Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Ciências Sociais

Faculdade de Ciências Econômicas

Ana Carolina Ramalho do Valle Gonçalves

Análise do mercado sucroalcooleiro e das elasticidades preço e renda da demanda por etanol hidratado

Rio de Janeiro

2013

Ana Carolina Ramalho do Valle Gonçalves

Análise do mercado sucroalcooleiro e das elasticidades preço e renda da demanda por etanol hidratado

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Economia Agrária.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Coelho

Rio de janeiro

2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CCS/B

G635 Gonçalves, Ana Carolina Ramalho do Valle.
Análise do mercado sucroalcooleiro e das elasticidades preço e renda da demanda por etanol hidratado / Ana Carolina Ramalho do Valle Gonçalves. - 2013.
101 f.

Orientador: Paulo Sergio Coelho.
Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Econômicas.
Bibliografia: f. 80-84.

1. Álcool – Brasil – Teses. 2. Álcool como combustível – Indústria – Brasil – Teses. 3. Indústria açucareira – Teses. I. Coelho, Paulo Sergio. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências Econômicas. III. Título.

CDU 338:662.754(81)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

_____ _____
Assinatura Data

Ana Carolina Ramalho do Valle Gonçalves

Análise do mercado sucroalcooleiro e das elasticidades preço e renda da demanda por etanol hidratado

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Economia Agrária.

Aprovada em 10/04/2014.

Banca examinadora:

_____

Prof. Dr. Paulo Sérgio Coelho (Orientador)

Faculdade de Ciências Econômicas - UERJ

_____

Prof. Dr. Léo da Rocha Ferreira

Faculdade de Ciência Econômicas - UERJ

_____

Prof. Dr. Enrique Carlos Guanzirolli

Universidade Federal Fluminense

Rio de janeiro

2013

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmãs, pelo amor, apoio e paciência.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me abençoa e ilumina todos os dias, me ensinando a caminhar, ultrapassar barreiras e seguir em frente.

Agradeço aos meus pais, Maria Helena e Marcios Cesar, que além de pessoas maravilhosas e especiais, estão sempre me ensinando e ajudando em todos os momentos da minha vida. As minhas irmãs, Priscila e Beatriz, que tiveram muita paciência e companheirismo nessa caminhada.

Aos meus amigos, que sempre se preocuparam e que de alguma maneira me ajudaram, e estão sempre ao meu lado. Em especial, Juliana Ribeiro, Tatiana Justa, Juliana Cupitti, Márcia Mattos, Mariana Novaes, Luiz Brigatto e Júlio César.

Ao meu orientador Paulo Sérgio, aos professores da Pós-Graduação, Luiz Fernando, Antônio Salazar, Leo da Rocha, pelos ensinamentos, ajuda, dedicação e muita paciência.

A Sabedoria não nos é dada. É preciso descobri-la por nós mesmos, depois de uma viagem que ninguém nos pode poupar ou fazer por nós.

Marcel Proust

RESUMO

GONÇALVES, Ana Carolina Ramalho do Valle. *Análise do mercado sucroalcooleiro e das elasticidades preço e renda da demanda por etanol hidratado.* 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Este trabalho tem como objetivo estudar o mercado de etanol combustível e estimar as elasticidades preço e renda da demanda de etanol hidratado, no Brasil, no período de janeiro de 2003 a setembro de 2012. O método econométrico utilizado para analisar os dados e obter os resultados referentes à estimativa dos parâmetros das equações de demanda foi a metodologia de Johansen. Baseado na teoria da demanda incluiu-se, num primeiro momento, como variáveis explicativas: o preço do bem, o preço do bem substituto e a renda, num segundo momento incluiu-se também a frota de veículos, estimando assim o modelo VAR/VEC. Os resultados encontrados foram significativos e estão de acordo com a teoria econômica, nos levando a concluir que a demanda por etanol é bem elástica ao preço do etanol e ao preço da gasolina. Antes de desenvolvermos o modelo, analisamos o mercado de cana-de-açúcar, de etanol e da *commodity* concorrente ao etanol, o açúcar. Destacando a preocupação com o meio ambiente e a importância do etanol como energia renovável.

Palavras-Chaves: Etanol. Cana-de-açúcar. Açúcar. Demanda. Elasticidade. Rio de Janeiro (Brasil).

ABSTRACT

GONÇALVES, Ana Carolina Ramalho do Valle. *Sugar cane market analysis and the price and income elasticities of demand for hydrous ethanol in Brazil.* 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

This work aims to study the market for fuel ethanol and estimate the price and income elasticities of demand for hydrous ethanol in Brazil from January 2003 to September 2012. The econometric method used to analyze the data and get the results for the estimation of the parameters of the demand equations was the methodology of Johansen. Based on the theory of demand includes, at first, as explanatory variables: the price of the good, the price of the substitute good and income, in a second stage also includes a fleet of vehicles, thereby estimating the model VAR/ VEC. The results were significant and are consistent with economic theory, leading us to conclude that ethanol demand is very elastic to the price of ethanol and gasoline. Before developing the model, we analyzed the model of sugarcane, ethanol and the competitor commodity of ethanol, the sugar. Highlighting the concern with the environment and the importance of ethanol as a renewable energy.

Keywords: Ethanol. Sugar cane. Sugar. Demand. Elasticity. Rio de Janeiro (Brazil).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Área plantada de cana 28

Figura 2- Produção por regiões e produtividade média da cana-de-açúcar no Brasil entre as safras de 2004/2005 e 2011/2012 32

Figura 3- Produção de cana-de-açúcar dos principais países produtores, entre 2004-2010 33

Figura 4- Produção de açúcar dos principais países produtores, 2004-2010 34

Figura 5- Volume de exportações de açúcar dos principais países, 2004-2013 35

Figura 6- Preço do Açúcar Doméstico e Internacional, entre 2002-2011..... 39

Figura 7- Produção de açúcar no Brasil, por regiões, entre as safras de 2004/2005 e 2011/2012..... 40

Figura 8- Produção de açúcar e etanol, entre as safras de 2004/2005 e 2011/20... 41

Figura 9- Preço internacional do petróleo – 1969-2011 42

Figura 10- Produção de Automóveis por tipo de Combustível – 1979-2011 43

Figura 11- Evolução da Produção do Etanol 44

Figura 12- Frota de Veículos, entre 2001 e 2011..... 45

Figura 13- Produção, consumo e preço médio do etanol hidratado, entre 2000 e 2011..... 46

Figura 14- Produção de etanol hidratado e anidro, entre 2000 e 2011..... 46

Figura 15- Variação do preço do etanol, gasolina e do índice da inflação, entre 2003 e 2011..... 47

Figura 16- Relação de preços entre etanol hidratado e gasolina, 2002-2011..... 48

Figura 17- Comparação entre o consumo de etanol hidratado, preço do etanol e da gasolina..... 48

Figura 18- Consumo de etanol hidratado e gasolina, 2002-2011..... 49

Figura 19- Produção de etanol no Brasil e EUA, 2002 e 2011..... 50

Figura 20- Volume de exportações de etanol no Brasil, 2002 e 2011..... 51

Figura 21- Oferta Interna de Energia – 2011..... 54

Figura 22- Função de impulso resposta do consumo de etanol hidratado em relação ao preço do álcool 70

Figura 23- Função de impulso resposta do consumo de etanol hidratado em relação ao preço da gasolina 70

Figura 24- Função de impulso resposta do consumo de etanol hidratado em relação à renda 71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número de projetos de destilarias anexas e autônomas aprovados pelo CENAL, na primeira fase do Proálcool.....23

Tabela 2- Consumo de açúcar das regiões e países (mil toneladas) 005/2012.....36

Tabela 3- Importação de açúcar das principais regiões e países, em mil toneladas, entre 2005-2012.....37

Tabela 4- Exportação de açúcar do Brasil por país destino, em mil toneladas, entre 2005-2012.....37

Tabela 5 - Mudanças no teor de etanol anidro adicionado à gasolina..... 45

Tabela 6- Exportação de etanol para os principais países (Mil litros), 2004/2011.....52

Tabela 7- Comparação das principais características da indústria de etanol no Brasil e EUA.....55

Tabela 8- Descrição das variáveis utilizadas no modelo 62

Tabela 9- Testes DF-GLS para as variáveis do modelo 65

Tabela 10-Testes KPSS para as variáveis do modelo 66

Tabela 11-Teste para o número de defasagens.....67

Tabela 12-Teste de traço..... 68

Tabela 13-Teste de autovalor máximo..... 68

Tabela 14-Coeficientes de longo prazo..... 68

Tabela 15-Coeficientes de curto prazo..... 69

Tabela 16-Teste de Causalidade.....71

Tabela 17- Teste para o número de defasagens..... 73

Tabela 18-Teste de traço..... 73

Tabela 19-Teste de autovalor máximo..... 74

Tabela 20-Coeficientes de longo prazo..... 75

Tabela 21-Coeficientes de curto prazo..... 75

Tabela 22-Elasticidades comparativas do mercado brasileiro 76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONSECANA	Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAO	Food and Agriculture Organization
FAPRI	Food and Agricultural Policy Research Institute
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MME	Ministério de Minas e Energia
OECD	Organisation for Economic e Co-operation and Development
RFA	RENEWABLE FUELS ASSOCIATION
UNICA	União da Indústria de Cana-de Açúcar
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....13
1. **ORIGEM E EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA SOCROALCOOLEIRA**.....15
2. **PRODUÇÃO DE CANA-DE AÇÚCAR NO BRASIL**.....30
2.1. **Mercado Internacional de açúcar.....**.....32
2.2. **Mercado Doméstico de açúcar....**.....38
3. **EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL**.....41
3.1. **Mercado Internacional de Etanol**.....48
3.2. **Etanol como Combustível Sustentável**.....52
4. **TRABALHOS DE REFERÊNCIA**.....55
5. **METODOLOGIA**.....59
5.1 **Modelo**.....59
5.2 **Descrição dos dados**.....60
5.2.1 Procedimentos Econométricos.....61
5.3 **Análise dos Modelos**.....63
5.3.1 Modelo Simplificado.....66
5.3.2 Modelo Incluindo a Variável Frota.....71
5.4 **Resultados**.....75
. **CONCLUSÕES**.....77
REFERENCIAS 80
ANEXOS 85

INTRODUÇÃO

Com base na discussão mundial sobre a substituição de energia fóssil por energia renovável, devido à mudança climática e escassez de recursos de origem fóssil, aumenta-se a necessidade de encontrar uma alternativa de combustível limpo e renovável. Com isso, o uso de commodities agrícolas tem se tornado componente importante na matriz energética, principalmente no Brasil e EUA.

