = Quantidade consumida do bem 2;

R = Renda do consumidor.

O problema apresentado acima indica que, uma vez que o consumidor possui um comportamento maximizador e racional, ou seja, dada sua renda, ele busca sempre a máxima utilidade do consumo. Assim, a demanda por uma determinada cesta de produtos será tão maior quanto menor for o seu preço.

Ao resolver tal problema de maximização, a quantidade demandada do bem 1 pode ser descrita então da seguinte forma:

$$Q_1^D = f(P_1, P_2, R) \quad (3)$$

Em que: Q_1^D = Quantidade demandada do bem 1,

P_1 = Preço do bem 1;

P_2 = Preço do bem 2;

R = Renda do consumidor.

As propriedades desta função de demanda, segundo Varian (1992), são completude, reflexividade, transitividade, continuidade, monotonicidade, homogeneidade e convexidade⁹.

Desta forma, como destacado por Varian (2006), a demanda de um bem pode ser definida como função da renda do indivíduo, do preço do bem, do preço do bem substituto, do preço do bem complementar e de outros fatores como gostos e preferências do consumidor. Caso haja uma variação no preço do bem analisado, ocorre um deslocamento ao longo da curva, ao contrário do impacto da variação dos demais parâmetros da função, que provocam um deslocamento da curva. As combinações de diferentes preços e quantidades do bem 1, mantendo-se constante o preço do bem 2 e a renda, representam a curva de demanda individual do consumidor (VARIAN, 2006).

Ainda segundo este autor, espera-se que para bens considerados normais (onde a demanda sempre varia no mesmo sentido da variação da renda), os sinais dos parâmetros estimados sejam os seguintes: positivo em relação à renda; negativo em relação ao preço do bem 1; positivo em relação ao preço do bem substituto 2; negativo em relação ao preço do bem complementar e positivo ou negativo em relação aos gostos e preferências do consumidor.

O somatório de todas as curvas de demanda individuais representa a curva de demanda do mercado que, além dos preços e da renda, depende agora do total de consumidores do mercado em questão.

3.1.2. Elasticidade da demanda

Varian (2006) define elasticidade como a taxa que representa a forma como a quantidade demandada de um bem reage a variações dos parâmetros da função de demanda, definida anteriormente. Logo, ela é a medida da inclinação da demanda em um ponto da curva.

A elasticidade pode então ser expressa como segue:

$$\epsilon_x = \frac{\Delta\%q}{\Delta\%Z} = \frac{\frac{\Delta q}{q}}{\frac{\Delta Z}{Z}} = \frac{\Delta q}{\Delta Z} \cdot \frac{Z}{q} = \frac{dq}{dz} \cdot \frac{z}{q} \quad (4)$$

Onde: ϵ_x = Elasticidade da demanda em relação à variável X;

q = Quantidade demandada do bem;

⁹ Para maiores detalhes ver VARIAN (1992).

z = Variável cuja variação impacta sobre a demanda do bem em análise, podendo ser o preço do próprio bem, o preço do bem substituto, ou a renda.

Segundo Varian (2006), o valor da elasticidade é apresentado em módulo, podendo o bem então ser classificado como elástico ($|E_x| > 1$), inelástico ($|E_x| < 1$), ou de elasticidade unitária ($|E_x| = 1$).

No caso da elasticidade renda, o valor encontrado indica ainda a relação do consumidor com o bem analisado. Conforme descrito por Varian (2006), em geral, a elasticidade encontrada tem um sinal positivo, ou seja, o consumo do bem varia no mesmo sentido da variação da renda. Assim, quando ($0 < |E_x| < 1$) o bem analisado pode ser classificado como um bem normal, e como um bem superior ou de luxo¹⁰ quando ($|E_x| > 1$). Já quando o sinal encontrado é negativo, este bem pode ser classificado como um bem inferior, caso onde sua demanda varia em sentido contrário ao da variação da renda.

3.1.3. Função de oferta

Embora a função de oferta apresente algumas características distintas das encontradas na função de demanda, em geral, ambas devem respeitar os mesmos pressupostos e propriedades descritos anteriormente.

Diferentemente do problema do consumidor, que busca maximizar a utilidade do consumo, a firma busca encontrar combinações de fatores de produção que maximizem seu lucro, que é definido pela diferença entre a receita das vendas e os custos de produção (VARIAN, 2006). Logo, a quantidade ótima ofertada pela firma pode ser determinada a partir de um problema de maximização dos lucros ou de minimização de custos.

Assim, o lucro da empresa pode ser expresso da seguinte forma:

$$\pi = \sum_{i=1}^n p_i y_i - \sum_{l=1}^m w_l x_l \quad (5)$$

Em que: π = Lucro da empresa;

$$\sum_{i=1}^n p_i y_i = \text{Receita};$$

¹⁰ Segundo Varian (2006) um bem pode ser classificado como superior ou de luxo quando a variação do consumo ocorre em uma proporção maior do que a variação da renda.

$$\sum_{i=1}^M w_i x_i = \text{Custos de produção};$$

Novamente por simplificação, considerou-se apenas dois insumos de produção, sendo x_1 e x_2 , suas quantidades e w_1 e w_2 , seus respectivos preços. Considerou-se também que a firma fabrica apenas um produto y , que é ofertado a um preço p .

Na teoria da firma, os conceitos de curto e longo prazo são importantes na determinação deste lucro. Enquanto no curto prazo um dos fatores de produção e a tecnologia são fixos, no longo prazo todos os fatores de produção são variáveis.

O problema da firma no curto prazo pode ser descrito então como segue:

$$\text{Max } pf(x_1, x_2) - w_1 x_1 - w_2 x_2 \quad (6)$$

Em que: $f(x_1, x_2) = y$;

$w_1 x_1$ = Custo do fator variável x_1 ;

$w_2 x_2$ = Custo do fator fixo x_2 .

A condição de primeira ordem para a maximização do lucro no curto prazo é determinada então ao diferenciar (6) em relação à x_1 , e igualar o resultado a zero. Desta forma, o lucro é máximo quando o produto marginal do fator, dado pela derivada da função lucro em relação ao fator analisado é igual ao seu preço. Pelas condições de 2° ordem, no ponto onde a derivada segunda da função de lucro for menor que 0, o ponto encontrado pode realmente ser chamado de ponto de máximo, e não apenas de inflexão (Varian, 2006).

Finalmente, é possível expressar a função de oferta de um bem da seguinte forma:

$$Q_1^o = f(P_1, P_h, C, T) \quad (7)$$

Em que: Q_1^o = quantidade ofertada do bem 1; P_1 = preço do bem 1;

P_h = vetor de preços de bens concorrentes na produção H;

C = vetor de custos de produção, como salário e preço dos insumos, custo da terra, bens de capital e impostos;

T = tecnologia disponível.

No longo prazo, conforme descrito anteriormente, todos os fatores são variáveis. Neste caso, o problema de maximização do lucro da firma é o mesmo,

sendo necessário agora que tanto o produto marginal do fator x_1 quanto do fator x_2 sejam iguais aos seus respectivos preços, w_1 e w_2 .

Já o problema de minimização dos custos no curto prazo, mantendo x_2 fixo, conforme Varian (2006), pode ser expresso da seguinte forma:

$$\text{Min}_{x_1} C = w_1 x_1 + w_2 \bar{x}_2 \quad (8)$$

$$\text{tal que } f(x_1, \bar{x}_2) = y \quad (9)$$

Em que: C = Custos de produção

O autor destaca ainda que, a partir da solução da minimização descrita anteriormente, é possível concluir que as escolhas que minimizam os custos da empresa dependerão dos preços dos fatores w_1 e w_2 empregados na produção e da quantidade ofertada y . No longo prazo, assim como na maximização dos lucros, a solução do problema de minimização consiste em permitir que todos os fatores variem, encontrando, da mesma forma, suas quantidades ótimas na produção.

3.1.4. Equilíbrio das curvas de oferta e demanda: o modelo de teia de aranha

O equilíbrio do modelo apresentado anteriormente é dado pela igualdade entre as variáveis preço e quantidade em ambas as curvas.

Assim, tem-se

$$Q_i^D = Q_i^O \quad (10)$$

Entretanto, na microeconomia clássica, este é um equilíbrio estático, ou seja, uma vez atingido, os agentes tendem a mantê-lo a menos que ocorram choques exógenos que alterem o cenário estabelecido.

Embora tal análise forneça importantes inferências acerca do comportamento dos agentes econômicos, observa-se, como em toda teoria, um hiato entre a teoria e a realidade. O que se observa é que enquanto a demanda reage instantaneamente às variações no preço, a oferta o faz com defasagem de algum período, ou seja, a oferta de um dado período é função do preço no período anterior.

Tal comportamento é visto principalmente em produtos agrícolas e seus derivados, onde que são produzidos um ou dois anos antes de sua comercialização, devido ao tempo entre a plantação e a colheita.

Por isto, buscando maior proximidade com a realidade do mercado de etanol, optou-se por utilizar o modelo desenvolvido por Ezekiel (1938) chamado “teoria da teia de aranha”.

Assim, conforme Ezekiel (1938), suponha que as funções de oferta e demanda, evoluam em períodos diferentes, dados pelo seguinte sistema:

$$Q_{i,t+1}^o = aP_t + b \quad (11)$$

$$Q_{i,t+1}^d = -cP_{t+1} + d \quad (12)$$

Em que: $Q_{i,t+1}^o$ = Quantidade ofertada do bem i no período t+1;

$Q_{i,t+1}^d$ = Quantidade demandada do bem i no período t+1;

P_t = Preço do bem i no período t;

P_{t+1} = Preço do bem i no período t+1

a; b; c; d = Parâmetros das funções de oferta e demanda, sendo $a, c \in \mathbf{R}^+$ e em geral ($b < 0 < d$).

Sendo assim, as equações (11) e (12) demonstram que, enquanto a demanda reage imediatamente às variações no preço, a oferta o faz com a defasagem de um período. Logo, no período t+1 a oferta é função do preço no período t.

Uma vez que oferta e demanda se igualam em todos os períodos, temos que:

$$Q_{i,t+1}^o = Q_{i,t+1}^d \quad (13)$$

Substituindo as equações (11) e (12) na igualdade (13) e rearranjando os termos temos a solução de equilíbrio dada pela seguinte equação do preço

$$P_0 = \frac{d-b}{c+a} = P_e \quad (14)$$

$$P_t = (P_0 - P_e) \left(-\frac{a}{c}\right)^t + P_e \quad (15)$$

Em que: P_0 = Preço inicial;

P_e = Preço de equilíbrio.

A equação (15) mostra que quando o preço inicial P_0 é igual ao preço de equilíbrio, $P_t = P_e$, ou seja, desde que não ocorram desequilíbrios exógenos, o preço fixa-se no preço do equilíbrio estático. Quando P_0 é diferente de P_e , a estabilidade da trajetória do preço é dada pelas inclinações das curvas de oferta e demanda, representadas pelos parâmetros a e c.

Dado que em geral a inclinação da curva de oferta é positiva, e o da curva de demanda, negativa, tem-se que $-\frac{a}{c} < 0$. Assim, conforme descrito por Ezekiel

(1938) a equação de P_t segue uma trajetória temporal alternada em torno do seu valor de equilíbrio. Esta trajetória pode ser descrita pelas seguintes situações:

a) Se $|a| < |c| \Rightarrow \left| \frac{a}{c} \right| < 1$: A equação geral do preço tem uma trajetória temporal alternada com amplitude decrescente, logo, convergente, conforme demonstrado pela Figura 8.a, a seguir;

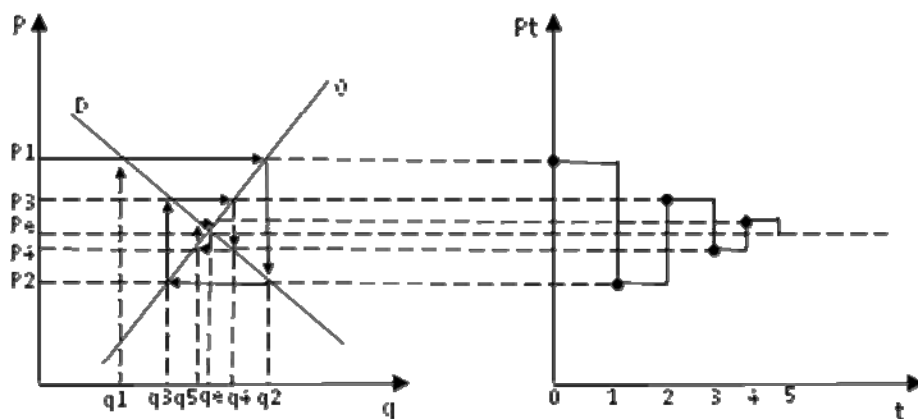


Figura 8.a: Trajetória temporal alternada convergente

b) Se $|a| > |c| \Rightarrow \left| \frac{a}{c} \right| > 1$: A equação geral do preço tem uma trajetória temporal alternada com amplitude crescente, logo, divergente, conforme demonstrado pela Figura 8.b, abaixo;

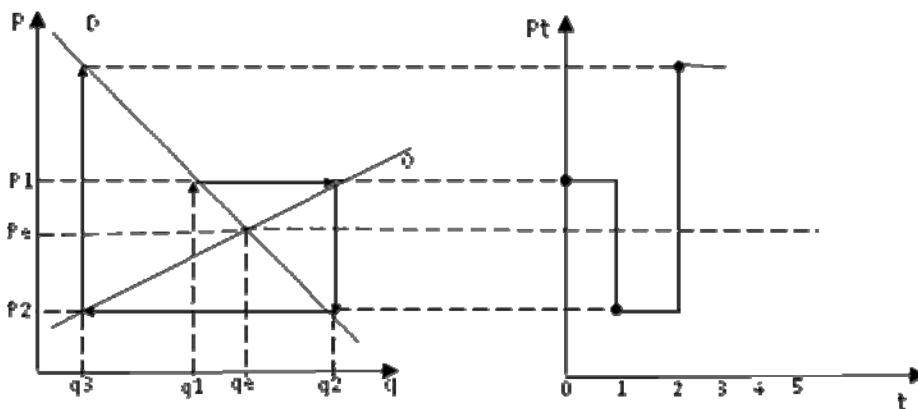


Figura 8.b: Trajetória temporal alternada divergente

c) Se $|a| = |c| \Rightarrow \left| \frac{a}{c} \right| = 1$: A equação geral do preço tem uma trajetória temporal alternada com amplitude constante (divergência infinita), conforme demonstrado pela Figura 8.c, a seguir.