Apesar de o Brasil possuir uma matriz energética bastante limpa se comparada a matriz energética mundial, 44% da oferta interna de energia no Brasil em 2011 foi produzida por fontes renováveis, sendo 16% dessa energia proveniente de derivados da cana-de-açúcar, ainda há um longo caminho no processo de mitigação dos GEEs.

A necessidade de redução da emissão de carbono e de outros poluentes associados aos veículos vem de encontro ao objetivo desse trabalho, que busca analisar como a demanda de etanol no Brasil, reage a choques no preço do etanol hidratado, no preço da gasolina, na frota e na renda.

Com o lançamento dos automóveis *flex fuel* em março de 2003, o consumidor passa a ter mais confiança no etanol hidratado, devido a sua particularidade única, cuja autonomia de decisão entre abastecer com gasolina C e etanol hidratado depende apenas do consumidor, o qual faz a escolha pelo etanol hidratado quando o preço do mesmo está até 70% do preço da gasolina.

O uso do etanol veicular no Brasil ganhou grande impulso a partir de 1975 com o estabelecimento do Pró-álcool (Programa Nacional do Álcool). Embora a característica do etanol como combustível renovável já fosse reconhecida e apontada como qualidade importante, inicialmente o programa não priorizou aspectos de cunho ambiental.

Só a partir de meados dos anos 80, que a preocupação foi além de reduzir a dependência do petróleo, e passaram a ser valorizadas as características ambientais e sociais do etanol. Do ponto de vista da engenharia automotiva, o desenvolvimento tecnológico passou a ser determinado, sobretudo pelos requisitos ambientais de controle de emissão de poluentes.

Apesar do mercado mundial de etanol ainda não estar firmado e, mundialmente, este produto ainda não ser considerado uma commodity, o etanol

tem se convertido no topo das agendas de política energética de muitos países. Ao longo das últimas décadas, vários fatores têm contribuído para que os governos busquem alternativas para uma mudança na sua matriz energética, entre elas os requisitos de autossuficiência com relação ao petróleo, os efeitos econômicos advindos da elevação dos preços do petróleo no mercado internacional, o ambiente de instabilidade política que enfrentam os países produtores do petróleo, e a preocupação ambiental e ecológica.

Dentro desse contexto buscamos entender e explicar o mercado interno de etanol hidratado a partir da perspectiva da demanda e seus determinantes. O objetivo desse trabalho é estimar as elasticidades-preço, renda e outras elasticidades que afetem a demanda por etanol no Brasil, através da metodologia econométrica de Cointegração de Johansen, cujos parâmetros de cada vetor representam as elasticidades de longo prazo para o mercado brasileiro. Utilizamos dados mensais para estimativa da demanda por etanol hidratado, compreendidos entre janeiro de 2003 a setembro de 2012.

Esta dissertação está dividida da seguinte forma: nos três primeiros capítulos desenvolvemos uma perspectiva histórica do mercado de cana-de-açúcar, analisando o mercado de açúcar e etanol, e dando um enfoque nas vantagens do etanol como combustível renovável; no quarto capítulo encontra-se uma revisão de literatura dos trabalhos desenvolvidos anteriormente a respeito das elasticidades da demanda por etanol. No capítulo 5 é descrita a metodologia, bem como os dados utilizados no estudo, onde podemos encontrar as análises econométricas, os modelos de regressão e os resultados das elasticidades. Por fim, as principais conclusões são descritas no capítulo 6.

1. ORIGEM E EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA

A cana-de-açúcar, a Saccharum Officinarum L, da família Gramineae é originária do Sudeste Asiático, e foi oficialmente trazida ao Brasil por Martim Affonso de Souza, que em 1532 incentivou sua produção no país. O seu cultivo se iniciou na Capitania de São Vicente (atual estado de São Paulo), onde ele próprio construiu o primeiro engenho de açúcar, mas foi no Nordeste, principalmente nas capitanias de Pernambuco e da Bahia, que os engenhos de açúcar se multiplicaram e prosperaram rapidamente. Com isso, após 50 anos o Brasil passa a monopolizar a produção mundial de açúcar (SILVA, 2008). O açúcar foi, durante o período inicial de exploração colonial, o principal produto e a principal base de sustentação da economia brasileira.

Entretanto, ao longo do tempo o Brasil vai perdendo posição na produção mundial de açúcar devido à produção nas Ilhas do Caribe, nas Antilhas, com o crescimento da produção nos EUA e com a produção de açúcar através da beterraba na Europa. Com o mercado mais enfraquecido para o Brasil, e com a descoberta de ouro em Minas Gerais no final do século XVII, o açúcar saiu de cena dando o primeiro lugar na geração de riqueza ao ouro. Porém, apesar da retração da produção, no período do Brasil Império (1500-1822) a renda obtida pelo comércio açucareiro atingiu quase duas vezes à do ouro (SILVA, 2008).

Com a Primeira Guerra Mundial (1914), o açúcar volta gradativamente a ter uma maior importância no país, pois a Guerra devastou a indústria de açúcar européia, provocando um aumento no preço do produto no mercado mundial.

Tal fato incentivou a construção de novas usinas no Brasil, principalmente em São Paulo, onde muitos fazendeiros de café desejavam diversificar seu perfil de produção. No entanto, a expansão da produção também ocorria no Nordeste, que até então abastecia o mercado interno, o que acabou desencadeando alguns problemas para agroindústria canavieira, tratava-se da disputa pelo mercado interno entre as usinas do Nordeste e Sudeste, e o risco da superprodução.

As usinas de Pernambuco eram responsáveis por todas as exportações brasileiras e ainda complementavam a demanda do sul, já às de São Paulo vivenciavam um crescimento da produção que se intensificava em decorrência dos investimentos dos cafeicultores.

Essa contínua expansão gerou uma série de conflitos de interesse entre produtores do Centro-Sul e do Nordeste, e com isso o Estado foi chamado pelos usineiros para mediar o conflito e intervir na atividade.

Podemos dizer que a partir daí, o “Ambiente Institucional” do setor mudou e passou a ser marcado pela intervenção direta do Estado até a década de 1990, quando se inicia a fase de desregulamentação e liberalização das atividades.

O nordeste não desejava perder o mercado interno de açúcar (Centro-Sul) porém, os paulistas entraram neste segmento com vantagens competitivas fortes por estarem próximos do mercado consumidor (cidades do Rio de Janeiro e São Paulo), e por poderem praticar preços mais baixos.

Antes mesmo da Primeira Guerra Mundial, já se cogitava a ideia da intervenção estatal na produção de açúcar e álcool, sendo esta paulatinamente implementada por solicitação dos próprios produtores. O país já padecia de um problema de excesso de oferta, com a exclusão do produto brasileiro da Europa devido ao aumento da produção de açúcar de beterraba e a insuficiência da demanda interna.

O primeiro dispositivo de intervenção no mercado sucroalcooleiro foi a publicação de uma resolução do Ministério da Agricultura criando em 1931 a Comissão de Estudos sobre Álcool Motor- CEAM, com objetivo de estudar e incentivar a produção de álcool anidro para misturar à gasolina com vistas à redução do excedente de açúcar e da importação de derivados de petróleo (VIAN, 2003).

Cabe lembrar que a produção de álcool antes do Pró-Álcool era o resultado natural da industrialização açucareira, uma vez que o álcool residual e o álcool de melaço é um subproduto da fabricação do açúcar. O álcool era utilizado principalmente como matéria-prima de indústrias químicas e farmacêuticas, no entanto já se produzia em pequenas quantidades de álcool como combustível, que também servia como válvula de escape quando havia excesso de oferta de açúcar.

A primeira tentativa de implementar o álcool como combustível aconteceu em 1922, quando já se realizavam testes para utilização de álcool de cana-de-açúcar. Em 1927 foi fundada em Pernambuco a Cooperativa do Álcool Motor, com o objetivo de produzir combustível à base de álcool e promover sua distribuição nas principais cidades do nordeste.

Para contornar a crise provocada pela multiplicação de destilarias e refinarias, foram criados alguns mecanismos de regulação, como a Comissão de Defesa da

Produção de Açúcar- CPDA, em 1931 com o objetivo de dar uma nova direção para o setor canavieiro e conter a queda de preços. Com a criação do CPDA o governo lançou mão de alguns dispositivos para incentivar o setor. Porém esses incentivos só foram de fato sentidos com a criação em 1933 do Instituto de Açúcar e Álcool- IAA, que foi a junção da CPDA e a CEAM.

Num primeiro momento, a intervenção restringiu-se à administração dos preços do açúcar no mercado interno, por meio da CPDA. Amparada pela estabilidade de preços, a produção cresceu rapidamente e, com isso o IAA impôs um limite à produção de cada estado a fim de evitar a superprodução. Competia ao instituto o estabelecimento de quotas de produção e o controle do preço da cana, do açúcar e do álcool. O IAA visava além do setor açucareiro, a intervenção e controle da economia alcooleira, influenciando desde os preços até a comercialização, assistência técnica e financeira aos usineiros interessados em produzir álcool anidro carburante.

Através do IAA teve início a fase de planejamento da agroindústria canavieira nacional, quando então a intervenção federal no setor passou a ter um caráter permanente (CAMPOS, 2010).

Com a relativa estabilização dos preços do açúcar e do álcool no mercado interno, ocorreu uma intensificação no processo de concentração fundiária na agroindústria canavieira no Brasil, surgindo diversos conflitos entre os agentes desse setor. Sendo assim, com o objetivo de amenizar os conflitos entre os agentes da agroindústria canavieira, em 1941, foi promulgado o Estatuto da Lavoura Canavieira- ELC.

Este estatuto buscava proteger os fornecedores no processo de comercialização da matéria-prima, a cana-de-açúcar. O IAA estipulou um máximo de 60% de cana própria que poderia ser moída pelas usinas, tornado assim obrigatória a compra do restante de fornecedores independentes (RAMOS PEDRO, 2008).

Essa fase inicial de ação do governo no setor, pós 30, além de estar associada ao aumento da produção interna, estava também ligada ao maior direcionamento da produção para o mercado interno devido a crise de 1929. Essa conjuntura veio a promover e apressar a chamada industrialização do álcool-motor, dando um destino ao excedente de açúcar e de cana-de-açúcar; e também impulsionando a substituição da gasolina importada que, dia a dia, via seu consumo ampliando no mercado interno.