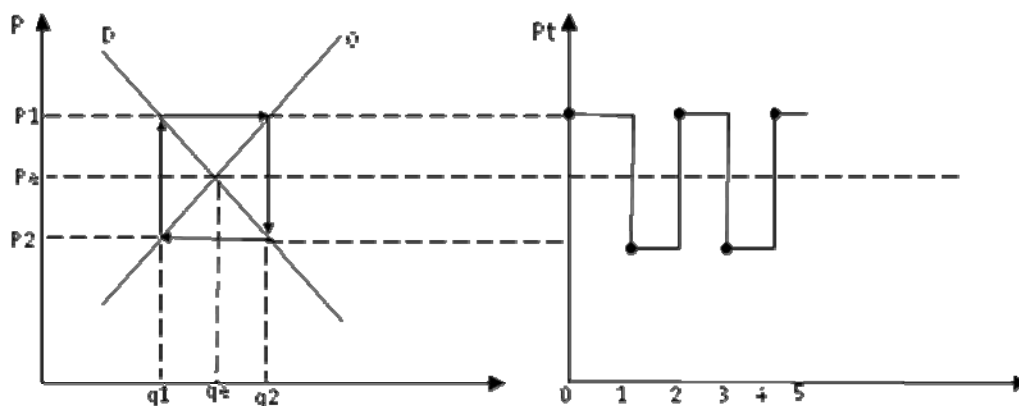


Figura 8.c: Trajetória temporal alternada divergente

O resultado obtido depende fortemente das expectativas feitas a respeito do preço inicial. Assim o autor destaca que o quão melhor for a expectativa do agente sobre o preço, melhor será o ajuste do modelo à realidade.

Desta forma, por ser um combustível produzido basicamente a partir de culturas agrícolas, em especial a cana-de-açúcar no caso brasileiro, este modelo se apresenta como um arcabouço consistente para descrever o equilíbrio do mercado de etanol, dado que o modelo de ajuste entre oferta e demanda reflete em grande parte a realidade observada para o mercado em análise.

3.2. Modelo econométrico

Após a definição do arcabouço teórico, apresentado anteriormente, esta seção se dedicará a apresentar o modelo empírico que será estimado neste trabalho.

Na equação de demanda, além das variáveis determinadas pela teoria econômica, assim como Buonfiglio; Bajay (1992), Burnquist; Bacchi (2001) e Serigati *et al* (2010), incluiu-se uma variável com o objetivo de verificar o impacto do crescimento da frota de veículos movidos a etanol sobre a demanda deste produto. Cabe destacar que, uma vez que a demanda por etanol é do tipo derivada, onde seu consumo resulta da demanda por outro bem, um aumento na demanda dos

automóveis movidos a etanol tem como resultado um aumento na demanda por este combustível, pressionando seu preço.

No presente trabalho, assim como Alves; Bueno (2003) e Serigati *et al* (2010), etanol e gasolina serão tratados como substitutos imperfeitos, caso representado pela curva de indiferença de Cobb-Douglas clássica, onde a solução de consumo é sempre uma solução interior, e nunca de canto, como pode ocorrer para os substitutos perfeitos (VARIAN, 2006). Supondo um aumento no preço da gasolina, espera-se que a demanda por etanol aumente, mas sempre sendo consumidas quantidades positivas de ambos os bens.

Sendo assim, a equação de demanda estimada neste trabalho pode ser definida da seguinte forma:

$$QE^D = \beta_0 PE^{\beta_1} PG^{\beta_2} Y^{\beta_3} TxF^{\beta_4} e^{\beta_5} \quad (16)$$

Em que: QE^D = Quantidade demandada de etanol;

PE = Preço médio do etanol ao consumidor;

PG = Preço médio da gasolina;

Y = PIB Estadual per capita;

TxF = Taxa de crescimento das vendas de veículos movidos a etanol como uma *proxy* da taxa de crescimento da frota circulante.

Já a equação de oferta pode ser definida como segue:

$$QE^O = \alpha_0 PE^{\alpha_1} PAC^{\alpha_2} PCA^{\alpha_3} CEAN^{\alpha_4} PE_{t-1}^{\alpha_5} e^{\alpha_6} \quad (17)$$

Em que: QE^O = Produção de etanol como uma *proxy* para a quantidade ofertada;

PE = Preço médio do etanol ao produtor;

PAC = Cotação do preço do açúcar no mercado internacional;

PCA = Preço da cana-de-açúcar recebido pelo produtor;

$CEAN$ = Consumo de etanol anidro;

PE_{t-1} = Preço médio do etanol ao produtor defasado em um período.

Uma vez que utilizam os mesmos insumos de produção, o preço do açúcar foi incluído na função de oferta como um bem concorrente. Assim, considerou-se que aumentos nos preços do açúcar no mercado internacional tendem a desestimular a produção de etanol.

Por fim, uma vez que preço e quantidade são determinados simultaneamente pelo equilíbrio das funções de demanda e oferta, a condição para que este seja satisfeito pode ser definida da seguinte forma:

$$QE^D = QE^O \quad (18)$$

Aplicando-se o logaritmo em ambos os lados das equações (16) e (17), de forma a obter um modelo *log-log*, onde os coeficientes estimados podem ser interpretados como as elasticidades das variáveis, obtêm-se então as equações a serem estimadas, sendo a equação (19) a que representa a demanda de etanol e a equação (20) a oferta deste produto:

Equação de Demanda:

$$\log PE_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log QE_{it} + \beta_2 \log PG_{it} + \beta_3 \log Y_{it} + \beta_4 \log TxF_{it} + \beta_5 D_1 * \log PE_{it} + \beta_6 D_1 * \log PG_{it} + \beta_7 D_2 \quad (19)$$

Sendo $i = 1, \dots, 27$ e $t = 2001$ a 2008 .

Os resultados esperados para os coeficientes da função de demanda são os seguintes:

$$\beta_1 < 0; \beta_2 > 0; \beta_3 > 0; \beta_4 > 0; \beta_5 > 0; \beta_6 > 0; \beta_7 > 0 \text{ e } \beta_8 > 0.$$

Equação de oferta

$$\log QE_{it}^O = \alpha_0 + \alpha_1 \log PE_{it} + \alpha_2 \log PAC_{it} + \alpha_3 \log PCA_{it} + \alpha_4 \log CEAN_{it} + \alpha_5 \log PE_{it-1} + w_{it} \quad (20)$$

Sendo $i = 1, \dots, 27$ e $t = 2001$ a 2008 .

Os resultados esperados para os coeficientes da função de oferta são os seguintes:

$$\alpha_1 > 0; \alpha_2 < 0; \alpha_3 < 0; \alpha_4 < 0 \text{ e } \alpha_5 > 0.$$

3.3. Método de estimação

3.3.1. Modelo de equações simultâneas

Segundo a teoria microeconômica, o preço e a quantidade de equilíbrio de um bem são determinados simultaneamente, onde um exerce influência sobre o outro. Com isto, conforme demonstrado por Gujarati (2006), na presença de simultaneidade, mesmo que a amostra aumente indefinidamente, a estimação por meio do método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) produz estimativas tendenciosas e inconsistentes, superestimando os verdadeiros β do modelo.

Por isto faz-se necessária a definição da existência ou não desta simultaneidade para que os parâmetros estimados sejam representações não viesadas dos parâmetros populacionais.

Para isto, inicialmente deve-se definir o conjunto de variáveis endógenas, determinadas dentro do próprio modelo, e exógenas ou endógenas defasadas, conjuntamente definidas como variáveis predeterminadas, determinadas fora do modelo. Neste trabalho, preço e quantidade de etanol são as variáveis endógenas, enquanto os preços da gasolina, dos insumos e do açúcar no mercado internacional, o PIB estadual per capita, taxa de crescimento da frota de veículos movidos a etanol e o preço do etanol defasado em 1 período, são as variáveis predeterminadas.

Neste caso, faz-se necessária a utilização de variáveis instrumentais que representem as variáveis estruturais do modelo, mas que não carreguem consigo o viés decorrente da simultaneidade das equações.

Além da simultaneidade dos parâmetros, este método apresenta ainda outro problema para sua estimação. Gujarati (2006, p. 594) define então o problema da identificação como a possibilidade de se obter, ou não, os parâmetros de uma equação estrutural a partir dos coeficientes estimados das suas variáveis instrumentais.

Assim, pode-se classificar uma equação de um sistema de equações simultâneas como identificada ou não identificada (subidentificada). Em uma equação subidentificada o menor número de parâmetros instrumentais impossibilita a determinação dos parâmetros estruturais da equação. Para que sua determinação seja possível, é necessário que a equação seja identificada. Neste caso ela pode ser classificada como exatamente identificada, onde o número de variáveis instrumentais é igual ao número de parâmetros da forma estrutural, ou como superidentificada, onde este número é maior (GUJARATI, 2006).

Conforme Gujarati (2006), neste trabalho, a determinação da identificação ou não das equações de oferta e demanda de etanol será feita a partir das condições de identificação de *ordem* e *posto*, que podem ser definidas como segue.

Seja $K = N^\circ$ de variáveis exógenas, incluindo os interceptos, no sistema; $G = N^\circ$ de variáveis exógenas da equação analisada; $M = N^\circ$ de variáveis endógenas no sistema; e $N = N^\circ$ de variáveis endógenas da equação analisada.

A condição de ordem define que, para que uma equação seja identificada, ela deve satisfazer:

$$K - G \geq N - 1 \quad (21)$$

Onde: $K - G = N - 1 \rightarrow$ equação exatamente identificada;

$K - G > N - 1 \rightarrow$ equação superidentificada.

Já a condição de posto, diz que em um modelo de equações simultâneas, uma equação é identificada, se e somente se, pelo menos um determinante diferente de zero, de ordem $(M-1)(M-1)$ puder ser obtido a partir da matriz dos coeficientes das variáveis excluídas da equação avaliada, mas incluídas nas outras equações do modelo (GUJARATI, 2006).

Dado que na presença do viés de simultaneidade a estimação por meio do MQO não produz estimativas consistentes dos parâmetros do modelo, é necessária a adoção de métodos alternativos que considerem o impacto dos parâmetros de cada equação do sistema separadamente. Na literatura os métodos para estimação de modelos de equações simultâneas são classificados como "*Métodos de Informação Limitada*" e "*Métodos Sistêmicos ou de Informação Plena*".

Dentre os métodos de informação limitada mais utilizados, pode se destacar os métodos de Mínimos Quadrados Indiretos (MQI) e de Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E). Já dentre os métodos de informação plena, destaca-se o de Mínimos Quadrados de Três Estágios (MQ3E).

O MQI consiste em redefinir as equações estruturais em suas formas reduzidas, para que cada equação tenha apenas uma variável endógena em função das demais variáveis predeterminadas do modelo. Embora de simples estimação, o MQI apresenta a limitação de ser aplicado somente a equações exatamente identificadas, dado que a transformação da variável obtida pela equação em sua forma reduzida nos parâmetros estruturais demanda que haja uma relação de um para um entre eles (GUJARATI, 2006).

Já o MQ2E consiste em determinar variáveis instrumentais e estimar o sistema em dois estágios. No primeiro estágio é feita a estimação das variáveis endógenas contra todas as variáveis predeterminadas do sistema. Com isto, a variável dependente estocástica se torna uma combinação linear das variáveis

independentes não estocásticas mais um componente aleatório, que, segundo os pressupostos do MQO, são não correlacionados (GUJARATI, 2006).

Feito isto, é possível estimar no segundo estágio a combinação linear definida anteriormente, que após a transformação inicial não é mais assintoticamente correlacionada com o termo de erro, possibilitando a obtenção dos parâmetros consistentes e não tendenciosos da equação.

A principal vantagem do MQ2E sobre o MQI é que ele pode ser aplicado a equações superidentificadas, uma vez que neste caso ele oferece estimativas únicas para cada parâmetro.

O MQ3E é chamado de método de informação plena devido ao seu mecanismo, que consiste em estimar todas as equações do sistema de forma simultânea aplicando os Mínimos Quadrados Generalizados, levando em consideração a correlação entre os termos de erro de cada equação (GREENE, 2008). O método utiliza ainda os resíduos do segundo estágio para gerar uma matriz de variância-covariância estimada para operacionalizar o terceiro estágio. Assim como no MQ2E, os parâmetros são consistentes e eficientes assintoticamente, embora sejam tendenciosos e mais sensíveis a erros de especificação.

Finalmente, conforme definido por Gujarati (2006), embora a teoria econômica indique que há simultaneidade na determinação da oferta e da demanda, faz-se necessário a verificação da presença desta na amostra dos dados analisados. Para isto, serão aplicados os testes de simultaneidade e endogeneidade, desenvolvidos por Hausman. O teste de simultaneidade aqui aplicado consiste em regredir o preço do etanol contra todas as variáveis exógenas do sistema e obter os resíduos desta equação. Em seguida, regride-se a quantidade demandada de etanol contra o preço e os resíduos obtidos por meio da equação definida anteriormente. Por fim, avalia-se a significância estatística do resíduo estimado para a definição da quantidade demandada. A hipótese nula do teste é que não há viés de simultaneidade (GUJARATI, 2006, p. 605).

3.3.2. Modelo de dados em painel

A organização dos dados em um painel consiste em combinar mais de uma unidade de seção cruzada (*cross-section*) para mais de um período de tempo.

Baltagi (2005) apontou as seguintes vantagens para utilização deste tipo de método para análises empíricas:

- Considera explicitamente a existência da heterogeneidade entre os indivíduos da amostra;
- Possibilita a utilização de um maior número de graus de liberdade e uma informação mais completa, uma vez que analisa um grupo de indivíduos ao longo do tempo;
- Permite captar e mensurar efeitos que não poderiam ser analisados em métodos apenas de *cross-section* ou de séries temporais.

O objetivo da estimação de dados em painel é incorporar à análise as diferenças entre os indivíduos da amostra quando existentes, e, como destacado por Baltagi (2005), realizar um estudo mais completo do problema de pesquisa. Sendo assim, sua utilização neste trabalho busca identificar se existem diferenças entre os parâmetros da oferta e da demanda de etanol entre os estados, e, caso existentes, em que magnitude influenciam as decisões dos consumidores e produtores deste combustível.

Inicialmente, ao estimar um modelo organizado em um painel, deve se verificar se as diferenças entre os indivíduos da amostra são estatisticamente significativas. Na ausência de tais diferenças, o modelo estimado, conhecido como *Pooled*, deve ser obtido utilizando o MQO, onde todos os indivíduos da amostra são considerados como um só (GUJARATI, 2006). A determinação da existência ou não de tais diferenças será feita por meio da aplicação do teste de Chow para comparação de modelos restritos e irrestritos (GUJARATI, 2006).

Caso tais diferenças sejam significativas, sua estimação por MQO produzirá estimadores viesados e inconsistentes. Para estes casos o modelo pode ser especificado como de efeitos fixos ou aleatórios.

O modelo de efeitos fixos pressupõe que mesmo havendo diferenças entre os indivíduos, cada indivíduo da amostra possui seu próprio intercepto (GUJARATI, 2006). A estimação deste modelo pode ser feita de três formas diferentes. A primeira delas considera que os coeficientes angulares são constantes e os interceptos variáveis entre os indivíduos. A segunda considera coeficientes angulares fixos e variações dos interceptos entre os indivíduos e ao longo do tempo e na terceira forma todos os coeficientes variam entre os indivíduos simultaneamente, mas são

fixos no tempo. Embora diferentes entre si, o método de estimação para as três formas consiste em incluir *dummies* que capturem as heterogeneidades dos indivíduos da amostra (GUJARATI, 2006).

Já no modelo de efeitos aleatórios ou modelo de componentes de erro, ao invés de incluir *dummies* para captar as diferenças entre os indivíduos, o intercepto do modelo é transformado para incorporar o componente de erro aleatório. Desta forma, este intercepto do modelo representa uma média dos interceptos de todos os indivíduos da amostra, e o termo de erro um desvio aleatório de cada indivíduo em relação a esta média (BALTAGI, 2005).

Para determinar qual dos modelos descritos acima se ajusta melhor aos dados, deve-se observar uma série de questões. Conforme destacado por Johnston e DiNardo (*apud* GUJARATI, 2006, p. 651), não existe uma regra simples para a escolha entre efeitos fixos e aleatórios. Deve-se considerar então, a forma como a amostra foi construída, a relação entre os regressores e o tamanho da amostra tanto em sua dimensão temporal quanto dos indivíduos. Além disto, é necessário determinar se há correlação entre os termos de erro e os regressores. Na presença de correlação, a estimação deve ser feita considerando-se os efeitos fixos, uma vez que o modelo de efeitos aleatórios produzirá estimativas inconsistentes (GUJARATI, 2006).

Entretanto, o teste formal desenvolvido em 1978 por Hausman (*apud* GUJARATI, 2006, p. 651) baseado no cálculo da diferença dos estimadores entre os modelos de efeitos fixos e de efeitos aleatórios, pode ser usado para indicar qual destas especificações é mais apropriada aos dados. A hipótese nula do teste indica que as diferenças entre os regressores não são significativas. Assim, ao não rejeitar a hipótese nula, pode-se concluir que o modelo mais apropriado deva considerar os efeitos aleatórios ao longo do tempo.

Devido às especificidades que a organização dos dados em painel introduz no modelo, a estimação por meio do MQO produz estimadores não eficientes, ou seja, que não tem a menor variância. Por isto, o método utilizado deve ser o dos Mínimos Quadrados Generalizados (MQG), que segundo Baltagi (2005) são eficientes e consistentes assintoticamente¹¹.

¹¹ Ver BALTAGI (2005).

A amostra organizada em painel pode apresentar ainda problemas de heterocedasticidade e autocorrelação dos erros. Para verificar sua existência, serão aplicados os testes de Wald modificado para heterocedasticidade em grupo e de Wooldridge para avaliação de autocorrelação de primeira ordem, conforme discutido em Greene (2008). Caso seja identificada a presença dos problemas descritos anteriormente, sua correção será feita utilizando os procedimentos desenvolvidos por Driscoll; Kraay (1998).

3.3.3. Modelo de equações simultâneas em dados em painel

Ao estimar um modelo que contemple um sistema de equações simultâneas em dados em painel, para se obter estimadores consistentes e não viesados é necessário considerar as especificidades de ambos os métodos.

Assim, o método desenvolvido por Baltagi em 1981 (BALTAGI, 2005) consiste em obter os termos de erro considerando o modelo de efeitos fixos e variáveis entre os indivíduos em uma estimação de dois estágios e, assim, combiná-los de forma a obter o componente de erro da estimação¹².

Um método alternativo e mais geral de estimação foi desenvolvido por Balestra; Varandharajan-Krishnakumar (1987), que utiliza mínimos quadrados generalizados em dois estágios (G2SLS¹³) para obter os parâmetros da equação analisada. Estes autores basearam-se no modelo desenvolvido por Baltagi em 1981 (BALTAGI, 2005) e demonstraram que tal método é consistente e eficiente, também para a estimação com efeitos fixos. Todavia, segundo Baltagi (2005), o grupo de instrumentos utilizados para obter o EC2SLS¹⁴ abrange o conjunto estimado pelo G2SLS, além de fornecer estimativas mais robustas dos erros-padrão, embora utilize um número maior de graus de liberdade.

Por fim, tanto os testes de simultaneidade quanto os testes de Chow e Hausman podem ser aplicados neste método utilizando os mesmos mecanismos e hipóteses dos métodos tradicionais (BALTAGI, 2005).

¹² Ver BALTAGI (2005, p. 113-116).

¹³ *Generalized Two-Stage Least Square*

¹⁴ *Error Correction Two-Stage Least Square.*

3.4. Fontes e tratamentos dos dados

As variáveis utilizadas no modelo e suas fontes podem ser definidas como segue:

Consumo de etanol

Extraído do *site* da ANP com periodicidade anual no período de 2001 a 2008 para os estados brasileiros e apresentado em m³ (metros cúbicos).

Produção de etanol

Utilizada como uma *proxy* para a oferta de etanol, foi extraída do *site* da ÚNICA com periodicidade anual no período de 2001 a 2008, para São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Alagoas e Paraná, em m³.

Preços médios do etanol e da gasolina

Os preços médios do etanol e da gasolina foram extraídos do boletim da ANP, em seu canal Defesa da Concorrência. Estes estão apresentados em R\$/l e são calculados a partir de pesquisas feitas nos postos de combustíveis de todo o Brasil. Segundo a metodologia desta pesquisa, a amostra de postos revendedores de combustíveis contempla as 27 capitais, além de outros 555 municípios (cerca de 10%) definidos aleatoriamente. Os dados foram utilizados em periodicidade anual no período de 2001 a 2008 e deflacionados utilizando o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Preços médios ao produtor do etanol

Obtido no *site* do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ESALQ) em periodicidade anual, no período de 2001 a 2008, deflacionado pelo IPCA.

Produto Interno Bruto per capita

Utilizou-se como *proxy* para variável renda do consumidor o PIB per capita dos estados em R\$, no período de 2001 a 2008, deflacionado pelo IPCA. Os dados foram extraídos do *site* IPEADATA.

Taxa de Crescimento da Frota de Veículos movidos a álcool hidratado

Esta variável foi obtida por meio da consolidação dos dados das vendas de veículos movidos a etanol e de veículos bicompostíveis para todos os estados brasileiros disponibilizados pela ANFAVEA. A utilização desta *proxy* para a taxa de crescimento da frota de veículos se justifica pela indisponibilidade de dados mais precisos, uma vez que o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), órgão oficial do governo brasileiro que contabiliza os veículos em circulação, não os separa por combustível, e sim por tipo de veículos.

Para determinar o tamanho aproximado da frota circulante mensal de cada estado, utilizou-se a participação destes meses a mês na frota total de automóveis e de veículos comerciais leves a partir das estatísticas oficiais disponibilizadas pelo DENATRAN.

Assim, uma vez que, segundo SINDIPEÇAS (2009), a idade média dos automóveis brasileiros é de 8 anos e 10 meses, agregou-se os dados das vendas de veículos movidos a etanol para todos os estados no período de julho de 2001 a dezembro de 2008, sem considerar saídas de veículos de circulação. Com isto, a frota total brasileira de automóveis e de veículos comerciais leves, movidos a etanol (somados os movidos apenas a etanol e os bicompostíveis), considerada no modelo foi de 9.763.441 veículos, valor um pouco maior do que as 9.215.340 unidades estimadas por SINDIPEÇAS (2009), mas que ainda permite captar a taxa de crescimento desta frota.

Preço do açúcar no mercado internacional

Dado que etanol e açúcar são concorrentes na produção, uma vez que ambos utilizam processos produtivos muito próximos e os mesmos insumos, as variações no preço do açúcar possuem grande peso na determinação da oferta de etanol. Os dados foram extraídos do IPEADATA, em US\$/ton, sendo transformados em R\$/ton utilizando a taxa de câmbio média para cada ano. Após a conversão, os preços foram deflacionados utilizando o IPCA.

Preço da cana de açúcar recebido pelo produtor

Dado que o principal insumo produtivo do etanol produzido no Brasil é a cana-de-açúcar, incluiu-se esta variável devido à sua importância na composição dos custos das usinas e conseqüentemente na determinação do preço do etanol

comercializado na bomba para o consumidor final. Os dados foram extraídos do portal de FGVDados da Fundação Getúlio Vargas e estão em R\$/ton deflacionados utilizando o IPCA.

Consumo de etanol anidro

Definido a partir da aplicação do índice obrigatório de adição de etanol anidro à gasolina vendida, determinado em cada portaria do Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento (MAPA), conforme apresentado no quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Percentual de adição obrigatório de etanol anidro à gasolina

Portaria/Decreto	Data	Período de vigência	% adição
Decreto n° 3.324	29/5/2001	05/2001 a 12/2001	22
Portaria MAPA n° 589	10/12/2001	01/2002 a 05/2002	24
Portaria MAPA n° 266	21/6/2002	06/2002 a 01/2003	25
Portaria MAPA n° 17	24/1/2003	02/2003 a 05/2003	20
Portaria MAPA n° 554	27/5/2003	06/2003 a 02/2006	25
Portaria MAPA n° 51	22/2/2006	03/2006 a 10/2006	20
Portaria MAPA n° 278	10/11/2006	11/2006 a 06/2007	23
Portaria MAPA n° 143	27/6/2007	A partir de 07/2007	25

Fonte: Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento – MAPA (2009).

A fonte dos dados de consumo de gasolina foi o *site* da ANP com periodicidade anual 2001 a 2008 para todas as unidades da federação e apresentados em m³.

Além das variáveis definidas anteriormente incluiu-se também duas variáveis binárias, cujo comportamento pode ser definido como segue:

$$D_1 \left\{ \begin{array}{l} 0 \text{ se participação \% do estado é } < 3\% \text{ da produção nacional de} \\ \text{etanol} \\ 1 \text{ caso contrário} \end{array} \right.$$

$$D_2 \left\{ \begin{array}{l} 0 \text{ para os anos anteriores a 2003} \\ 1 \text{ caso contrário} \end{array} \right.$$

Com a *dummy* D1 espera-se verificar se existem diferenças significativas entre as elasticidades dos estados produtores de etanol e os não produtores. Para

realizar tal diferenciação, o critério adotado foi incluir no grupo dos produtores os estados que participaram com 3% ou mais da produção nacional deste combustível em 2009. Os estados para os quais D1 assume valor 1 são: São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Alagoas, que juntos responderam por 92,8% de toda a produção nacional de etanol em 2009. Esta variável foi introduzida no modelo por meio da interação desta com os preços do etanol e da gasolina. A hipótese adotada para a inclusão desta variável é de que devido à maior proximidade com os produtores, os consumidores destes estados sejam mais sensíveis às variações no preço. Assim, espera-se verificar se existem diferenças significativas na inclinação tanto da elasticidade preço quanto na elasticidade cruzada.

Já a *dummy* D2 tem o objetivo de verificar se houveram mudanças estruturais no mercado deste combustível após a introdução dos veículos bicomcombustíveis, cuja comercialização teve início em março de 2003. Assim, esta variável assume valor 1 para 2003 e anos posteriores. Da mesma forma, foi introduzida no modelo por meio da interação com os preços do etanol e da gasolina. Espera-se que tanto a variável de interação com o preço do etanol quanto a de interação com o preço da gasolina sejam estatisticamente significativas e positivas, ou seja, com a introdução dos veículos bicomcombustíveis no mercado o consumidor se tornou mais sensível às variações nos preços destes combustíveis.

Dada a natureza das variáveis e o objetivo do trabalho, caso seja identificado o problema do viés de simultaneidade na determinação do preço e da quantidade de equilíbrio do etanol, utilizar-se-á a metodologia apresentada em Baltagi (2005), necessária à estimação de um modelo de equações simultâneas.

Além disto, uma vez que o modelo refere-se a mais de uma unidade de seção cruzada e os dados compreendem o período de 2001 a 2008, optou-se pela organização dos dados em uma estrutura de painel.

Vale destacar que, uma vez que os modelos teóricos da demanda e da oferta determinam as relações entre as variáveis preço e quantidade em sua forma estrutural, o modelo estimado não considera os aspectos temporais da formação destas séries, como a presença de raízes unitárias, visto que estas serão tratadas apenas em nível e não em diferenças.

Concluída a definição do referencial teórico e a determinação da metodologia utilizada para o tratamento dos dados, a seção seguinte apresentará os resultados das estimações e testes, além das discussões e comparações com outros trabalhos sobre o tema.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela condição de posto, seja “A” a matriz formada pelos coeficientes estruturais das variáveis endógenas incluídas na equação de demanda, e “B” a matriz dos coeficientes estruturais das variáveis endógenas incluídas na equação de oferta:

$$\text{Demanda: } p(A) = M - 1 = 2 - 1 = 1 \quad (22)$$

$$\text{Oferta: } p(B) = M - 1 = 2 - 1 = 1 \quad (23)$$

Já pela condição de ordem:

$$\text{Demanda: } 7 - 3 > 2 - 1 \quad (24)$$

$$\text{Oferta: } 7 - 4 > 2 - 1 \quad (25)$$

Logo, conclui-se que, satisfeitas ambas as condições definidas anteriormente, tanto a equação de demanda quanto a de oferta são superidentificadas, possibilitando que os coeficientes estruturais desejados sejam obtidos através de Mínimos Quadrados Generalizados de Dois Estágios (MQ2E).