Nesse período teve início, por meio do Decreto Lei n° 19.717, de 20 de fevereiro de 1931, a obrigação da mistura de 5% de álcool anidro à gasolina importada e de 10% para os veículos de propriedade do Estado (BRAY, 2000).

Os dirigentes do IAA viam no álcool-motor, o carburante nacional e, ao mesmo tempo, a solução definitiva para o problema da transformação do excesso da produção de açúcar que não encontrava escoadouro.

Com a Segunda Guerra Mundial, iniciada no final de 1939, a agroindústria canavieira passou por uma situação bem diversa da que havia prevalecido durante e imediatamente após o conflito de 1914-18. As exportações do açúcar brasileiro para a Europa caíram devido à racionalização do consumo do açúcar e dos riscos do transporte marítimo, o que não afetou o fluxo para países vizinhos da América do Sul (SZMRESÁNYI, 1991).

As dificuldades do transporte marítimo não afetaram somente as exportações e importações, mas também o volume de seus produtos transportados por cabotagem[1], os quais abasteciam o mercado interno. Afetando o transporte da produção nordestina para os principais centros comerciais que se localizavam na região Centro-Sul, mais particularmente nos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo.

A demanda insatisfeita dos principais centros consumidores criou as condições necessárias para a expansão da produção de açúcar em regiões, como o estado de São Paulo, que anteriormente o importavam de outras, basicamente do Nordeste. A dificuldade de navegação entre os portos levou a falta de açúcar “branco” em São Paulo, obrigando o IAA a permitir a expansão da produção no local.

Sendo essa, a expansão dos anos da Segunda Guerra que deu origem a definitiva transferência do eixo de produção canavieira e açucareira para os Estados do Sudeste do Brasil, uma transferência que só chegou a se completar na década de 1950, mas que já podia ser percebida ao término do conflito (SZMRESÁNYI, 1991).

Por outro lado, o Brasil diminuiu a sua importação de petróleo, resultado do racionamento da gasolina e óleo diesel até o final da guerra, em 1945. Neste contexto, ampliou-se a valorização do parque alcooleiro com a diminuição do uso de derivados de petróleo no mercado nacional. O álcool anidro carburante passou a

[1] Navegação entre portos marítimos de um mesmo país, sem perder a costa de vista.

ganhar, naquele momento, uma função de produto altamente estratégico para o país (BRAY, 2000).

No ano de 1939 já funcionavam no Brasil 31 destilarias para produção de álcool anidro carburante, em dois anos esse número aumentou em 40% e as destilarias estavam concentradas principalmente em São Paulo, Rio de Janeiro e Pernambuco.

Toda essa expansão ocorreu fundamentalmente devido aos incentivos financeiros e administrados do IAA, como a Resolução Executiva do IAA, de 21/02/1941, que elevou para 20% o teor mínimo de mistura de álcool anidro à gasolina. Também nesse mesmo ano, o IAA criava a Comissão Nacional de combustíveis e Lubrificantes (BRAY, 2000).

Após a Segunda Guerra, ocorreu uma forte expansão da indústria açucareira no Brasil, sendo essa expansão induzida parcialmente pela crescente demanda do mercado interno, cujas dimensões estavam sendo gradativamente ampliadas por um rápido e intenso processo de urbanização e industrialização. Esse fato privilegiou as agroindústrias de açúcar e álcool de São Paulo que possuíam melhores condições de atender a crescente demanda de açúcar do país, principalmente do Centro-Sul. Caracterizando a definitiva transferência do eixo da agroindústria canavieira do país para a região Centro-Sul.

A diferença na competitividade entre as regiões fez com que o governo, em 1951, instituísse uma sobretaxa aos produtores do Centro-Sul que seriam revertidas para os produtores nordestinos como forma de compensação de fretes para permitir equivalência de preços nos diversos centros consumidores, financiamento da produção e expansão do parque sucroalcooleiro (OLIVEIRA, 2005).

A contínua expansão da produção ultrapassou a capacidade de absorção do mercado interno, tanto de açúcar como de álcool, sendo este excedente direcionado para exportação.

Nos anos seguintes ao pós-guerra as exportações brasileiras cresceram muito. A Revolução Cubana, seguida pelo rompimento das relações entre Cuba e Estados Unidos, levou o IAA a novamente estimular a ampliação da produção de açúcar, pois os EUA era um grande mercado em potencial. Neste contexto, o Brasil retornava ao grupo dos maiores exportadores do produto.

No entanto, a progressiva normalização da produção européia e do comércio internacional, e a baixa produtividade do setor no Brasil, logo começaram a minar os

preços do produto, forçando o governo a novamente subsidiar os preços das exportações. A fim de reduzir esses subsídios e ao mesmo tempo diminuir as importações de petróleo e seus derivados, o IAA procurou várias formas de aumentar a produção de álcool. Porém essa política foi dificultada pelos baixos preços de petróleo no mercado internacional, pela criação da Petrobras e a implantação de suas primeiras refinarias. (SZMRESÁNYI, 1991).

A expansão da produção no período foi acompanhada pela instalação de usinas modernas e pela fusão de diversas usinas, de modo a fortalecer e reduzir os seus custos. Em 1959, algumas usinas e refinarias de São Paulo fundiram-se e criaram a Cooperativa Central de Produtores de Açúcar e Álcool de São Paulo, a Copersucar, com alguns objetivos, dentre eles: receber, financiar, e vender a produção de açúcar e álcool de seus associados, defendendo seus interesses comerciais e econômicos. A Copesucar passou a compartilhar com o IAA algumas de suas funções, como o financiamento e a comercialização de açúcar (VIAN, 2003).

No início da década de 60 entrou em execução o Plano de Expansão da Indústria, cujo objetivo era o incremento das exportações de açúcar, o aumento do parque industrial e das lavouras de cana, e o aumento da produtividade agrícola, gerando maior competitividade ao produto brasileiro e consequentemente, permitindo a prática de preços mais baixos.

Essa expansão teve como pano de fundo, como dito anteriormente, o rompimento das relações entre Cuba e EUA, e também a pretensão de o Brasil voltar a liderar as exportações mundiais de açúcar. Sendo assim, a região Centro-Sul, que se encontrava mais bem estruturada foi a grande responsável por essa capacidade adicional, deixando o Nordeste definitivamente para trás.

Na segunda metade da década de 60, o mercado mundial de açúcar contava com uma oferta excessiva do produto, o que levou a uma queda no seu preço. Esse fato atingiu diretamente as exportações do Brasil, indicando os primeiros sintomas de uma nova crise de superprodução.

A redução da demanda e dos preços do açúcar nos mercados internacionais coincidiu com a forte recessão instaurada no mercado interno brasileiro, em decorrência da política econômica da então recém-inaugurada ditadura militar (SZMRESÁNYI, 1991).

No início da década de 70, o problema da competitividade brasileira continuava a fazer parte dos questionamentos do IAA, levando o governo a criar o

Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (Planalsucar), e da lei n° 5654 de 14/07/1971, que implementou o Programa de Racionalização da Indústria Açucareira, posteriormente denominado Programa de Apoio à Indústria Açucareira.

A criação desses programas tinha como objetivo o crescimento da produção de açúcar nos Estados onde as usinas detinham as melhores condições, na tentativa de igualar os custos das usinas localizadas no Nordeste com os custos das usinas do Centro-Sul, mais mecanizadas.

Os pequenos produtores e fornecedores ficaram sem saída, ou fechavam suas portas ou se fundiam, pois os custos de produção para eles eram maiores do que para as usinas de médio porte. Nesse período acelerou-se o processo de fusão e incorporação de usinas, e de concentração de terras no setor canavieiro, embora, como dito anteriormente, este processo já vinha ocorrendo antes da década de 70. Na metade da década de 70, o número de usinas desativadas correspondia a 25% do número de usinas em operação (BRAY, 2000).

Os planos tiveram um desempenho favorável, principalmente devido ao aumento no volume e no preço dos produtos exportados, refletindo um bom momento para as exportações de açúcar no mercado mundial.

Devido aos estoques que acumulara por força da superprodução de anos anteriores, e por causa da disponibilidade de uma ampla capacidade ociosa em sua agroindústria canavieira, o Brasil era na época um dos poucos países do mundo capazes de responder imediatamente a esses estímulos repentinos dos mercados internacionais do açúcar (SZMRESÁNYI, 1991).

No entanto, essa situação favorável do mercado mundial que levou ao crescimento contínuo da produção e exportação de açúcar não perdurou por muito tempo. Em 1974 o preço internacional de açúcar atingiu o seu maior valor, porém após seis meses esse valor caiu em 75%, e o setor canavieiro se viu novamente em uma crise de superprodução (SZMRESÁNYI, 1991).

Associado a esses acontecimentos, ocorre em 1973[2] o 1° choque do petróleo, onde os preços em menos de um ano se elevaram 300%.

Esta crise do petróleo favoreceu a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), instituído em 14 de novembro de 1975 pelo Decreto n° 76.593. Alguns pontos foram cruciais para a criação do programa como a alta capacidade ociosa do

[2] Com a guerra do Yom Kippur (coalizão entre estados árabes liderados pelo Egito e pela Síria contra Israel), geraram-se no Oriente Médio várias perturbações de alcance internacional.

setor alcooleiro e grande vulnerabilidade energética do Brasil, dependente de 80% de petróleo importado.

Segundo Shidika e Bacha, o Proálcool passou por três fases: a fase da expansão moderada (1975-79), fase de expansão acelerada (1980-85) e a fase de desaceleração e crise (1986-95).

Esse programa dá um novo contorno à produção de álcool, que antes era tida apenas como uma resíduo da produção de açúcar, porém agora a cana-de-açúcar era destinada diretamente para fabricação de álcool. A implementação do Proálcool reuniu o interesse de diversos setores: empresários das usinas e destilarias, o Estado, o setor de máquinas e equipamentos e a indústria automobilística.

Do ponto vista institucional, o gerenciamento do Proálcool coube, inicialmente, à Comissão Nacional de Álcool- Cnal e, posteriormente à Comissão Executiva Nacional do Álcool- Cenal, cujo objetivo era dar suporte técnico e administrativo à Cnal (SHIDIKA, BACHA, 1999).

Na primeira fase do programa, 1975-79, o IAA incentivou a produção de álcool anidro estipulando o preço relativo de 44 litros de álcool por saca de 60Kg de açúcar, sendo indiferente para a usina produzir um ou outro produto. Foram criadas linhas de crédito subsidiado e garantias de compra do produto pela Petrobras (VIAN, 2003).

Pouco antes da criação do Proálcool devido ao posicionamento da Copersucar em lutar a favor da proibição da criação de destilarias autônomas, alguns empresários se desligam e criam uma nova entidade de representação comercial e institucional, a Sociedade dos Produtores de Açúcar e Álcool do estado de São Paulo (SOPRAL).

Segundo Shidika e Bacha (1999), para inserir o álcool na matriz energética brasileira, seriam necessários investimentos maciços na agroindústria canavieira, pois a infraestrutura de até então, era voltada basicamente para atender a demanda de alguns setores tradicionais (produtos farmacêuticos, bebidas, química, etc.).

Assim, de 1975 a 1980 foram investidos no Proálcool US$ 1,019 bilhão, sendo 75% desta quantia advindos de recursos públicos e 25% de recursos privados (LOPES, 1996). Foram implementados inúmeros projetos que em grande parte visavam à modernização e instalação de destilarias em áreas tradicionais da agroindústria canavieira, principalmente em São Paulo, Alagoas, Pernambuco e Rio de Janeiro.

A resposta aos incentivos foi observada através do crescimento muito rápido da produção de álcool, principalmente de álcool anidro. Segundo dados de Shikida e Bacha na primeira fase do Proálcool a meta estabelecida de 3 Bilhões de litros de álcool para a safra de 1979/80 foi ultrapassada em 13,2%.

O estado de São Paulo, em particular, distanciou-se muito do resto do país: às vésperas do Proálcool ele já era responsável por metade da produção brasileira de açúcar, logo após o início do programa passou a concentrar também dois terços da produção de álcool, subindo para 50% da produção no final da primeira fase do programa (SZMRESÁNYI, 1991). Em seguida estava o estado de Alagoas 20,9%, Paraíba 6,6% e Rio de Janeiro e Pernambuco 5,9% (BRAY, 2000).

A diferença no volume de produção da região Centro-Sul em comparação com a região Nordeste se distanciava cada vez mais, além do aumento da produção em São Paulo, outros estados como: Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul também começaram a expandir suas culturas de cana, principalmente na produção de álcool.

Tabela 1 – Número de projetos de destilarias anexas e autônomas aprovados pela CENAL, na primeira fase do Proálcool.

Região	Anexas	Autônomas
Norte-Nordeste	50	25
Centro-Sul	86	48
Brasil	136	73

Fonte: Bray adaptado (2000)

Na segunda fase do Proálcool (1980-1985), em decorrência de alguns choques externos como o segundo choque do petróleo (1979), aumento das taxas de juros internacionais e recessão dos EUA, o Brasil passava por algumas dificuldades econômicas. Se na fase anterior o PIB teve crescimento médio anual de 6,4%, na segunda fase esse valor ficou em apenas 2,6%, porém quanto ao desempenho do programa iremos observar que teve uma rápida aceleração.

Essa fase do programa passou a dar ênfase na produção de álcool hidratado a partir da expansão de destilarias autônomas, diferente da fase anterior que priorizou a produção de álcool anidro, tornando o programa efetivamente como uma alternativa quanto à substituição de energia. Diante de um novo conflito no Oriente Médio, entre Irã e Iraque, os preços do petróleo subiram de US$ 11,58 em 1974 para US$ 30,03 em 1979, se comparamos com o preço anterior ao 1° choque do

petróleo (US$ 3,29), o preço do petróleo em 1979 cresceu 10 vezes (GIAMBIAGI, 2005).

O segundo choque do petróleo reforçou a justificativa do programa, beneficiando os que defendiam a posição de que o apoio e estímulo à produção e consumo de álcool também contemplasse o hidratado, a ser usado como combustível em automóveis movidos a álcool.

No âmbito do Estado, a Petrobras continuou responsável pela comercialização do álcool, dando ao produtor garantia de compra do produto, além de dividir parte dos custos de estocagem (OLALDE, 1993 apud SHIKIDA, 1999).

Segundo Shikida e Bacha (1999), essa segunda fase do programa tinha como objetivo mais do que triplicar a produção, alcançando 10,7 bilhões de litros, além de fortalecer seus propósitos iniciais como economia de divisas, geração de emprego e etc.

A fim de garantir que este objetivo fosse alcançado, foram tomadas medidas inovadoras de estímulo ao uso de veículos[3] movidos exclusivamente a álcool, como redução da alíquota de produtos industrializados (IPI) e da taxa rodoviária única sobre veículos privados dessa natureza, isenções do IPI para táxis a álcool e o estabelecimento de um limite do preço ao consumidor do álcool hidratado de 65% em relação ao preço da gasolina (OLALDE, 1993 apud SHIKIDA, 1999).

Os estados que mais se beneficiaram na absorção de recursos do Proálcool foram: São Paulo (36%), Minas Gerias (10,3%), Alagoas (8,1%), Paraná (5,9%), Rio de Janeiro (3%), Paraíba (2,7%) e Mato Grosso do Sul (2,5%).

Como dito anteriormente, alguns estados que não tinham tradição nesse setor sucroalcooleiro, continuariam a expandir sua produção como Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, mas São Paulo ainda era de longe o maior produtor de álcool do país (65%) e o principal motivo era o uso de tecnologia em praticamente todas as fases da cultura, facilitado pela localização próximo a centros de pesquisas, bem como as principais indústrias produtoras de máquinas e equipamentos.

Todas essas condições vantajosas criadas na época capacitaram a agroindústria canavieira no Brasil e possibilitaram alcançar e ainda superar a metas do governo. Segundo Szmresányi (1991), nos primeiros dez anos de existência do Proálcool, a produção brasileira de álcool aumentou a uma taxa média de 35% ao

[3] A proporção de carros movidos a álcool saltou de 26% em 1980 para 96% em 1985.

ano e a produtividade em 2,5%, sem que o setor deixasse de produzir quantidades significativas de açúcar, tanto para exportação como para o mercado interno.

Nessa segunda fase do programa aconteceram também inovações tecnológicas, a implantação de novas variedades de cana-de-açúcar e o surgimento, em 1993, de um novo método de pagamento da cana, que passou a ser pelo teor de sacarose e pureza do caldo (MACEDO, 1996 apud SHIDIKA, 1999).

Já ao final da segunda fase, 1985, o Governo constituiu a Comissão Interministerial de avaliação do Proálcool sob a coordenação da Secretaria Executiva do CENAL. Dentre os assuntos estudados estavam a situação do Proálcool frente à queda substancial dos preços do petróleo e seus derivados, alguns problemas que a Petrobras vinha enfrentando como a manutenção de preços baixos para alguns derivados considerados estratégicos e para o álcool exportado, e o peso causado nas receitas do governo devido aos incentivos ficais.

Nesse mesmo período, metade da década 80, ocorreu a estagnação da produção de álcool. Segundo Vian (2003), um dos motivos foi a redução dos preços internacionais do petróleo, contrariando as projeções governamentais, privadas e mesmo as internacionais que afirmavam que o preço do barril no final do século chegaria a US$50.

Dentro desse contexto se insere a terceira fase do Proálcool (1986/95), sendo esta, caracterizada pela redução dos investimentos, menor valor desde sua implementação, e corte dos financiamentos e subsídios para a instalação de novas destilarias. Foi investido US$ 0,5 Bilhão, sendo que mais da metade desse investimento foi realizado pelo capital privado, demostrando a retirada gradual do setor público do programa e da agroindústria canavieira.

Alguns fatos como a estabilização do preço do petróleo, o aumento da produção pela Petrobras, o aumento do preço internacional do açúcar, e o acúmulo de prejuízos gerados pelo fato de o álcool ser vendido a um preço inferior ao seu custo de produção colocaram em xeque a continuidade do programa.

Diante das incertezas que permeavam o setor alcooleiro, houve uma estagnação na produção de álcool e o direcionamento da cana-de-açúcar para a fabricação de açúcar, apresentando um crescimento constante a partir da década de 90, segundo dados de Bray, 2000.

Esse acontecimento aliado a falta de investimento no setor alcooleiro, gerou redução no crescimento da capacidade produtiva de álcool hidratado, mas não da

demanda por álcool combustível, que continuava crescendo, o que desencadeou um desequilíbrio entre a oferta e demanda de álcool, levado a necessidade de importação do produto a partir de 1989. Esse ano foi considerado um divisor de águas na história do Complexo Canavieiro, houve desabastecimento de álcool hidratado e foi preciso importar, contrariando totalmente os objetivos do programa.

Os acontecimentos descritos fizeram com que o mercado consumidor desconfiasse da garantia de oferta de álcool combustível e consequentemente a procura por carros a álcool diminuísse. Este processo de mudança possuía características bem diferentes do início do programa, principalmente pela não participação do Estado. O mercado não tinha mais a garantia de preços remunerados nem de empréstimos subsidiados, o que freava o crescimento da capacidade produtiva.

Segundo Vian (2003), esses acontecimentos trouxeram muitas divergências entre os agentes do complexo, quanto à manutenção do aparato regulatório existente e quanto ao destino dos incentivos à produção de álcool e açúcar.

A Copersucar iniciou mais uma vez a luta pelo anidro e pela estabilização do álcool hidratado, defendendo o álcool como um regulador da oferta de açúcar. Enquanto, que a Sopral defendia expressamente o carro a álcool, ressaltando os benefícios desse combustível. Estas posições divergentes permaneceram durante a década de 90, como veremos mais à frente.

O principal desafio enfrentado pelo setor no final da década de 80 era o de superar o desgaste da imagem do álcool causado pelo desabastecimento, que teve como consequência a queda da procura e da produção de carros a álcool nos anos 90 (a produção começou a declinar em 1993). O produto que vinha garantindo o crescimento do setor ao longo do período viu sua demanda seriamente comprometida. A produção nacional de carros a álcool caiu de 88,4% em 1988 para 0,6% em 1996.