Analisando os dados apresentados na Tabela 6, observa-se primeiramente que os resultados dos testes de simultaneidade rejeitaram a hipótese da existência do viés de simultaneidade na determinação do preço e da quantidade, tanto na oferta quanto na demanda de etanol. Embora este resultado não seja o esperado, ele reflete a estrutura do mercado deste combustível. A presença de agentes econômicos, como distribuidores e postos revendedores, entre os produtores e os consumidores, e dos impostos incidentes na produção e na distribuição, produz distorções em relação aos preços do etanol pagos ao produtor e os cobrados do consumidor.

Conforme visto pela Figura 9, embora o comportamento de ambos os preços seja parecido, em alguns momentos os preços ao consumidor apresentaram crescimentos maiores do que os preços ao produtor, demonstrando as distorções existentes neste mercado.

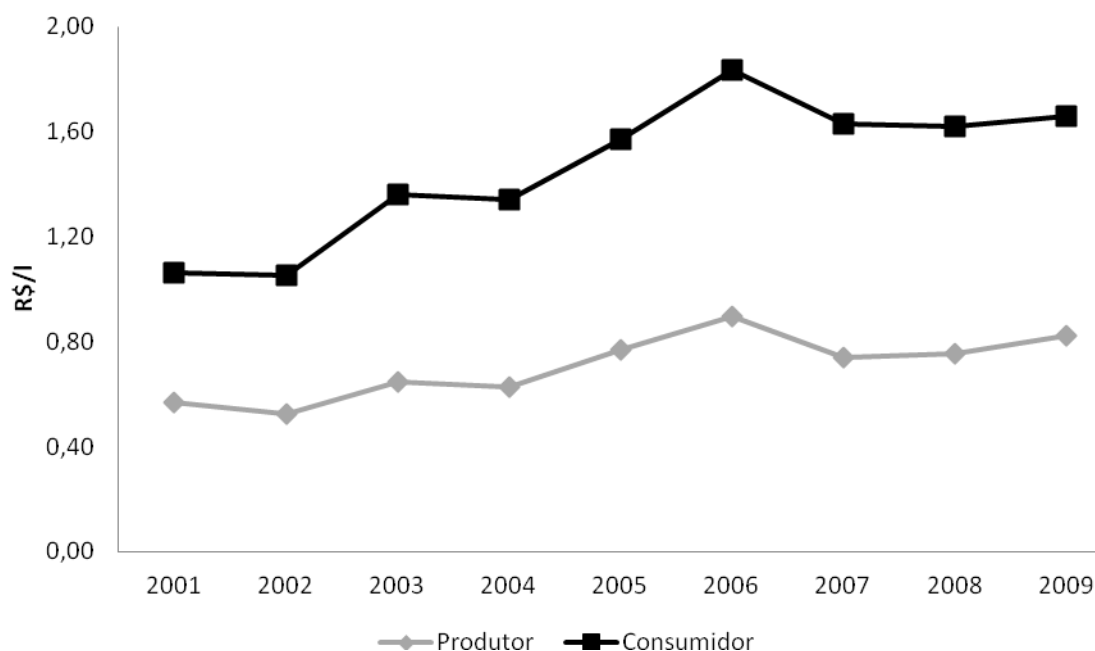


Figura 9: Preço real médio do etanol ao consumidor e ao produtor – 2001 a 2009.
 Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2009).

Assim, os resultados dos testes de simultaneidade indicaram que as equações de demanda e oferta deste combustível devem ser estimadas utilizando o método de MQO, e não o de MQ2E, visto que a tentativa de correção de um viés inexistente (simultaneidade) poderia comprometer a consistência dos parâmetros estimados.

Os testes de Chow, com estatísticas de 31,328 para a função de demanda e de 105,408 para a função de oferta, confirmaram, ambos a 1% de significância, a presença de heterogeneidade entre os estados brasileiros, tanto para a determinação da demanda quanto da oferta. O resultado indica que o método utilizado para a estimação dos coeficientes deve considerar tais diferenças.

Já o teste de Hausman obteve uma estatística de 17,68 para a demanda e de 14,35 para a oferta, ambos distribuídos em χ^2 com 8 graus de liberdade. Sendo assim, é possível rejeitar a 5% de significância para ambas as equações, a hipótese nula de que o modelo que melhor se ajusta aos dados é o de efeitos aleatórios. Isto indica que o modelo a ser estimado deve considerar a presença de efeitos fixos.

Ainda analisando a Tabela 5, os testes de Wooldridge rejeitaram a hipótese nula de que não existe autocorrelação serial entre as variáveis a 1% de significância para ambas as equações.

Por fim, as estatísticas do teste de Wald modificado para heterocedasticidade em grupo rejeitaram a 1% de significância, a hipótese nula de que as variâncias são iguais em todos os grupos, demonstrando que os erros não são homocedásticos.

Tabela 5: Resultados dos testes de simultaneidade, Chow, Hausman, Wald modificado para heterocedasticidade em grupo e Wooldridge para autocorrelação em painel para as equações de oferta e demanda de etanol

Teste	Estatística do Teste	p-valor
Demanda		
Simultaneidade	-0,300	0,767
Chow	31,3279***	0,000
Hausman	17,68**	0,039
Wald	104,71***	0,000
Wooldridge	40,752***	0,000
Oferta		
Simultaneidade	0,620	0,538
Chow	105,408***	0,000
Hausman	14,35**	0,026
Wald	116,679***	0,000
Wooldridge	246,97***	0,000

Fonte: Dados da pesquisa

**Significativo a 5%

***Significativo a 1%

Uma vez que os testes de autocorrelação e heterocedasticidade identificaram a presença de ambas às violações dos pressupostos do MQO clássico, as estimações foram feitas utilizando os procedimentos de correção propostos por Driscoll; Kraay (1998), conforme definido anteriormente na metodologia do trabalho. Os resultados da equação de demanda estão apresentados na Tabela 6.

Observa-se que o modelo produziu estimativas conjuntas significativas, dado que o valor de 276,86 da estatística F, foi estatisticamente significativo a 1%, confirmando que em conjunto, os estimadores são válidos para explicar o consumo de etanol nos estados brasileiros. Além disto, o R^2 de 0,764, indica que 76,4% das variações na demanda de etanol foram devidas às variações das variáveis explicativas incluídas no modelo.

Para o preço do etanol, o sinal negativo confirma a relação inversa deste com o seu consumo, conforme o esperado pela teoria econômica. Além disto, o valor de (-2,123), estatisticamente significativo a 1%, demonstra que a demanda de etanol é

preço-elástica, uma vez que uma variação de 1% no seu preço gera uma variação de 2,12% em sua demanda, variação esta maior do que a unidade.

Os resultados confirmaram a 1% de significância a hipótese de que etanol e gasolina devem ser tratados como substitutos imperfeitos, uma vez que a elasticidade cruzada foi estatisticamente significativa e o sinal encontrado foi o esperado. Assim, uma variação de 1% no preço da gasolina gera um impacto de 1,25% na demanda de etanol. Tal hipótese foi confirmada também pelos trabalhos de Buonfiglio; Bajay (1992), Burnquist; Bacchi (2001), Alves; Bueno (2003), Diehl *et al* (2007), Nappo (2007) e Serigati *et al* (2010).

Com relação ao PIB estadual per capita, o sinal positivo encontrado foi o esperado, indicando que a variação na demanda ocorre no mesmo sentido da variação da renda do consumidor. Além disto, o valor de 0,883, menor do que 1, confirma a hipótese de que o etanol é um bem normal. Tal resultado também foi encontrado por Diehl *et al* (2007), onde de acordo com as elasticidades-renda médias obtidas, um aumento na renda gera um aumento relativamente maior na despesa com gasolina do que na despesa com etanol, demonstrando uma preferência dos consumidores pela gasolina, em detrimento ao etanol. Isto pode indicar que ainda há certa resistência dos consumidores com relação ao etanol, como um reflexo dos problemas ocorridos com este combustível durante o PROÁLCOOL.

Já para o efeito do crescimento da frota circulante de veículos movidos a etanol sobre a demanda deste combustível, assim como Buonfiglio; Bajay (1992), Nappo (2007) e Serigati *et al* (2010) foi confirmada a influência da frota de veículos sobre o consumo, dado que a 1% de significância, uma variação de 1% na frota circulante destes veículos gera um impacto de 0,21% sobre a demanda de etanol.

Por fim, com relação às variáveis binárias incluídas no modelo, as interações das *dummies* D1 e D2 foram estatisticamente significativas a 1%. Para a *dummy* D1, o coeficiente da interação desta com o preço do etanol indica que a elasticidade preço é cerca de 0,768 ponto percentuais mais alta nos estados produtores do que nos não produtores. Já a interação com o preço da gasolina, embora tenha sido significativa, não apresentou o sinal esperado. O coeficiente estimado indica que a elasticidade cruzada é menor nos estados produtores do que nos não produtores, em cerca de 0,678 pontos percentuais.

Com relação à *dummy* D2, o coeficiente estimado para a interação desta com o preço do etanol confirmou a hipótese de mudança na inclinação da demanda deste combustível com relação a seu preço, após a introdução dos veículos bicombustível. Após 2003 a elasticidade-preço do etanol aumentou em cerca de 0,808 pontos percentuais. Por fim, o coeficiente da interação da *dummy* D2 com o preço da gasolina, indicou que a elasticidade cruzada reduziu após o início das vendas dos veículos bicombustíveis, passando assim, de elástica para inelástica. Embora este resultado não fosse o esperado, mais uma vez confirma a importância do preço do etanol para os consumidores na decisão de consumir etanol ou gasolina.

Tabela 6: Função de demanda de etanol estimada para todos os estados

Variável	Coeficiente	Erros Padrão (Drisc. Kraay)	p-valor
Preço Etanol***	-2,123	0,515	0,000
Preço Gasolina***	1,249	0,326	0,012
PIB per Capita***	0,883	0,326	0,001
Frota***	0,211	0,024	0,000
D1*Preço Etanol***	0,768	0,120	0,000
D1*Preço Gasolina***	-0,676	0,133	0,000
D2*Preço Etanol***	0,808	0,225	0,000
D2*Preço Gasolina***	-0,858	0,167	0,001
Constante	0,686	2,818	0,809
F (8, 26)		271,86	0,000
R ²		0,764	-
Número de Observações		216	-

Fonte: Dados da pesquisa

***Significativo a 1%

Os resultados da estimação da função de oferta de etanol estão apresentados na Tabela 7, a seguir. Assim como para a demanda, foram utilizados os procedimentos propostos por Driscoll; Kraay (1998) para correção dos problemas de heterocedasticidade e autocorrelação. Embora os coeficientes estimados, à exceção da quantidade do etanol anidro, tenham sido significativos a 5%, os sinais encontrados não foram os esperados pela teoria. Dado que São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e Alagoas são responsáveis por mais de 90% da produção nacional de etanol, é possível que as diferenças nos níveis de produção entre os estados produtores e os demais estados brasileiros tenham comprometido a consistência dos parâmetros. Com isso, a relação das variáveis explicativas com a oferta de etanol se apresentou viesada, dado que um

grande número de estados ou não tem produção, ou ela é muito pequena, comparado ao volume produzido nestes 7 estados.

Tabela 7: Função de oferta de etanol estimada para todos os estados

Variável	Coefficiente	Erros Padrão (Drisc. Kraay)	p-valor
Preço Etanol***	-1,084	0,370	0,009
Preço Açúcar**	1,700	0,645	0,016
Qte. Etanol Anidro	0,124	0,190	0,523
Preço Cana de Açúcar***	-2,545	0,665	0,001
Preço Etanol (t-1)***	1,123	0,234	0,000
Constante***	14,078	1,912	0,000
F (7, 26)		62,510	0,000
R ²		0,333	-
Número de Observações		140	-
Número de Cross-Section		20	-

Fonte: Dados da pesquisa

**Significativo a 5%

***Significativo a 1%

Devido à maior proximidade com os produtores, e conseqüentemente menores custos de transporte, conforme observado na Figura 10, a seguir, os consumidores dos 7 maiores estados produtores de etanol observaram menores preços médios para este combustível ao longo de 2009 do que os consumidores dos demais estados brasileiros. A baixa competitividade do preço do etanol nos estados não produtores é determinante para a baixa inserção deste no mercado de combustíveis para veículos leves destes estados.

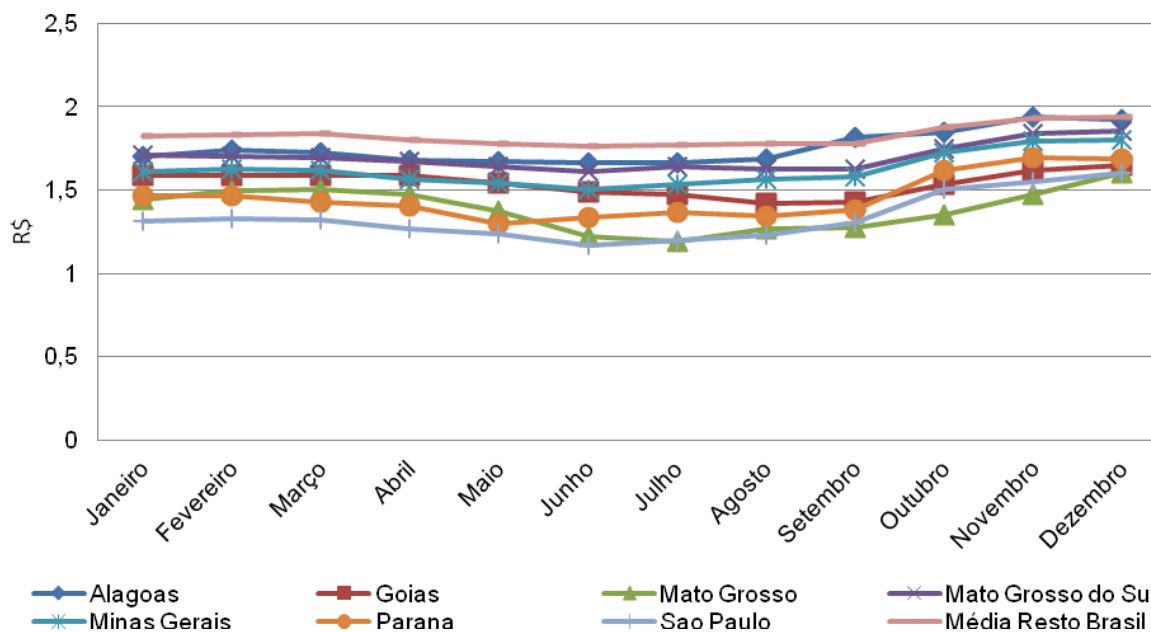


Figura 10: Preço nominal médio ao consumidor nos maiores estados produtores de etanol e média do resto do país.

Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2009).

Como pode ser visto pela Figura 11, entre 2001 e 2009, observou-se significativo crescimento da participação do etanol no total consumido entre os estados produtores (187,5%), chegando a pouco mais da metade do mercado em alguns momentos. Enquanto em 2001 o etanol representava 16,3% do total consumido nos 7 maiores estados produtores deste combustível, em 2009 este percentual já era de 46,9%.

Já para os estados não produtores, embora também tenha havido um crescimento na penetração do etanol no mercado de combustíveis (117%), esta participação nunca foi maior do que 30% no período, demonstrando que o etanol ainda está longe de se consolidar como um concorrente real para a gasolina nestes mercados.

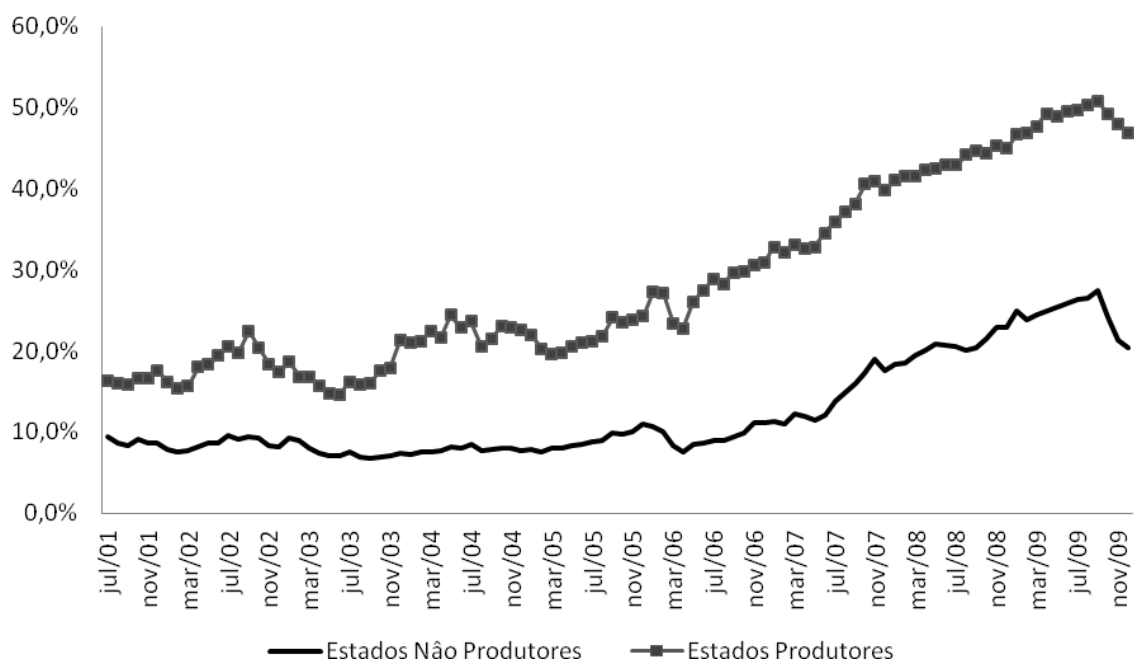


Figura 11: Participação percentual do etanol no total consumido de combustíveis por veículos leves nos estados produtores e não produtores de etanol – 2001 a 2009. Fonte: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (2009).

Por isto, estimou-se também a oferta considerando apenas estes 7 estados, com o objetivo de verificar se o modelo geraria boas estimativas da oferta para este grupo. Os resultados confirmaram que a influência dos demais estados na amostra era responsável pelos sinais divergentes encontrados no modelo para todo o país. Os resultados foram apresentados na Tabela 8, a seguir.

Para a oferta, vale destacar que, o preço defasado tem importante papel na determinação da quantidade ofertada, especialmente para produtos agropecuários ou derivados, como o etanol. Isto é devido ao tempo que os produtores levam entre o plantio e a colheita. Assim, dado que o ciclo de produção da cana-de-açúcar tem em média de 1 a 2 anos, o preço do etanol foi defasado em 1 período. Além disto, testou-se também tal defasagem para o preço da cana-de-açúcar, principal insumo da produção, não apresentando resultados coerentes com a teoria econômica.

Primeiramente, o valor de 113,21 da estatística F, significativo a 1%, indica que o modelo apresentado se ajustou bem aos dados, gerando estimativas válidas dos parâmetros da função populacional. Além disto, o R^2 do modelo foi de 0,661, ou seja, 66,1% das variações na oferta de etanol podem ser explicadas pelas variáveis incluídas no modelo.

À exceção do preço do açúcar, os resultados dos demais coeficientes foram os esperados, tanto em relação ao sinal, quanto em relação à significância estatística. Desta forma, a oferta estimada apresentou um sinal positivo com relação ao preço do etanol e negativo com relação aos preços dos insumos produtivos.

Assim, um aumento de 1% no preço do etanol, gera um aumento de 1,6% na quantidade ofertada, o que significa que a oferta do etanol, assim como sua demanda, é preço-elástica. Já em relação ao preço defasado em um período, a oferta se mostrou preço-inelástica a 5% de significância.

Ficou confirmado, também a 1% de significância, que, uma vez que o usineiro pode facilmente escolher entre produzir etanol anidro ou hidratado, este tem um sinal negativo em relação à oferta de etanol hidratado. Assim, um aumento de 1% na oferta de etanol anidro, resultante de um aumento no consumo da gasolina, causa uma redução de 2,24% na oferta de etanol hidratado.

Já para o preço da cana-de-açúcar, vale destacar que, devido ao reduzido tamanho da amostra considerou-se razoável permitir que nível de significância seja de 10%. Assim, um aumento de 1% no preço da cana-de-açúcar, gera uma redução de 0,31% na oferta de etanol, demonstrando que para o modelo estimado, as variações no preço do etanol hidratado e na oferta de etanol anidro são importantes deslocadores da oferta do etanol considerada.

Por fim, embora o sinal encontrado tenha sido o esperado, o preço do açúcar foi estatisticamente igual a zero, rejeitando a hipótese da presença deste na oferta de etanol para estes estados. Este resultado diverge do encontrado por Bacchi (2005) e Serigati et al (2010), cujos resultados confirmaram a influência do preço do açúcar na determinação da oferta do etanol. Entretanto, estes autores utilizaram dados apenas para o Brasil, o que pode explicar as diferenças entre os resultados encontrados por estes autores em relação aos obtidos neste trabalho.

Tabela 8: Função de oferta de etanol estimada para os estados produtores

Variável	Coeficiente	Erros Padrão (Drisc. Kraay)	p-valor
Preço Etanol**	1,600	0,486	0,016
Preço Açúcar	-0,676	0,716	0,382
Qte Etanol Anidro***	-2,245	0,523	0,005
Preço Cana de Açúcar*	-0,318	0,148	0,074
Preço Etanol (t-1)**	0,916	0,331	0,033
Constante***	28,420	3,701	0,000
F (5, 6)		113,21	0,000
R ²		0,661	-
Número de Observações		49	-
Número de Cross-Section		7	-

Fonte: Dados da pesquisa

*Significativo a 10%

**Significativo a 5%

***Significativo a 1%

Desta forma, é possível notar que há uma ambiente favorável ao crescimento da participação do etanol no total de combustíveis consumidos no Brasil. Segundo projeções apresentadas por Milanez *et al* (2008), na Tabela 9, devido a este ambiente favorável, tanto nacional como internacionalmente, espera-se significativo crescimento da demanda de etanol até 2015. Em especial, espera-se que as exportações, segundo projeções de diversos órgãos, aumentem em aproximadamente 50% nos próximos anos, confirmando a tendência de inserção no mercado internacional do etanol brasileiro.

Tabela 9: Projeções da Demanda de Etanol - (10⁶ m³)

Fonte	2010	2015	Prev. Cresc. %
ÚNICA			
Mercado interno	23,2	34,6	49,14
Exportação	6,5	12,3	89,23
Unibanco			
Produção	25,4	36,8	44,88
Exportação	5,3	10,4	96,23
MME			
Mercado Interno	24,0	35,0	45,83
Exportação	6,0	12,0	100,00

Fonte: Adaptado de MILANEZ et al (2008)

Assim, este trabalho buscou avançar na análise do mercado de etanol no Brasil, em especial para os períodos posteriores à introdução dos veículos bicompostíveis no mercado e do crescimento da importância do desenvolvimento de novas fontes de energia.

Os resultados demonstraram que este mercado tem apresentado importante crescimento no consumo de combustíveis para veículos leves, possibilitando ao consumidor maior poder de escolha no ato da compra.

Além disto, objetivou-se demonstrar as principais variáveis explicativas para o consumo e oferta de etanol, encontrando resultados consistentes com a teoria econômica e com outros trabalhos já feitos.

Finalmente, o diferencial deste trabalho encontra-se na importância dada às heterogeneidades entre os estados brasileiros, demonstrando que tais diferenças são significativas e devem se levadas em consideração na modelagem deste mercado.

5. CONCLUSÕES

O setor energético tem papel crucial no crescimento econômico do país. Nos anos recentes houve crescente atenção no campo econômico à relação da demanda de energia com o crescimento econômico. Por isto, após as crises do petróleo, que expuseram a vulnerabilidade das matrizes energéticas fortemente baseadas nos derivados do petróleo, os biocombustíveis, com destaque para o etanol, têm se apresentado como uma alternativa economicamente viável e sustentável para a substituição dos derivados de petróleo no setor de transporte.

Neste sentido, este trabalho buscou discutir a importância do etanol para o mercado de combustíveis para automóveis leves, contextualizando o mercado energético nacional, em especial para os anos recentes, onde foi possível observar a relevância e a contribuição do etanol para uma maior diversificação da oferta de energia neste setor.

Destaca-se também a contribuição deste combustível para a redução das emissões de poluentes e da pressão sobre as reservas de petróleo. Todavia, a sustentabilidade na produção do etanol depende em grande parte de seu processo produtivo. A prática mais difundida envolve a queimada da plantação para a preparação da colheita, lançando na atmosfera toneladas de gases poluentes. Por isto, a mecanização da produção, já em processo, representa um importante avanço em direção ao desenvolvimento de uma energia mais limpa.

Mesmo que esta mecanização signifique a redução de postos de trabalho, o aumento da produtividade e o cumprimento das exigências dos mercados europeu e norte-americano, aliado à manutenção de um ambiente internacional favorável no futuro, podem contribuir para consolidar a posição brasileira de líder mundial na produção e exportação de etanol.

Internamente, o mercado de etanol, intimamente ligado ao mercado de automóveis, foi o responsável por importantes avanços tecnológicos na indústria automobilística. Com o sucesso do PROÁLCOOL, os fabricantes de automóveis viram a necessidade de desenvolver tecnologias compatíveis com este combustível cujo consumo no início da década de 1980 já ultrapassava o consumo da gasolina. Após o término do programa e a redução nas vendas de veículos a etanol, o consumo de etanol passou por um período de estagnação, sendo basicamente comercializado como um componente da gasolina.

Apenas em março de 2003, com a introdução dos veículos bicombustíveis, que ao oferecer ao consumidor a escolha entre etanol e gasolina, este mercado observou um forte estímulo ao uso etanol, fazendo suas vendas chegarem cada vez mais próximas às da gasolina.

Assim, ao possibilitar a substituição direta entre etanol e gasolina sem custos adicionais ao consumidor, o preço relativo destes bens assume importante papel na determinação das quantidades consumidas de um ou de outro combustível.

Embora a teoria econômica defina que preço e quantidade sejam determinados simultaneamente pelas curvas de oferta e demanda do bem, o teste de especificação de Hausman rejeitou a hipótese de existência do viés de simultaneidade na determinação do preço e da quantidade de etanol nos estados brasileiros no período de 2001 a 2008. Tal resultado demonstra as discrepâncias resultantes do grande número de agentes econômicos entre o produtor e o consumidor. Até chegar ao consumidor, o etanol passa ainda pelas distribuidoras, e em alguns casos, por outros pontos de armazenamento, o que explica o diferencial de preços entre produtores e consumidores. Para as regiões mais distantes, adicionam-se a isso, os custos de transporte, que é realizado em sua maior parte por meio rodoviário, o que encarece o preço final.

Outro fator influenciado pela estrutura do mercado é o diferencial de preços entre as principais regiões produtoras e os demais estados brasileiros. Devido aos custos de transporte, os preços médios do etanol nos estados não produtores é sempre maior do que os preços observados nos estados produtores deste combustível. Por isto, 3 dos 7 maiores produtores de etanol são também os maiores consumidores deste combustível. Sua participação no total do consumo nacional em percentual maior do que o de suas frotas de veículos demonstra a influência dos menores preços praticados na escolha do consumidor, devido à proximidade com os produtores e os menores custos de transporte.

Os resultados encontrados nas estimações da oferta e da demanda de etanol, confirmaram a hipótese da presença de heterogeneidades entre os estados brasileiros na determinação do consumo e da oferta do etanol. Além disto, o teste de Hausman indicou que o modelo mais adequado aos dados deve considerar os efeitos fixos no tempo.

As estimações demonstraram um melhor ajuste da função de demanda do que a de oferta. Para a demanda, conforme o esperado, a significância estatística do coeficiente do preço da gasolina na equação de demanda do etanol confirmou que estes bens devem ser considerados como substitutos imperfeitos.

Com relação ao seu preço, os resultados indicaram que a demanda deste combustível é elástica, sendo o preço do etanol mais importante do que o da gasolina na decisão do consumidor. Além disto, a significância, o sinal positivo e o valor menor do que 1 encontrado para a elasticidade renda confirmam a hipótese de que o etanol deve ser considerado como um bem normal.

Finalmente, a importância dos veículos bicomcombustíveis para este mercado pôde ser vista também pela significância estatística da taxa de crescimento da frota de veículos movidos a etanol, que apresentou significativo avanço após sua introdução no mercado de automóveis.