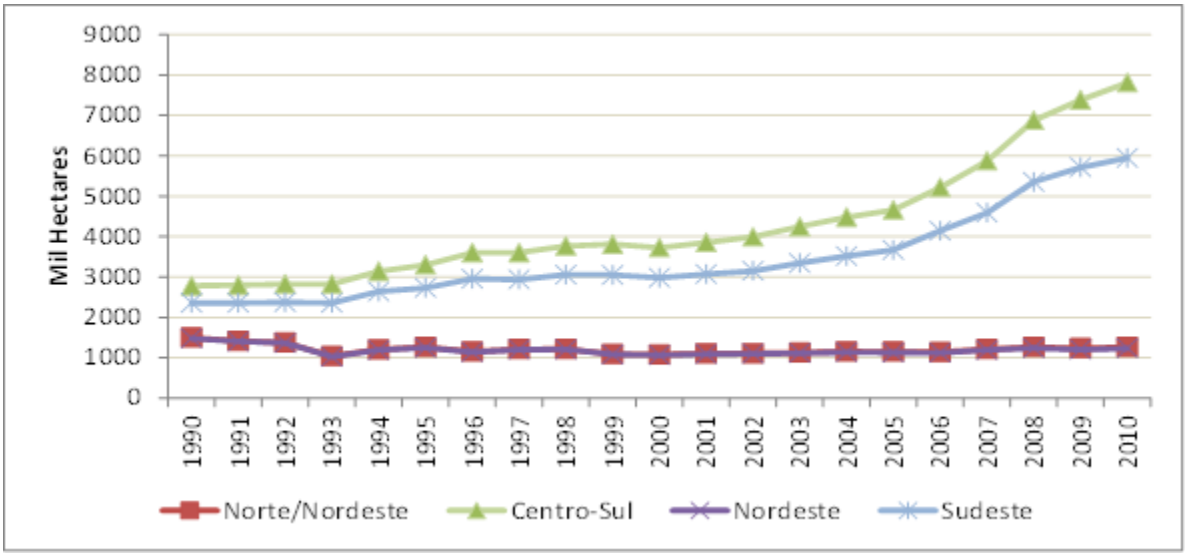
A década de 90 foi marcada pelo processo de desregulamentação do Complexo Canavieiro, o que gerou alguns conflitos entre os agentes visto que alguns segmentos sociais desejavam a manutenção do antigo aparato, pois ele proporcionava as garantias de venda e realização de lucros. No entanto o outro grupo desejava um mercado livre para poderem realizar sua capacidade de investimento e crescimento acima da média do setor (BELIK, VIAN, 2002).

Esse foi um período importante para o país, pois o mesmo se via inserido em um processo mais amplo de liberação econômica, onde a promulgação da Constituição Federal de 1988 alterou e redefiniu o papel do Estado na economia, permitindo uma maior participação dos governadores e prefeitos na arena decisória em prol dos seus interesses.

Em 15 de março de 1990, o IAA é extinto através da medida provisória n° 151. O Estado sai de cena, deixando de intervir no mercado sucroalcooleiro, permitindo que as próprias usinas passassem a exportar diretamente.

Com isso a região Centro-Sul, que sempre apresentou custos mais baixos que as outras regiões, passa a ter vantagens nas exportações de açúcar e supera as exportações da região Nordeste-Norte já na safra de 1993/94. Segundo dados de Shikida e Bacha 1999, a região Centro-Sul era 30% mais eficiente, produtiva, que a região Norte-Nordeste.

Esse fato se deu devido ao grande número de pesquisas realizadas, especialmente no estado de São Paulo, e a mecanização das colheitas e



implementação de outras técnicas visando a redução dos custos.

Figura 1 – Área plantada de cana
Fonte: FAPRI (2012).

Nesse período a agroindústria canavieira como um todo vivia um momento muito delicado, no que se refere as dívidas dos proprietários de usinas e destilarias, onde o desenvolvimento tecnológico era uma das únicas formas de sobrevivência no setor. É importante destacar que isso aconteceu devido a intervenção direta do Estado, que garantia aos agentes dos setores sucroalcooleiro um certo paradigma

subvencionista como forma de sobrevivência, o que explica a relativa falta de importância do progresso técnico. Muitos produtores se acostumaram com a garantia de margem de lucro, reserva de mercado, concessão de subsídios, dentre outros. Neste novo contexto de mercado, os agentes passaram a atentar para os fatores que pudessem aumentar sua competitividade frente aos concorrentes.

No processo de desregulamentação foram identificados dois grupos cujos interesses eram distintos: as duas regiões produtoras Norte-Nordeste e Centro-Sul. A desregulamentação do mercado encontrou resistência não só dos industriais da região Norte-Nordeste, como principalmente dos fornecedores de cana-de-açúcar, que lutaram pela prorrogação do tabelamento de preços deste produto, pela manutenção dos subsídios agrícolas, e pela regulamentação do governo no que se refere à sua comercialização (AZANHA, BARROS, 2002).

A região Nordeste tinha interesse em manter a intervenção como forma de controlar a expansão da produção da região Centro-Sul. Segundo Azanha (2002), na região Centro-Sul devido às incertezas sobre os benefícios da desregulamentação, foram identificados alguns grupos também a favor da intervenção. Em geral os conflitos se davam em relação aos custos de transporte do álcool dos estados mais distantes dos centros de consumo.

No meio dessas discussões sobre a liberalização do setor, foi criada uma nova associação de produtores de São Paulo, a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (UNICA), foi criada também a Coligação das Entidades Produtoras de Açúcar e Álcool (CEPAAL), através da junção da SOPRAL e de algumas unidades de São Paulo que se afastaram da UNICA. Ambas tinham como objetivo conciliar as opiniões e fortalecer sua representação para lidar com o processo de desregulamentação e com o novo ambiente liberado. Porém tinham posições diferentes, a UNICA se mostrava a favor do livre mercado, e a CEPAAL acreditava que a liberalização deveria ser postergada.

Diante das pressões em relação à estrutura decisória, uma importante alteração ocorreu em agosto de 1997, com a criação do Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (CIMA), centralizando a tomada de decisão do governo, com o objetivo de analisar e propor políticas relativas ao setor sucroalcooleiro.

A liberação dos preços ocorreu após a prorrogação de diversas Portarias do Ministério da Fazenda. Em 1996 foi publicada a Portaria 64 do Ministério da Fazenda liberando os preços da cana-de-açúcar, álcool e açúcar de todos os tipos a

partir de janeiro de 1997. Mas em dezembro desse mesmo ano, essa medida foi revogada em função dos pedidos dos produtores para que houvesse um período de transição até a liberalização do mercado.

No caso do álcool anidro, ele realmente foi liberado em maio de 1997. Em 1998 ocorreram mais alguns adiamentos na liberação, mas finalmente em fevereiro de 1999 ela efetivamente aconteceu e todos os produtos do complexo Canavieiro passaram a ter preços livres (VIAN, 2003).

A liberação dos preços dos produtos do setor sucroalcooleiro impunha a necessidade de uma nova remuneração da cana-de-açúcar em substituição ao tabelamento de preços anteriormente praticado pelo governo, que atendesse tanto aos fornecedores como às usinas e destilarias. Este fato levou os produtores brasileiros a pesquisar em países com preços liberados a sistemática do setor agrícola.

Sendo assim uma equipe constituída por cinco representantes dos produtores de cana e cinco representantes do setor industrial elaborou um modelo de autogestão, baseado em um sistema para remunerar a matéria-prima com base no Açúcar Total Recuperável - ATR[4]. Este trabalho culminou com a criação do CONSECANA (Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool de São Paulo), em 1999, responsável pelo modelo de gestão do setor, de adoção voluntária e que começou a operar na safra de 1998/1999.

O sistema de pagamento da cana utiliza como base a qualidade da cana-de-açúcar expressa pela concentração total de açúcares (sacarose, glicose e frutose) recuperáveis no processo industrial, e é expressa em quilograma por tonelada de cana. Esse conjunto de açúcares é denominado Açúcar Total Recuperável (ATR) contido em uma tonelada de cana. É importante ressaltar que, um quilo de ATR não equivale exatamente a um quilo de açúcar nem a um litro de etanol.

O valor do ATR é obtido em função dos preços líquidos do açúcar branco destinado ao mercado interno e externo, do açúcar VHP destinado ao mercado externo, do álcool anidro e hidratado (carburante e industrial) comercializado no mercado doméstico e internacional. É determinado, também, pelo mix de produção

---

[4] ATR = 10 x PC x 1,05263 x 0,905 + 10 x ARC x 0,905
10 x PC = pol por tonelada de cana
1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores
0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,5% (nove e meio por cento)
10 x ARC = açúcares redutores por tonelada de cana

de cada unidade industrial, ou seja, a quantidade produzida de açúcar e álcool, e pela participação da matéria-prima nos custos de produção do açúcar e do álcool.

2. PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2011), no Brasil a área plantada de cana-de-açúcar de açúcar é de aproximadamente de 8,4 milhões de hectares, o que equivale a aproximadamente 14,9% do total da área de lavouras dentro do território nacional e 3% da área agricultável. A cana ocupa o terceiro lugar da área agricultável do país, sendo as culturas de soja e milho, respectivamente que ocupam os maiores espaços de terra.

No Brasil, a cultura de cana-de-açúcar espalha-se pelo Centro-Sul e pelo Norte-Nordeste em dois períodos de safra. No Centro-Sul, a colheita concentra-se no período de abril/maio a novembro/dezembro de um mesmo ano. Já na região Norte-Nordeste, a colheita concentra-se no período de agosto/setembro de um ano até março/abril do ano seguinte.

Comparando a safra de 2004/2005 com a safra de 2011/2012, através de dados da Conab e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, observamos que a área plantada cresceu 42%, porém a produção cresceu apenas 30%. Esse crescimento menor na produção se deve a redução na produtividade (Figura 2).

De acordo com dados da Conab, na safra de 2011/2012 foram produzidos 571 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, representando uma queda de 8,4% em relação à safra anterior, 624 milhões. Desta produção, praticamente 50% foi destinado para produção de açúcar (284 milhões de toneladas), e 50% para produção de etanol (287 milhões de toneladas).

A região Centro-Sul foi responsável por 80% (459 milhões) da produção brasileira de cana-de-açúcar e a produtividade média foi de 69,4 t/ha, maior que a média nacional que foi de 68,2 t/ha. Só o estado de São Paulo, produziu 308 milhões de cana-de-açúcar (53% da produção nacional), sendo 146 milhões de

toneladas de etanol (11, 7 Bilhões de litros) e 162 milhões de toneladas de açúcar. São Paulo é o principal produtor de cana-de-açúcar, açúcar e etanol do país.

Apesar da queda na produtividade, a lavoura de cana-de-açúcar continua em expansão no Brasil, alguns estados como Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso tiveram um aumento significativo na área plantada.