A consolidação do etanol como substituto da gasolina em todo o país passa pela descentralização de sua produção, hoje fortemente concentrada nas regiões Centro-Sul do país. Os atuais avanços tecnológicos, como os biocombustíveis de 2ª geração e a utilização de variedades de cana-de-açúcar mais adaptadas ao clima e ao solo de outras regiões podem viabilizar a produção fora das regiões tradicionais

Com relação à oferta de etanol, a presença de diversas estruturas intermediárias entre o produtor de etanol e o consumidor final deste combustível, além dos impostos incidentes na produção, distribuição e venda ao consumidor final, fazem com que os preços repassados ao produtor sejam bem diferentes do valor pago pelo consumidor. Adicionalmente, a grande concentração da produção produziu estimativas tendenciosas dos determinantes da oferta quando considerados todos os estados brasileiros.

Por isto, ao estimar apenas para os 7 maiores produtores nacionais, foi possível obter um melhor ajuste dos dados à teoria. Os resultados demonstraram que assim como a demanda, a oferta de etanol é preço-elástica. Além disto, a importância do etanol anidro na função estimada indica que os produtores podem facilmente substituir a produção de etanol hidratado pelo etanol anidro, caso seja mais vantajoso fazê-lo.

Por fim, apenas a importância do preço do açúcar na decisão da produção não foi confirmada, resultado que contraria as hipóteses iniciais, embora o sinal encontrado tenha sido o esperado.

Para trabalhos futuros, propõe-se a utilização de dados mensais, o que aumentaria significativamente a amostra, possibilitando a aplicação de outras metodologias e a verificação das relações entre estas variáveis ao longo do tempo. Pode-se também incluir outras variáveis no modelo, em especial na função de oferta, como impostos e custos de transportes, o que exigiria a mudança da dimensão estadual para a regional, devido à indisponibilidade de dados estaduais para estas variáveis.

Sendo assim, espera-se que os resultados e as conclusões aqui apresentadas forneçam importantes contribuições para as discussões atuais e, talvez até para trabalhos futuros, acerca deste importante tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Dados Estatísticos. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=548>>. Acesso em: 20/01/2010.

_____. Resolução nº 36, 2005. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 15/02/2011.

ALVES, D.C.O; BUENO, R.L.S. Short-run, long-run and cross elasticities of gasoline demand in Brazil. *Energy Economics*, Elsevier, 2003. Disponível em: <linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140988302001081> Acesso em: 02/04/2010

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA, 2010. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 20/09/2010.

BACCHI, M. R. P. Formação de preços no setor sucroalcooleiro da Região Centro-Sul do Brasil: relação com o mercado de combustível fóssil. In: XXXIII Encontro Nacional de Economia, Natal - RN. Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2005.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEN. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 10/11/2009.

BALESTRA, P.; VARADHARAJAN-KRISHNAKUMAR, J. Full information estimations of a system of simultaneous equations with error component structure. *Econometric Theory* 3, 1987, pg. 223–246.

BALTAGI, B.H. *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons Ltd. 2005

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL E CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Bioetanol de cana-de-açúcar - Energia para o desenvolvimento sustentável. Organização BNDES e CGEE. Rio de Janeiro, 2008.

BASTIAN-PINTO, C. et al. Flexibility as a source of value in the production of alternative fuels: the ethanol case. *Energy Economics*, Elsevier, 2009. Disponível em: <linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140988309000334>. Acesso em: 30/04/2010.

BUONFIGLIO, A., BAJAY, S.V. As demandas do álcool e da gasolina no Brasil. *Revista Brasileira de Energia*, v. 2, n. 2. 1992. Disponível em: <www.sbpe.org.br/socios/download.php?id=40>. Acesso em: 25/11/2009.

BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY, 2008. Disponível em: <<http://www.bp.com/statisticalreview>>. Acesso em: 18/04/2010.

BURNQUIST, H.L., BACCHI, M.R.P. A demanda por gasolina no Brasil: uma análise utilizando técnicas de co-integração. CEPEA. 2001. Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br/pdf/DemandaGasolina.pdf>. Acesso em: 15/01/2010.

CALLE, F.R., WALTER, A. Global market for bioethanol: historical trends and future prospects. *Energy for Sustainable Development*. v. X, n. 1, 2006. Disponível em: <linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0973082608605049>. Acesso em: 15/01/2010

COELHO, S. T. *et al.* Brazilian sugarcane ethanol: lessons learned. *Energy for Sustainable Development*. v. X, n. 2, 2006. Disponível em: <www.bioenergytrade.org/downloads/coelhonovdec05.pdf>. Acesso em: 25/11/2009.

CONSTANTINI, V., MARTINI, C. The causality between energy consumption and economic growth: A multi-sectoral analysis using non-stationary cointegrated panel data. *Energy Economics*, Elsevier, 2010. Disponível em: <ideas.repec.org/a/eee/eneeco/v32y2010i3p591-603.html>. Acesso: 20/04/2010.

COSTA, R.C.; PRATES, C.P.T. O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 21, p. 5-30, 2005

DIEHL, D. *et al.* Elasticidades-renda das despesas com álcool e gasolina para automóveis comerciais e leves no Brasil em 2002-2003. Grupo de Pesquisa: 1 - Comercialização, Mercados e Preços Agrícolas. XLV Congresso SOBER. 2007. Disponível em: <www.sober.org.br/palestra/6/839.pdf>. Acesso em: 02/04/2010.

DRISCOLL, J.C; KRAAY, A.C. Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics* 80:549-560, 1998.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION – EIA. 2010. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov>>. Acesso em: 20/02/2011

EZEKIEL, M. The cobweb theorem. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 52, No. 2, 1938, pp. 255-280

FGVDados – Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <<http://www.fgvdados.fgv.br>>. Acesso em: 15/12/2010.

GREENE, W.H. *Econometric Analysis*. Stern School of Business, New York University: Prentice Hall, 6th ed, 2008

GUILHOTO, J.J. *et al.* Mechanization process of the sugar cane harvest and its direct and indirect impact over the employment in Brazil and its 5 macro regions. São Paulo: IPE-USP, 2002. (Texto de Seminários, IPE-USP, n. 09/2002).

GUJARATI, D. *Econometria Básica*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2.ed. 2006.

PIA - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Departamento de Geociências, Rio de Janeiro, 2002.

IPEADATA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Dados. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

INTERNACIONAL ENERGY AGENCY – IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.iea.org/>>. Acesso em: 20/01/2010.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. Disponível em: <<http://www.iea.gov.sp.br>>. Acesso em: 15/12/2010

JÚNIOR, A.G.S, PEREZ, R. Sustentabilidade econômica da produção de biodiesel no Brasil. In: COELHO, A.B., TEIXEIRA, E.C., BRAGA, M.J. (Org.). Recursos naturais e crescimento econômico. Viçosa, MG: UFV, 2008.

KOJIMA, M., JOHNSON, T. Biofuels for transport in developing countries: socioeconomic considerations. Energy for Sustainable Development. v. X, n. 2, 2006. Disponível: <<linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0973082608605323>>. Acesso em: 10/01/2010

LIBONI, L.B. Perfil da mão de obra no setor sucroalcooleiro: tendências e perspectivas. São Paulo, 2009

LUCHANSKY, M.S., MONKS, J. Supply and demand elasticities in the U.S. ethanol fuel market, Energy Economics, Elsevier, 2008. Disponível em: <<linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140988308001904>>. Acesso em: 10/01/2010.

MILANEZ, A.Y. et al. Perspectivas para o etanol brasileiro. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 27, p. 21-38, 2008.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PESCA E ABASTECIMENTO – MAPA. Decreto nº 3.324, 2001. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

_____. Portaria nº 589. 2001. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

_____. Portaria nº 266. 2002. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

_____. Portaria nº 17. 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

_____. Portaria nº 554. 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

_____. Portaria nº 51. 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

_____. Portaria nº 278. 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

_____. Portaria nº 143. 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15/01/2011.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC - Secretaria de Comércio Exterior – Secex. Estatísticas de Comércio Exterior. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/index.php?area=5>> . Acesso em: 01/03/2011.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. Relação Anual de Informação Social. 2009.

NAPPO, M. A demanda por gasolina no Brasil: Uma avaliação de suas elasticidades após a introdução dos carros bicombustíveis. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas – EESP, 2007. Disponível em: <http://www.eesp.fgv.br/_upload/publicacao/433.pdf>. Acesso em: 24/10/2010

RODRIGUES, F. R. et al. Uma análise da relação entre as exportações brasileiras de açúcar e a paridade de preços doméstico e internacional. In: XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Campo Grande. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2004.

SERIGATI, F. C. et al . Impacto dos veículos flex-fuel sobre o mercado de combustíveis no Brasil. In: XLVIII Congresso da SOBER, 2010, Campo Grande-MS. Anais do XLVIII Congresso da SOBER, 2010.

SCHMALENSEE, R., STOKER, T.M. Household gasoline demand in the United States, *Econometrica*, v. 67, n. 3, 1999, p. 645-662. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2999549>>. Acesso em: 25/11/2009

SINDIPEÇAS – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES. Levantamento da frota circulante brasileira. 2009. Disponível em: <<http://www.sindipecas.org>>. Acesso em: 25/11/2010.

ÚNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em: 20/12/2010

VARIAN, H.R. *Microeconomic Analysis*. 3rd ed. W.W Norton & Company Inc. 1992.

_____. *Microeconomia: princípios básicos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

ZANG, Z. et al. Can the U.S. ethanol industry compete in the alternative fuels' market? Southern Agricultural Economics Association Meetings Mobile, Alabama, 2007. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/ags/saeasm/34867.html>>. Acesso em: 25/11/2010.

APÉNDICE A – BASE DE DADOS UTILIZADA NAS ESTIMAÇÕES

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
AC	2001	2.251,9490	1,2439	1,8071	27	3.105,9906	0	0	0	0,5360	18,7792	46,5310	4.430,6860
AC	2002	4.426,4210	1,2086	1,7332	433	4.342,9416	0	0	0	0,5193	18,0404	44,4480	11.310,2839
AC	2003	3.652,6620	1,6621	2,2307	1.322	5.034,3040	0	1	0	0,7079	21,4745	44,5510	10.277,0318
AC	2004	3.753,0530	1,6441	2,2608	3.543	5.809,6787	0	1	0	0,6743	19,1277	39,5570	11.793,8893
AC	2005	3.999,5340	1,8280	2,4889	10.147	6.333,2030	0	1	0	0,8249	21,5091	41,2170	12.382,9110
AC	2006	4.135,9260	2,1712	2,8301	25.333	6.826,5072	0	1	0	0,9560	28,9043	48,9560	11.485,5638
AC	2007	6.373,6924	1,9555	2,7692	48.485	8.414,2176	0	1	0	0,7959	21,5394	44,6410	14.451,2899
AC	2008	9.511,6505	1,9632	2,7740	81.780	9.344,8115	0	1	0	0,8302	20,8511	36,2120	17.490,4863
AL	2001	9.214,2350	0,9933	1,6108	186	2.460,9382	1	0	244.713	0,5360	18,7792	46,5310	17.492,9062
AL	2002	19.040,0410	0,9632	1,5930	2.355	3.019,8106	1	0	312.048	0,5193	18,0404	44,4480	40.947,0924
AL	2003	20.050,2120	1,3143	2,0166	6.959	3.515,0477	1	1	444.234	0,7079	21,4745	44,5510	37.581,1277
AL	2004	23.517,7100	1,2357	2,0483	18.305	4.018,9168	1	1	410.716	0,6743	19,1277	39,5570	42.748,6440
AL	2005	26.897,0960	1,5788	2,4351	50.933	4.435,8490	1	1	333.712	0,8249	21,5091	41,2170	41.761,1618
AL	2006	34.903,2540	1,8835	2,7316	124.195	5.005,0294	1	1	333.512	0,9560	28,9043	48,9560	36.034,0773
AL	2007	51.462,0210	1,6835	2,7029	232.811	5.608,4799	1	1	469.674	0,7959	21,5394	44,6410	39.241,9158
AL	2008	83.104,3222	1,6978	2,6185	383.092	5.880,5475	1	1	492.003	0,8302	20,8511	36,2120	43.093,6586
AM	2001	6.506,5250	1,1274	1,7557	199	6.640,4438	0	0	1.703	0,5360	18,7792	46,5310	5.191,9758
AM	2002	12.267,5440	1,0916	1,5582	2.593	6.538,1698	0	0	3.889	0,5193	18,0404	44,4480	12.445,2475
AM	2003	12.555,8890	1,4793	1,8433	7.712	7.539,2370	0	1	4.375	0,7079	21,4745	44,5510	12.184,3773
AM	2004	13.533,4340	1,3916	1,9625	19.334	8.975,8125	0	1	4.671	0,6743	19,1277	39,5570	14.275,3375
AM	2005	19.016,0050	1,7287	2,4291	41.442	9.762,7928	0	1	6.009	0,8249	21,5091	41,2170	14.477,8048
AM	2006	16.265,7300	1,9802	2,4711	112.595	11.466,1761	0	1	5.650	0,9560	28,9043	48,9560	13.755,7529
AM	2007	32.504,3890	1,6892	2,3469	245.782	12.485,9610	0	1	8.264	0,7959	21,5394	44,6410	17.417,5908
AM	2008	54.703,0330	1,6758	2,2908	432.950	13.233,3663	0	1	7.963	0,8302	20,8511	36,2120	20.627,4070