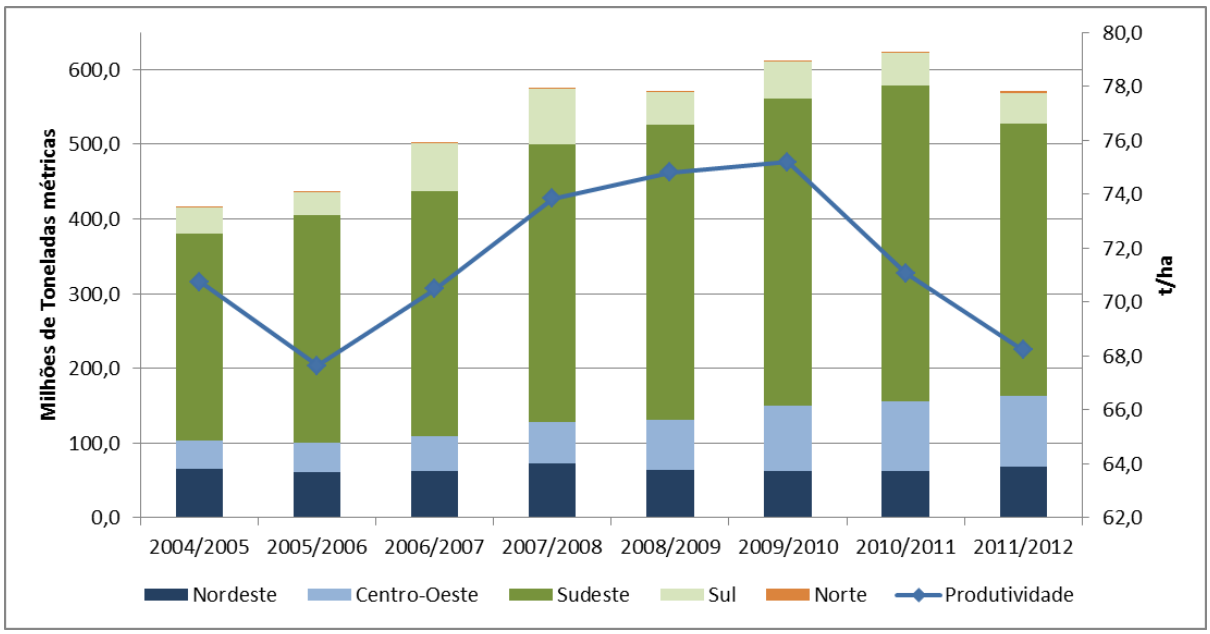


Figura 2 – Produção por regiões e produtividade média da cana-de-açúcar no Brasil entre as safras de 2004/2005 e 2011/2012
Fonte: Conab (2012).

Em relação à produção mundial de cana-de-açúcar, o Brasil é o principal produtor seguido pela Índia, China, Tailândia, México, Paquistão, Colômbia e Austrália (FAO, 2012). Ao somarmos a produção desses países citados, só o Brasil é responsável por 53% (717 milhões de toneladas) da produção de cana.

Se observarmos a Figura 3 notamos que o Brasil desde 2005 segue uma trajetória de crescimento. Apesar da Índia, 2° maior produtor, também seguir uma trajetória de crescimento a partir de 2005, apresentou uma queda entre 2007 e 2009, passando a seguir uma trajetória aparentemente estável a partir de 2009. Os demais países permaneceram com a produção praticamente estável, com exceção da Tailândia que apresentou uma ligeira alta em 2009.

No Brasil, a cana-de-açúcar é destinada tanto para produção de açúcar como de etanol, no entanto, na Índia, China, Tailândia e México a produção é praticamente toda direcionada à produção de açúcar (KANADANI, 2011 apud FAO, 2009).

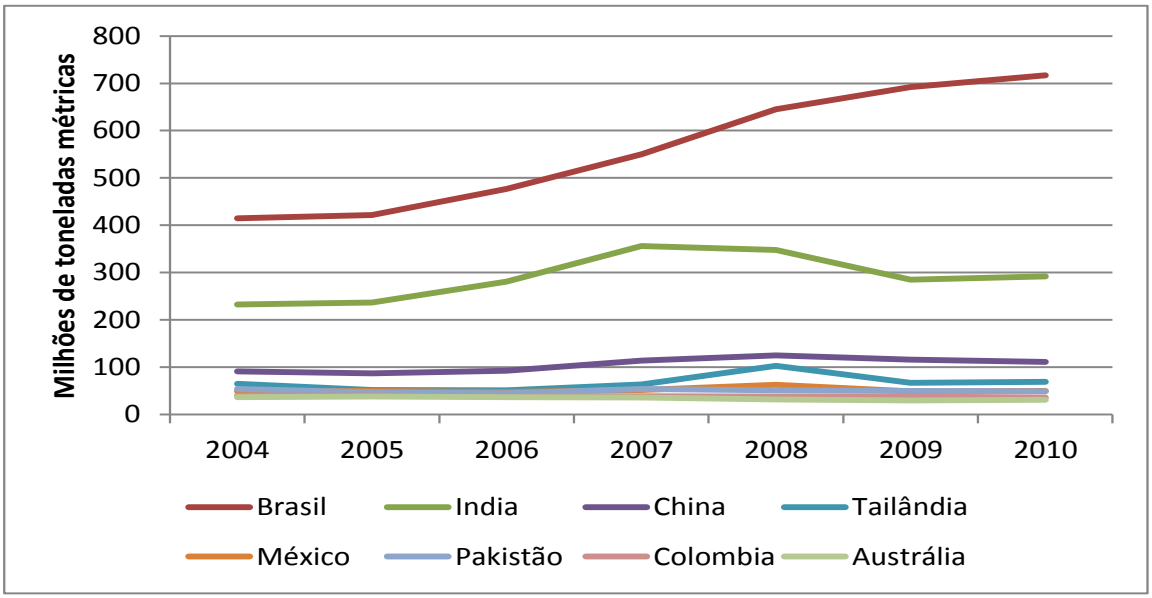


Figura 3 – Produção de cana-de-açúcar dos principais países produtores, entre 2004-2010
Fonte: FAO (2012).

2.1 Mercado Internacional de Açúcar

O principal produtor de açúcar no mercado internacional é o Brasil, conforme a Figura 4, com produção de 40 milhões de toneladas em 2010, o que representa um aumento de 42% em relação a 2004.

Em segundo lugar vem a Índia com produção de 20,6 milhões de toneladas, que após dois ciclos de queda, sua produção parece estar tomando um rumo de crescimento. Logo em seguida vem a China (11,4 milhões), EUA (7,1 milhões), Tailândia (6,9 milhões), México (4,8 milhões), Austrália (4,8 milhões) e Rússia (2,8 milhões) (FAO, 2012).

Tanto no Brasil como na Índia, Tailândia e Austrália o açúcar é produzido a partir da cana-de-açúcar. A produção chinesa é originada da exploração da cana-de-açúcar e da beterraba, no entanto mais de 90% provém da cana-de-açúcar. Os EUA também utilizam tanto a cana-de-açúcar como a beterraba, em sua produção, numa proporção de cerca de 50% para cada produto (USDA, 2012).

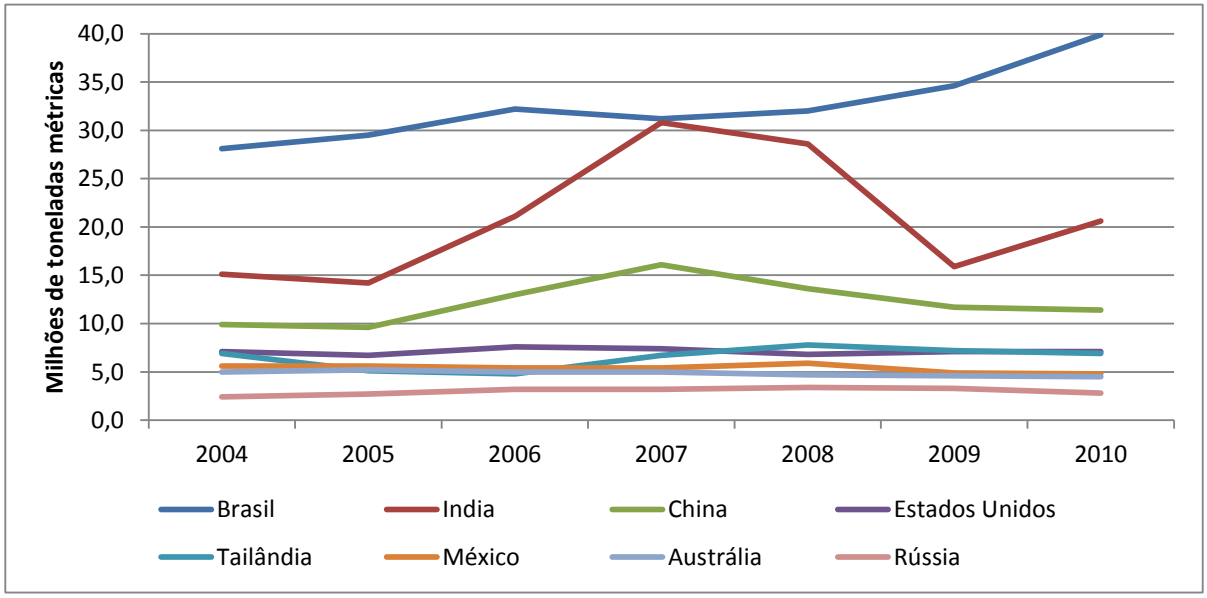


Figura 4 – Produção de açúcar dos principais países produtores, entre 2004-2010
Fonte: FAO (2012).

Segundo relatório da USDA (Maio, 2012) a produção mundial de açúcar em 2012/2013 será 174 milhões de toneladas, aumento de 2% em relação ao ano passado, sendo esse aumento dado pelos principais produtores. Na Índia é esperado um aumento na área plantada, devido a expectativas de maiores ganhos na produção de açúcar em detrimento das lavouras de trigo e milho.

Em relação às exportações, com base no mesmo relatório (USDA, 2012), espera-se um volume de 58 milhões de toneladas, crescimento de 1% se compararmos com 2011/2012. É esperado um aumento das exportações tanto do Brasil como da Tailândia devido a menor produção da União europeia, que foi prejudicada por problemas climáticos.

Ao olharmos para Figura 5, observamos que o cenário em que se inserem os maiores exportadores mundiais de açúcar difere dos maiores produtores mundiais de açúcar. O Brasil é o único país a se manter na mesma posição, de maior produtor e exportador de açúcar, sendo responsável por 48% do total exportado em 2010 (USDA, 2012).