Continua

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
AP	2001	617,6500	1,2661	1,7642	23	4.195,7014	0	0	0	0,5360	18,7792	46,5310	28.007,8003
AP	2002	1.301,8300	1,2277	1,6651	364	5.663,0509	0	0	0	0,5193	18,0404	44,4480	65.378,7066
AP	2003	878,2000	1,7811	2,1002	1.133	5.874,5391	0	1	0	0,7079	21,4745	44,5510	63.716,7872
AP	2004	770,2000	1,7406	2,0802	4.410	6.529,8988	0	1	0	0,6743	19,1277	39,5570	75.344,5458
AP	2005	890,7500	1,9086	2,3000	26.572	6.940,0437	0	1	0	0,8249	21,5091	41,2170	75.716,3995
AP	2006	925,3000	2,1155	2,4754	57.718	8.282,8593	0	1	0	0,9560	28,9043	48,9560	70.596,5704
AP	2007	1.452,3739	1,9096	2,2947	80.639	9.815,9442	0	1	0	0,7959	21,5394	44,6410	85.176,7590
AP	2008	2.771,4493	2,0181	2,4478	114.269	10.418,0041	0	1	0	0,8302	20,8511	36,2120	97.138,3151
BA	2001	27.388,2600	1,1010	1,6473	969	3.672,3823	0	0	21.514	0,5360	18,7792	46,5310	96.287,5404
BA	2002	50.349,4970	1,0782	1,6123	11.955	4.046,7831	0	0	16.314	0,5193	18,0404	44,4480	216.093,2987
BA	2003	49.871,1970	1,4575	1,9525	35.167	4.640,5413	0	1	18.985	0,7079	21,4745	44,5510	208.144,9215
BA	2004	59.552,9080	1,3854	1,9920	93.005	5.371,8043	0	1	17.920	0,6743	19,1277	39,5570	248.823,0710
BA	2005	67.113,7030	1,5677	2,2053	260.340	6.226,7433	0	1	19.128	0,8249	21,5091	41,2170	248.180,4323
BA	2006	95.525,7590	1,7581	2,5301	638.053	6.708,3326	0	1	28.638	0,9560	28,9043	48,9560	215.046,9608
BA	2007	173.953,4922	1,5656	2,4762	1.199.619	7.454,9218	0	1	54.544	0,7959	21,5394	44,6410	237.123,5644
BA	2008	369.506,4585	1,5840	2,4491	1.975.962	7.911,6212	0	1	53.027	0,8302	20,8511	36,2120	262.523,6010
CE	2001	24.026,3480	1,0911	1,6529	655	2.655,6428	0	0	1.186	0,5360	18,7792	46,5310	51.323,3728
CE	2002	44.258,2130	1,0287	1,5321	8.094	3.354,6980	0	0	976	0,5193	18,0404	44,4480	119.215,9122
CE	2003	34.238,3100	1,4225	1,8978	23.780	3.840,2766	0	1	317	0,7079	21,4745	44,5510	111.926,1431
CE	2004	35.623,6510	1,3252	2,0466	62.429	4.295,3758	0	1	153	0,6743	19,1277	39,5570	125.817,1860
CE	2005	40.502,8670	1,5431	2,2975	172.311	4.783,2665	0	1	1.022	0,8249	21,5091	41,2170	127.293,7100
CE	2006	66.099,3930	1,8226	2,6050	415.934	5.463,4222	0	1	1.002	0,9560	28,9043	48,9560	113.122,8393
CE	2007	107.878,0769	1,6103	2,4760	772.776	5.886,4707	0	1	571	0,7959	21,5394	44,6410	132.824,1990
CE	2008	152.940,7535	1,6776	2,3983	1.262.573	6.715,6276	0	1	8.625	0,8302	20,8511	36,2120	153.884,9151

Continua

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
DF	2001	57.551,3080	1,0905	1,5907	936	14.635,3720	0	0	0	0,5360	18,7792	46,5310	67542,0482
DF	2002	107.404,2760	1,0819	1,5223	11.436	23.248,3084	0	0	0	0,5193	18,0404	44,4480	158564,6076
DF	2003	89.170,3670	1,3749	1,9058	33.438	26.365,7818	0	1	0	0,7079	21,4745	44,5510	149756,0220
DF	2004	76.198,7950	1,3760	1,9431	87.996	28.802,5059	0	1	0	0,6743	19,1277	39,5570	174045,8580
DF	2005	77.559,2790	1,5750	2,2047	243.725	32.656,5790	0	1	0	0,8249	21,5091	41,2170	177626,3040
DF	2006	80.855,5580	1,8473	2,5169	589.736	36.454,6018	0	1	0	0,9560	28,9043	48,9560	156355,8639
DF	2007	150.221,3805	1,6222	2,4617	1.100.827	38.958,5278	0	1	0	0,7959	21,5394	44,6410	175494,3448
DF	2008	174.775,8688	1,7269	2,4121	1.804.156	43.416,0396	0	1	0	0,8302	20,8511	36,2120	193272,3589
ES	2001	20.364,2800	1,0729	1,6191	578	6.634,7014	0	0	54.721	0,5360	18,7792	46,5310	49437,5081
ES	2002	41.870,6820	0,9870	1,5635	7.160	7.426,2585	0	0	81.355	0,5193	18,0404	44,4480	112220,9109
ES	2003	36.537,8420	1,2468	1,9427	21.017	8.744,2111	0	1	62.290	0,7079	21,4745	44,5510	105376,0859
ES	2004	36.720,9300	1,1475	1,9635	55.662	11.150,5059	0	1	80.929	0,6743	19,1277	39,5570	105603,9390
ES	2005	50.545,0690	1,4474	2,2226	156.547	13.109,0043	0	1	68.513	0,8249	21,5091	41,2170	107794,5223
ES	2006	42.426,7810	1,9049	2,5322	384.576	14.770,9503	0	1	53.540	0,9560	28,9043	48,9560	98632,3880
ES	2007	70.831,0916	1,7136	2,4982	725.147	17.234,2682	0	1	77.384	0,7959	21,5394	44,6410	114098,8913
ES	2008	137.246,7653	1,6627	2,4718	1.201.775	19.103,7264	0	1	139.946	0,8302	20,8511	36,2120	121322,9527
GO	2001	75.788,3190	0,9551	1,5964	1.023	4.546,8706	1	0	183.408	0,6636	18,7792	46,5310	82139,5874
GO	2002	171.190,0130	0,9420	1,5304	12.664	6.381,5086	1	0	198.907	0,4649	18,0404	44,4480	194899,7692
GO	2003	145.391,0380	1,2364	1,8736	37.225	7.385,6358	1	1	273.286	0,6145	21,4745	44,5510	182503,9029
GO	2004	170.095,2660	1,1665	1,9281	98.833	8.102,2422	1	1	356.709	0,5449	19,1277	39,5570	220220,6085
GO	2005	149.375,8830	1,3201	2,2035	277.572	8.507,9197	1	1	353.244	0,7006	21,5091	41,2170	219868,2730
GO	2006	238.581,3800	1,5804	2,4696	678.777	9.653,1857	1	1	439.094	0,8767	28,9043	48,9560	189749,0381
GO	2007	435.305,5384	1,3602	2,3878	1.273.102	11.054,6418	1	1	749.740	0,6793	21,5394	44,6410	211470,5272
GO	2008	610.591,2909	1,4214	2,3394	2.101.577	12.161,0236	1	1	1.231.019	0,6860	20,8511	36,2120	230482,1836

Continua

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
MA	2001	5.364,2710	1,1486	1,6902	172	1.668,2518	0	0	9.383	0,5360	18,7792	46,5310	23.875,4683
MA	2002	9.533,3770	1,1193	1,5724	2.221	2.365,6821	0	0	6.224	0,5193	18,0404	44,4480	59.431,1879
MA	2003	8.604,1130	1,5773	1,9286	6.606	2.879,0613	0	1	5.609	0,7079	21,4745	44,5510	56.509,2884
MA	2004	8.255,5860	1,5091	1,9188	17.614	3.334,4831	0	1	8.715	0,6743	19,1277	39,5570	68.992,6020
MA	2005	11.272,9080	1,6932	2,2004	49.728	3.927,4744	0	1	22.287	0,8249	21,5091	41,2170	72.286,4908
MA	2006	16.591,6520	1,9634	2,6449	123.216	4.486,8233	0	1	20.570	0,9560	28,9043	48,9560	65.298,7376
MA	2007	49.095,9349	1,7246	2,6039	235.954	4.944,6981	0	1	47.119	0,7959	21,5394	44,6410	78.790,2770
MA	2008	107.358,3968	1,6259	2,4867	397.533	5.763,6097	0	1	60.441	0,8302	20,8511	36,2120	92.901,1643
MG	2001	186.655,5500	0,9777	1,5981	3.978	5.816,8374	1	0	193.003	0,6636	18,7792	46,5310	32.459,8848
MG	2002	408.527,1320	0,9426	1,5027	48.063	6.190,3961	1	0	303.945	0,4649	18,0404	44,4480	80.096,0520
MG	2003	374.263,2590	1,3041	1,8554	140.221	7.338,8469	1	1	411.874	0,6145	21,4745	44,5510	75.316,2111
MG	2004	420.904,5950	1,2392	1,8961	367.815	8.676,5528	1	1	446.441	0,5449	19,1277	39,5570	93.303,8090
MG	2005	391.481,3320	1,4533	2,0725	1.016.767	9.474,6547	1	1	562.317	0,7006	21,5091	41,2170	93.149,2663
MG	2006	371.414,3230	1,8176	2,3388	2.455.912	10.689,0595	1	1	690.590	0,8767	28,9043	48,9560	77.705,7973
MG	2007	602.743,9475	1,5721	2,2905	4.558.233	11.984,8906	1	1	1.199.765	0,6793	21,5394	44,6410	83.454,2826
MG	2008	957.199,8105	1,5036	2,2481	7.437.484	13.439,8591	1	1	1.590.092	0,6860	20,8511	36,2120	88.972,2888
MS	2001	28.727,3530	1,0620	1,6784	417	6.043,2652	1	0	171.320	0,6636	18,7792	46,5310	32.023,0425
MS	2002	64.155,9340	0,9901	1,5702	5.239	6.290,7948	1	0	214.707	0,4649	18,0404	44,4480	76.314,5017
MS	2003	61.184,6410	1,3401	1,9617	15.436	8.127,3174	1	1	260.820	0,6145	21,4745	44,5510	71.025,4524
MS	2004	71.213,2270	1,3336	2,0868	40.319	8.804,4361	1	1	326.403	0,5449	19,1277	39,5570	83.434,3588
MS	2005	71.585,8520	1,5447	2,4137	113.433	9.058,0906	1	1	311.251	0,7006	21,5091	41,2170	79.715,8340
MS	2006	65.292,3380	1,8568	2,6534	277.826	10.269,9672	1	1	433.690	0,8767	28,9043	48,9560	67.914,7687
MS	2007	105.473,4175	1,6262	2,5692	517.698	11.884,1053	1	1	662.562	0,6793	21,5394	44,6410	79.035,6060
MS	2008	166.280,1471	1,6128	2,5241	844.466	13.397,9302	1	1	862.264	0,6860	20,8511	36,2120	89.089,6215

Continua

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
MT	2001	26.826,7480	1,0024	1,7123	314	5.242,2120	1	0	304.120	0,6636	18,7792	46,5310	246.486,0288
MT	2002	84.201,9460	1,0356	1,6756	3.968	7.144,3979	1	0	330.393	0,4649	18,0404	44,4480	573.174,3284
MT	2003	40.021,9000	1,4105	2,1627	11.750	9.623,7171	1	1	313.081	0,6145	21,4745	44,5510	530.921,0173
MT	2004	59.251,8390	1,4004	2,2799	32.293	12.524,5789	1	1	371.547	0,5449	19,1277	39,5570	629.493,8800
MT	2005	70.976,9250	1,6227	2,5856	92.159	12.674,2884	1	1	474.501	0,7006	21,5091	41,2170	645.059,0050
MT	2006	72.465,4840	1,9186	2,8511	226.550	11.965,0827	1	1	443.601	0,8767	28,9043	48,9560	575.143,0291
MT	2007	107.203,4136	1,3938	2,7576	424.127	14.315,1260	1	1	512.247	0,6793	21,5394	44,6410	679.412,1021
MT	2008	276.849,0381	1,2946	2,5611	698.748	16.928,2385	1	1	587.794	0,6860	20,8511	36,2120	731.220,1428
PA	2001	6.051,1650	1,2450	1,8063	287	3.185,0510	0	0	10.945	0,5360	18,7792	46,5310	43.095,7463
PA	2002	9.701,4730	1,2051	1,6716	3.591	3.533,1791	0	0	9.749	0,5193	18,0404	44,4480	81.361,6267
PA	2003	8.828,7500	1,7623	2,0496	10.592	4.140,3604	0	1	4.316	0,7079	21,4745	44,5510	81.337,5107
PA	2004	10.513,6440	1,7440	2,1362	28.080	4.824,8319	0	1	6.175	0,6743	19,1277	39,5570	95.204,7623
PA	2005	10.808,9350	1,8900	2,2807	78.595	5.310,1684	0	1	8.194	0,8249	21,5091	41,2170	100.824,7458
PA	2006	10.367,0000	2,2183	2,5104	191.753	6.050,0800	0	1	9.120	0,9560	28,9043	48,9560	92.817,8680
PA	2007	17.748,8316	1,9736	2,4473	360.176	6.707,6511	0	1	9.528	0,7959	21,5394	44,6410	118.750,6626
PA	2008	31.548,2720	2,0004	2,5670	597.782	7.547,4128	0	1	25.257	0,8302	20,8511	36,2120	139.769,8222
PB	2001	11.180,8800	1,0441	1,6608	273	2.750,4507	0	0	138.774	0,5360	18,7792	46,5310	24.080,3875
PB	2002	22.625,9360	0,9804	1,5636	3.477	3.161,5878	0	0	133.754	0,5193	18,0404	44,4480	59.201,9062
PB	2003	30.446,1180	1,3532	1,9154	10.303	3.681,3523	0	1	151.160	0,7079	21,4745	44,5510	55.731,8185
PB	2004	32.053,7660	1,3012	1,9177	27.175	3.912,5470	0	1	181.275	0,6743	19,1277	39,5570	67.691,7710
PB	2005	34.027,5450	1,5555	2,2158	75.498	4.438,5408	0	1	158.819	0,8249	21,5091	41,2170	66.976,4863
PB	2006	36.596,9540	1,8467	2,5288	183.728	5.338,8816	0	1	178.685	0,9560	28,9043	48,9560	59.914,1756
PB	2007	63.588,6104	1,6640	2,4265	345.005	5.836,7272	0	1	192.832	0,7959	21,5394	44,6410	72.392,2295
PB	2008	89.659,6593	1,6666	2,3043	570.143	6.483,4518	0	1	216.771	0,8302	20,8511	36,2120	85.332,8386