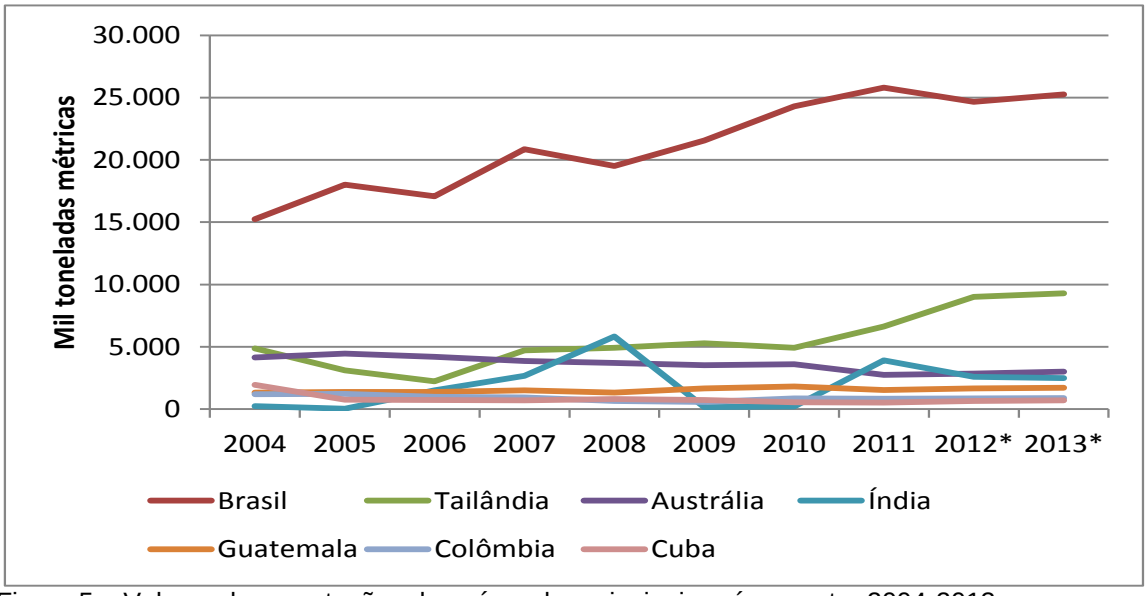


Figura 5 – Volume de exportações de açúcar dos principais países, entre 2004-2013
Fonte: USDA (2012). * estimativa.

O volume de exportações do Brasil no período analisado cresceu 66% (10 milhões de toneladas), a sua parcela nas exportações de 2004-2010 cresceu de 33% para 47% (USDA, 2012). Observa-se um aumento significativo tanto no volume de exportações como na parcela das exportações no mercado mundial de açúcar. O açúcar é a segunda *commodity* brasileira, atrás apenas da soja, em relação à quantidade e ao valor agregado das exportações.

A Tailândia é o segundo maior exportador de açúcar e sétimo em relação à produção. Já a Austrália é o segundo país no ranking das exportações mundiais e o sétimo em relação à produção. A Índia que é o segundo maior produtor de açúcar e o sétimo no ranking das exportações, possui um mercado interno consumidor muito grande, com isso suas exportações são muito sensíveis a variações no preço do açúcar, ou seja, quando o preço interno está alto a produção é direcionada em sua maior parte para o mercado interno. Cuba está em sétimo lugar no ranking das exportações, apesar de não ser um dos maiores produtores. No entanto, na década de 80 foi o maior exportador mundial de açúcar, e atualmente desperta interesse dos investidores, inclusive do Brasil, não só pelo açúcar, como também pelo etanol.

Em relação ao consumo de açúcar, os principais produtores são também os principais consumidores de açúcar (Tabela 2).

Tabela 2 – Consumo de açúcar das regiões e países, em mil toneladas, entre 2005-2012

País/ Região	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*
Índia	20.385	19.870	22.425	23.500	24.200	23.500	25.500	26.500
União Europeia	-	-	19.816	16.496	16.760	17.400	17.500	17.500
China	11.400	11.500	13.500	14.250	14.500	14.300	13.900	13.600
Brasil	10.600	10.630	10.800	11.400	11.650	11.800	12.000	12.550
Estados Unidos	9.089	9.239	8.993	9.590	9.473	9.861	9.979	10.093
Rússia	6.300	5.400	5.950	5.990	5.500	5.700	5.890	6.010
Indonésia	3.550	3.850	4.300	4.400	4.500	4.700	5.000	5.200
México	5.199	5.406	5.133	4.728	4.929	4.615	4.352	4.460
Paquistão	3.750	3.850	3.950	4.100	4.175	4.100	4.250	4.300
Egito	2.485	2.441	2.598	2.690	2.748	2.629	2.800	2.850
Tailândia	2.070	2.050	2.030	2.000	2.000	2.220	2.500	2.800
Irã	2.100	2.150	2.210	2.275	2.330	2.380	2.460	2.460
Outros	65.513	65.586	49.627	50.918	50.672	51.713	52.491	52.951
Total	142.441	141.972	151.332	152.337	153.437	154.918	158.622	161.274

Fonte: AGRIANUAL (2012). *estimativa.

Os principais produtores de açúcar (Brasil, Índia, China e EUA), somados representam 40% do consumo total de açúcar (Tabela 2). No geral, os maiores produtores de açúcar são também os principais consumidores. Com exceção da Indonésia que apesar de ser um dos maiores consumidores de açúcar não configura na lista de maiores produtores.

O consumo mundial de açúcar tem se expandido a uma taxa média anual de 2% desde 2007, o que corresponde a três milhões de toneladas a mais na demanda a cada ano. Esse crescimento vem ocorrendo principalmente em países em desenvolvimento, como um reflexo do aumento da renda dos consumidores e mudanças nos padrões alimentares. Em especial podemos citar os países asiáticos, que dentre os citados na tabela, responderam por 30% do consumo mundial em 2011 (Tabela 2).

Segundo relatório da USDA (maio, 2012) é esperado que o consumo aumente na Índia e China, atingindo um total de 163 milhões de toneladas até o fim de 2012.

Tabela 3 – Importação de açúcar das principais regiões e países, em mil toneladas, entre 2005-2012

País/Região	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*
União Europeia	-	-	3.530	2.948	3.180	2.575	3.100	3.700
Indonésia	1.450	1.800	1.800	2.420	2.197	3.200	2.995	3.010
Estados Unidos	1.905	3.124	1.887	2.377	2.796	3.010	3.253	2.358
Rússia	4.300	2.900	2.950	3.100	2.150	2.223	2.950	2.000
Emirados Arabes Unidos	1.756	1.730	1.740	1.860	1.610	2.031	2.950	2.000
China	1.360	1.234	1.465	972	1.077	1.535	1.820	1.850
Outros	34.707	33.932	30.933	32.044	33.646	37.791	35.588	33.909
Total	45.478	44.720	44.305	45.721	46.656	52.365	52.656	48.827

Fonte: AGRIANUAL (2012). *estimativa.

O principal importador mundial de açúcar é a União Européia, com 8% do total importado em 2012 mundialmente, seguido pela Indonésia com 6%, e EUA com 5% (Tabela 3).

Podemos observar que a UE, além de ser o segundo maior produtor de açúcar, é também um dos maiores consumidores e o maior importador mundial de açúcar.

Tabela 4 – Exportação de açúcar do Brasil por país destino, em mil toneladas, entre 2005-2011

Países	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Rússia	3.974	4.346	4.159	4.301	2.668	3.465	3.009
Índia	1.292	8	0	160	4.000	2.093	129
Irã	-	-	1.026	543	459	1.540	371
China	-	-	49	74	254	1.237	355
Argélia	647	723	792	714	904	1.186	663
Indonésia	173	125	89	35	565	1.092	186
Egito	754	1.006	686	1.141	634	1.074	342
Arábia Saudita	844	766	238	578	493	969	368
Bangladesh	536	657	411	511	1.241	898	336
Malásia	386	1.116	890	661	756	868	454
Outros	-	-	4.104	4.907	5.932	6.516	3.319
Total	8.606	8.747	12.443	13.625	17.906	20.939	9.534

Fonte: AGRIANUAL (2012).

Nota-se uma forte presença histórica da Rússia como destino do açúcar brasileiro, sendo responsável por 32% das exportações brasileiras em 2011 (Tabela 4).

No entanto, em 2009, a Índia assumiu o primeiro lugar devido a quebra de safra de cana-de-açúcar, neste período este país foi responsável por 22% das exportações.

Observando a Tabela 4, notamos que o volume de exportação do Brasil no ano de 2011 caiu se comparado aos quatro anos anteriores, isso pode ser explicado pela queda na produção da matéria-prima (cana-de-açúcar) na safra 2011/2012 e pelo maior direcionamento da produção para o mercado interno[5].

Outro fator limitador das exportações são algumas barreiras impostas por países/ regiões como Estados Unidos e União Européia. Como resultado de tais políticas, os preços domésticos do açúcar variam bastante de um país para o outro.

As duas principais referências para formação do preço internacional do açúcar são: os contratos preferenciais com os EUA, dentro das quotas estabelecidas pelo USDA, com preços determinados pelos contratos n° 14 da Junta de Comércio de Nova York, New York Board of Trade – NYBOT, e com a Europa, determinados pelos acordos Africa, Caribbean and Pacific - ACP, e Special Protocol Sugar – SPS, com quotas aos países produtores; e os contratos livres ou de excedentes que podem seguir o contrato n° 11 da NYBOT, usado como referência do preço do açúcar bruto no mundo, e o contrato n°5 LIFE, negociado na bolsa de Londres, que tem o preço do açúcar refinado como referência (BNDES e CGEE, 2008).

Os preços do açúcar no Brasil são formados de acordo com os princípios do livre mercado, sendo que o principal indicador é o índice da ESALQ, que influencia diretamente os preços no mercado internacional.

No entanto, no Brasil também se transacionam contratos futuros de açúcar cristal, na BM&FBOVESPA, em São Paulo, cotado em dólares, em saca de 50 kg. A negociação é de 270 sacas de 50 kg, e os meses de vencimento são fevereiro, abril, julho, setembro e novembro (BM&F, 2012).

[5] Preços mais atrativos.