Continua

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
PE	2001	25.624,6220	0,9927	1,6201	868	3.679,3500	0	0	141.516	0,5360	18,7792	46,5310	163.664,6429
PE	2002	51.140,1990	0,9436	1,5311	10.640	3.874,7685	0	0	152.297	0,5193	18,0404	44,4480	352.774,3882
PE	2003	43.303,5570	1,2919	1,8763	31.134	4.406,3225	0	1	166.259	0,7079	21,4745	44,5510	346.853,4226
PE	2004	69.219,4610	1,2378	1,9528	81.530	4.913,8353	0	1	135.919	0,6743	19,1277	39,5570	395.203,6985
PE	2005	93.531,4370	1,4784	2,2415	224.947	5.614,0251	0	1	120.957	0,8249	21,5091	41,2170	431.114,3720
PE	2006	107.508,4890	1,7636	2,5606	542.778	6.327,9327	0	1	118.349	0,9560	28,9043	48,9560	351.076,7843
PE	2007	163.306,0606	1,5097	2,4848	1.006.108	7.023,5618	0	1	291.912	0,7959	21,5394	44,6410	393.748,5646
PE	2008	280.705,4141	1,5635	2,4419	1.636.850	7.615,6302	0	1	300.493	0,8302	20,8511	36,2120	424.916,3728
PI	2001	10.035,5350	1,1805	1,7369	145	1.802,1280	0	0	13.169	0,5360	18,7792	46,5310	63.234,6823
PI	2002	18.310,8750	1,1209	1,5162	1.891	2.276,6839	0	0	11.602	0,5193	18,0404	44,4480	144.588,8346
PI	2003	15.449,0070	1,5615	1,9565	5.632	2.746,5759	0	1	4.347	0,7079	21,4745	44,5510	133.802,5604
PI	2004	16.216,3890	1,5185	2,0215	14.949	3.066,9868	0	1	4.327	0,6743	19,1277	39,5570	155.126,0055
PI	2005	14.966,7610	1,8031	2,2855	41.707	3.504,9971	0	1	8.486	0,8249	21,5091	41,2170	157.413,7743
PI	2006	14.037,5430	2,0361	2,4030	101.774	4.083,6455	0	1	11.299	0,9560	28,9043	48,9560	135.883,5019
PI	2007	19.439,8323	1,7951	2,4245	191.429	4.462,5492	0	1	9.525	0,7959	21,5394	44,6410	149.365,6190
PI	2008	28.274,6237	1,7807	2,4435	316.581	5.087,0976	0	1	11.417	0,8302	20,8511	36,2120	169.235,0102
PR	2001	205.307,5100	0,8526	1,5921	3.059	6.971,4798	1	0	598.063	0,6636	18,7792	46,5310	14.312,3259
PR	2002	370.418,0650	0,8441	1,5222	37.424	8.018,2761	1	0	580.900	0,4649	18,0404	44,4480	35.760,0786
PR	2003	377.078,4680	1,1163	1,8795	109.588	10.108,6819	1	1	735.306	0,6145	21,4745	44,5510	34.249,6842
PR	2004	538.763,3900	1,0742	1,9174	290.386	11.226,6048	1	1	784.997	0,5449	19,1277	39,5570	41.049,4585
PR	2005	518.236,5050	1,3029	2,1394	814.402	11.679,8534	1	1	692.703	0,7006	21,5091	41,2170	43.433,9120
PR	2006	520.583,6570	1,5914	2,3923	1.984.838	12.751,5851	1	1	892.264	0,8767	28,9043	48,9560	41.731,6758
PR	2007	701.253,4184	1,3883	2,3124	3.691.356	15.040,3945	1	1	1.480.184	0,6793	21,5394	44,6410	51.263,0603
PR	2008	904.330,3001	1,3282	2,2619	6.020.590	15.984,8766	1	1	1.630.343	0,6860	20,8511	36,2120	61.536,5733

Continua

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
RJ	2001	71.913,8530	0,9611	1,6139	3.711	9.443,8023	0	0	40.832	0,5360	18,7792	46,5310	189.938,0102
RJ	2002	157.566,8390	0,9466	1,5223	44.991	10.342,6472	0	0	64.543	0,5193	18,0404	44,4480	485.083,4068
RJ	2003	98.177,8660	1,2717	1,9395	131.188	11.560,9908	0	1	68.313	0,7079	21,4745	44,5510	412.629,7317
RJ	2004	109.816,5630	1,1901	1,9472	341.662	13.628,0847	0	1	101.644	0,6743	19,1277	39,5570	462.043,1008
RJ	2005	180.528,0290	1,4514	2,1842	933.470	15.192,9232	0	1	84.601	0,8249	21,5091	41,2170	434.829,6555
RJ	2006	224.254,9420	1,7782	2,4476	2.229.126	17.153,9556	0	1	58.026	0,9560	28,9043	48,9560	354.795,6090
RJ	2007	359.404,2702	1,5706	2,3878	4.091.416	18.423,4855	0	1	93.320	0,7959	21,5394	44,6410	392.657,7769
RJ	2008	677.059,6017	1,5565	2,3757	6.589.882	20.416,7714	0	1	91.009	0,8302	20,8511	36,2120	404.107,3704
RN	2001	12.444,7140	1,0656	1,6174	272	3.244,1730	0	0	33.273	0,5360	18,7792	46,5310	23.956,5372
RN	2002	22.233,3450	0,9982	1,5177	3.465	3.799,5795	0	0	50.336	0,5193	18,0404	44,4480	55.905,8736
RN	2003	18.009,3710	1,4436	1,9052	10.268	4.281,4712	0	1	48.990	0,7079	21,4745	44,5510	51.394,4984
RN	2004	23.355,5530	1,3023	1,9488	27.318	4.888,4042	0	1	41.354	0,6743	19,1277	39,5570	61.934,4023
RN	2005	26.500,1860	1,5591	2,2109	77.048	5.630,0335	0	1	22.838	0,8249	21,5091	41,2170	64.450,2815
RN	2006	33.372,5720	1,8161	2,5517	189.773	6.547,4464	0	1	24.466	0,9560	28,9043	48,9560	56.866,9689
RN	2007	67.384,4344	1,5687	2,4328	359.804	7.282,2269	0	1	39.632	0,7959	21,5394	44,6410	65.437,1244
RN	2008	94.711,9273	1,7109	2,4416	599.597	7.745,8054	0	1	68.625	0,8302	20,8511	36,2120	76.012,9518
RO	2001	5.991,9250	1,1627	1,7920	95	4.012,7703	0	0	0	0,5360	18,7792	46,5310	204.033,1132
RO	2002	14.542,7340	1,1603	1,7681	1.285	4.828,6886	0	0	0	0,5193	18,0404	44,4480	463.500,9875
RO	2003	11.943,3690	1,5760	2,1595	3.825	6.127,5558	0	1	0	0,7079	21,4745	44,5510	425.695,8634
RO	2004	12.738,7510	1,4734	2,2008	10.290	6.699,4291	0	1	0	0,6743	19,1277	39,5570	491.075,6190
RO	2005	13.629,4670	1,7054	2,4033	29.531	7.943,7378	0	1	0	0,8249	21,5091	41,2170	476.656,2018
RO	2006	10.618,0800	2,0467	2,5966	73.665	8.133,8065	0	1	0	0,9560	28,9043	48,9560	405.423,8246
RO	2007	21.534,1230	1,7915	2,5065	140.813	9.879,3613	0	1	0	0,7959	21,5394	44,6410	472.614,1626
RO	2008	40.583,8008	1,7343	2,5137	236.565	11.309,4517	0	1	7.224	0,8302	20,8511	36,2120	530.471,2224

Continua

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
RR	2001	581,1000	1,2041	1,6947	20	3.357,1298	0	0	0	0,5360	18,7792	46,5310	15.138,8318
RR	2002	1.000,3000	1,2115	1,5055	328	5.924,7888	0	0	0	0,5193	18,0404	44,4480	33.437,6525
RR	2003	568,0000	1,6014	1,8438	1.060	7.008,4129	0	1	0	0,7079	21,4745	44,5510	32.344,4299
RR	2004	578,1000	1,5091	1,9354	2.845	6.840,9387	0	1	0	0,6743	19,1277	39,5570	40.499,8290
RR	2005	736,2000	1,9314	2,4226	8.055	7.687,1816	0	1	0	0,8249	21,5091	41,2170	41.700,7073
RR	2006	1.299,0000	2,1653	2,7654	19.867	8.798,0863	0	1	0	0,9560	28,9043	48,9560	38.413,2259
RR	2007	2.256,2696	1,9692	2,5102	37.612	10.084,3188	0	1	0	0,7959	21,5394	44,6410	46.216,7908
RR	2008	2.865,8175	2,0206	2,5336	63.309	11.184,8243	0	1	0	0,8302	20,8511	36,2120	52.802,8342
RS	2001	80.200,5320	1,1063	1,6565	3.364	8.477,8016	0	0	0	0,5360	18,7792	46,5310	4.395,7518
RS	2002	179.117,3020	1,0068	1,6283	40.743	9.006,1682	0	0	5.306	0,5193	18,0404	44,4480	12.213,1457
RS	2003	151.745,4880	1,4287	2,0491	118.878	10.841,3729	0	1	6.411	0,7079	21,4745	44,5510	11.094,7423
RS	2004	192.009,7770	1,3240	2,0733	311.747	11.942,4462	0	1	6.045	0,6743	19,1277	39,5570	11.794,5585
RS	2005	189.898,2380	1,6974	2,4156	859.644	12.582,0998	0	1	4.823	0,8249	21,5091	41,2170	10.851,4125
RS	2006	158.758,9810	2,0822	2,6152	2.062.119	13.869,3284	0	1	3.338	0,9560	28,9043	48,9560	10.290,2475
RS	2007	220.297,4212	1,6689	2,4202	3.785.853	15.976,2745	0	1	5.686	0,7959	21,5394	44,6410	12.643,0228
RS	2008	324.890,3952	1,6605	2,3928	6.096.202	17.354,2719	0	1	6.818	0,8302	20,8511	36,2120	15.563,5477
SC	2001	78.605,2770	1,0520	1,6626	1.870	7.932,0373	0	0	6.318	0,5360	18,7792	46,5310	120.035,1755
SC	2002	164.026,5380	0,9435	1,5915	23.019	8.959,6331	0	0	0	0,5193	18,0404	44,4480	290.794,8330
SC	2003	155.003,8940	1,3510	2,0063	67.521	10.907,4473	0	1	0	0,7079	21,4745	44,5510	278.090,9956
SC	2004	173.872,6190	1,2779	2,0197	179.300	12.456,5907	0	1	0	0,6743	19,1277	39,5570	331.161,6205
SC	2005	175.274,4380	1,5236	2,2970	504.729	13.759,8557	0	1	0	0,8249	21,5091	41,2170	338.267,2313
SC	2006	193.058,5370	1,7486	2,4839	1.235.798	15.157,2604	0	1	0	0,9560	28,9043	48,9560	316.054,8887
SC	2007	242.397,1400	1,6282	2,4324	2.309.753	17.073,2505	0	1	0	0,7959	21,5394	44,6410	321.520,2321
SC	2008	376.158,4770	1,5967	2,3960	3.782.789	19.233,8458	0	1	0	0,8302	20,8511	36,2120	343.994,4971

Continua

Estado	Ano	DE	PEHC	PG	TXF	Y	D1	D2	OE	PEHP	PAC	PCA	CEAN
SE	2001	9.982,6500	1,0526	1,5713	184	4.192,8084	0	0	24.296	0,5360	18,7792	46,5310	804.216,0738
SE	2002	18.006,0370	1,0205	1,4673	2.342	4.551,2093	0	0	28.294	0,5193	18,0404	44,4480	1.760.988,6189
SE	2003	13.882,7010	1,3930	1,8685	6.922	5.307,0227	0	1	31.851	0,7079	21,4745	44,5510	1.573.920,7916
SE	2004	14.763,6060	1,3230	1,9028	18.248	5.845,1582	0	1	36.113	0,6743	19,1277	39,5570	1.674.265,4373
SE	2005	13.515,6150	1,6467	2,1932	50.645	6.456,2486	0	1	28.634	0,8249	21,5091	41,2170	1.733.810,7960
SE	2006	12.774,6830	1,9822	2,4641	122.806	7.329,2081	0	1	22.590	0,9560	28,9043	48,9560	1.499.023,6401
SE	2007	16.849,1443	1,8087	2,4008	229.220	8.339,7439	0	1	19.006	0,7959	21,5394	44,6410	1.718.085,8266
SE	2008	29.434,4844	1,7346	2,3728	375.902	9.234,1474	0	1	68.553	0,8302	20,8511	36,2120	1.755.077,0906
SP	2001	706.565,0150	0,8119	1,5696	14.859	9.888,0879	1	0	2.879.691	0,6636	18,7792	46,5310	15.592,2173
SP	2002	1.731.618,5510	0,7939	1,5130	179.441	11.911,5243	1	0	3.101.115	0,4649	18,0404	44,4480	37.365,9451
SP	2003	1.432.295,1830	1,0179	1,8196	522.757	13.704,9561	1	1	2.885.197	0,6145	21,4745	44,5510	34.274,3867
SP	2004	2.326.540,8520	0,9037	1,8453	1.365.318	15.016,5300	1	1	3.791.387	0,5449	19,1277	39,5570	40.206,7298
SP	2005	2.400.752,1000	1,1139	2,1019	3.753.186	17.007,8658	1	1	4.827.784	0,7006	21,5091	41,2170	40.740,0068
SP	2006	3.743.678,3500	1,3690	2,3445	9.024.144	18.955,1733	1	1	5.645.705	0,8767	28,9043	48,9560	36.476,8198
SP	2007	5.545.120,1454	1,2191	2,2935	16.677.756	21.699,5212	1	1	8.408.728	0,6793	21,5394	44,6410	42.361,7320
SP	2008	7.251.252,8919	1,2073	2,2539	27.057.220	23.094,2952	1	1	10.715.759	0,6860	20,8511	36,2120	49.333,3173
TO	2001	6.143,5220	1,1179	1,7688	54	2.403,6359	0	0	0	0,5360	18,7792	46,5310	10.926,7998
TO	2002	13.044,7780	1,0987	1,6129	851	4.128,2246	0	0	0	0,5193	18,0404	44,4480	25.670,6614
TO	2003	12.170,8660	1,4200	2,0357	2.632	5.385,4026	0	1	0	0,7079	21,4745	44,5510	25.306,8188
TO	2004	13.092,3800	1,2761	2,0465	7.338	6.092,8790	0	1	0	0,6743	19,1277	39,5570	32.314,9290
TO	2005	13.600,2100	1,5340	2,3705	22.487	6.565,7744	0	1	110	0,8249	21,5091	41,2170	31.990,8165
TO	2006	14.161,1500	1,9515	2,6699	61.179	6.988,8906	0	1	2.125	0,9560	28,9043	48,9560	28.272,7909
TO	2007	31.757,2311	1,6581	2,6167	126.162	8.539,8546	0	1	0	0,7959	21,5394	44,6410	37.749,7510
TO	2008	55.781,1865	1,6509	2,5944	214.281	9.653,5893	0	1	1.676	0,8302	20,8511	36,2120	43.523,1090