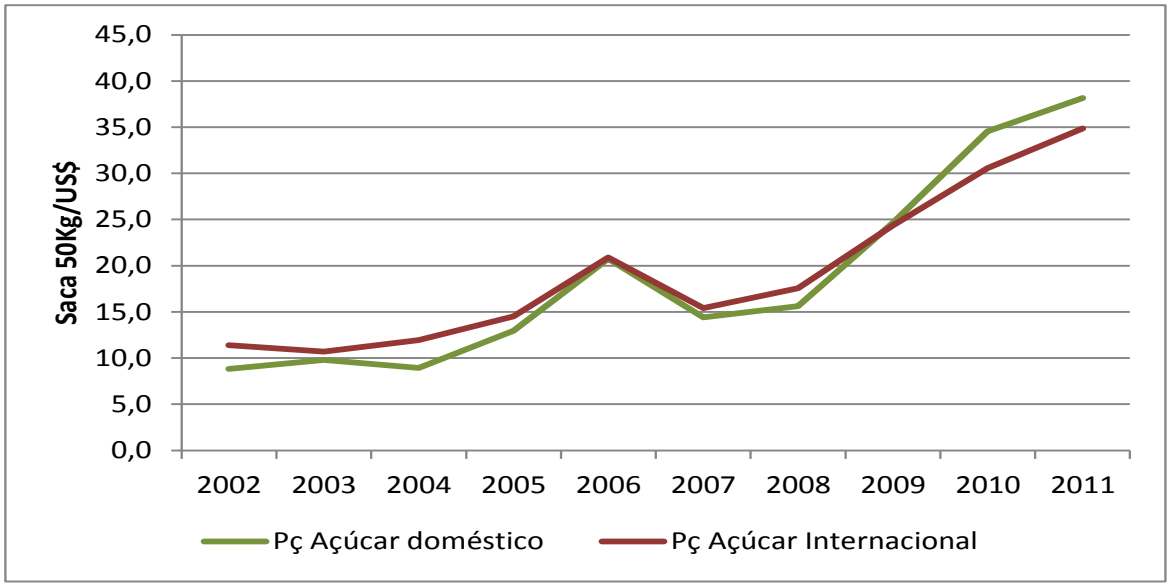


Figura 6 – Preço do Açúcar Doméstico e Internacional, entre 2002-2011
Fonte: CEPEA e USDA (2012).

2.2 Mercado Doméstico de Açúcar

Com base em dados acumulados de 2011, o açúcar bruto é o quarto produto na pauta de exportações nacionais, com participação de 4,51%, ficando atrás apenas de minérios de ferro e seus concentrados, óleos brutos de petróleo e soja triturada. Já o açúcar refinado é o décimo quinto produto em importância, com participação de 1,33% do valor das exportações do país (MDIC, 2012).

Além de maior exportador, com aproximadamente 50% do comércio mundial em 2011, o Brasil também é o maior produtor mundial de açúcar (Agrianual, 2012).

Na safra de 2011/2012 foram produzidos 36 milhões de toneladas, 5% menor do que na safra anterior, podendo ser explicado por fatores climáticos e falta de investimentos na renovação do plantio de cana-de-açúcar durante a crise internacional, causando perda na produtividade (IBGE, 2012).

Desses 36 milhões de toneladas produzidas, 69% foi exportado (25 milhões de toneladas), o que equivale, em valor a US$ 14 bilhões (UNICA, 2012). Apesar do volume exportado na safra de 2011/2012 ter sido 7% menor do que na safra anterior (2011/2010), em valor foi maior, devido ao aumento no preço relativo do açúcar bruto (MDIC, 2012).

O preço médio internacional do açúcar em 2011 aumentou 14% se comparado ao ano anterior, já o preço doméstico aumentou 10% utilizando a mesma

base de comparação (Figura 6). Se convertêssemos esses preços para reais, o crescimento seria menor, devido à desvalorização do dólar no período comparado, em 2010 a média anual foi de US$ 1,76 e em 2011 a cotação foi de US$ 1,67.

Segundo Kanadini (2010), cerca de 40% do açúcar absorvido internamente destina-se às indústrias de refrigerantes, bebidas, balas chocolates e bolachas, sendo o consumo direto responsável por 60%.

Sendo assim, o desempenho industrial é um importante indicador do nível de consumo e de preços domésticos. Segundo dados da FAPRI (2012), o consumo per capita em 2011 foi de 55 Kg e estima-se um ligeiro aumento de 7% até 2020.

A produção de açúcar, assim como a produção de cana-de-açúcar, concentra-se no estado de São Paulo, sendo que na safra de 2011/2012, SP foi responsável pela produção 21 milhões de toneladas de açúcar. Minas Gerais foi o 2° maior produtor e Paraná o terceiro, produzindo respectivamente 3,2 e 3 milhões de toneladas.

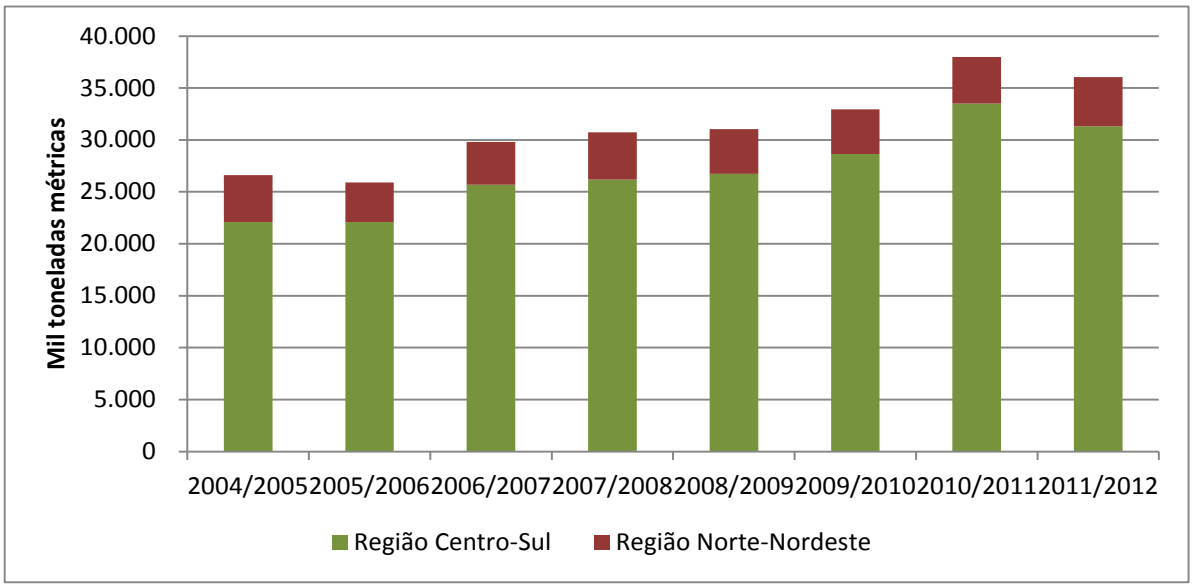


Figura 7 – Produção de açúcar no Brasil, por regiões, entre as safras de 2004/2005 e 2011/2012.
Fonte: ÚNICA (2012).

Na maior parte das usinas, a matéria-prima principal, cana-de-açúcar, pode ser direcionada tanto para produção de açúcar, como para produção de etanol.

De acordo com dados do MAPA de 2009, há no Brasil 423 unidades produtoras de açúcar e etanol, sendo 248 unidades mistas (com produção de açúcar e etanol), 159 destilarias (produção apenas de etanol) e 16 unidades produtoras de açúcar.

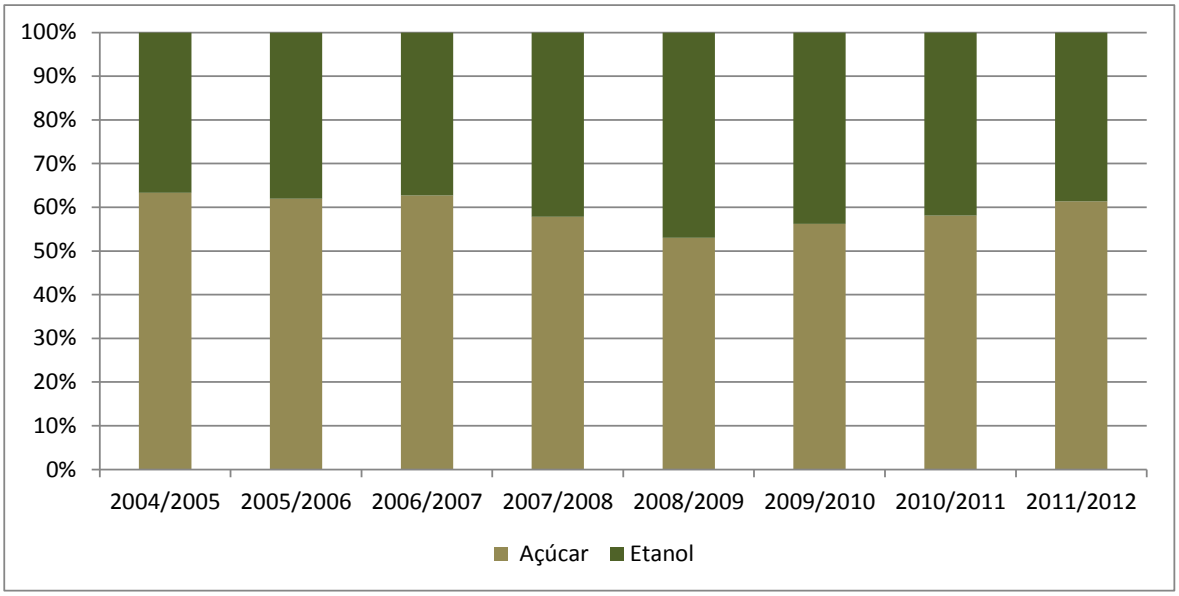


Figura 8 – Produção de açúcar e etanol, entre as safras de 2004/2005 e 2011/2012
Fonte: ÚNICA (2012).

Embora a destinação de ATR por produto final- açúcar e etanol- tenha sido a mesma, na safra de 2011/2012 o ATR foi de 136 Kg por tonelada de cana, a produção de etanol foi de 23 milhões de toneladas e a produção de açúcar 36 milhões de toneladas. Isso se deve ao fato, de que com uma tonelada de ATR é possível produzir 0,9 toneladas de açúcar e 0,6 de etanol (CONAB,2012).

3. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL

Os primeiros passos para o uso do álcool como combustível no Brasil aconteceram na década de 20, com a criação da Comissão de Estudos sobre Álcool Motor (CEAM), apesar das medidas tomadas na época ainda serem tímidas em relação à produção de álcool carburante, pois o álcool era visto apenas como um subproduto do açúcar, já havia a preocupação de reduzir a dependência do petróleo.

Essa preocupação se acentuou com o primeiro choque do petróleo (1973), impondo ao governo federal a necessidade de tomar medidas mais concretas em relação ao uso do etanol com combustível.

A grande vulnerabilidade energética brasileira em relação a esse combustível fóssil, os altos preços internacionais do petróleo e o aumento nos gastos com as importações, de US$ 600 milhões em 1973 para U$S 2,5 bilhões em 1974, levaram em 1975 a criação do Programa Nacional do Álcool – Proálcool (BNDES, 2008).

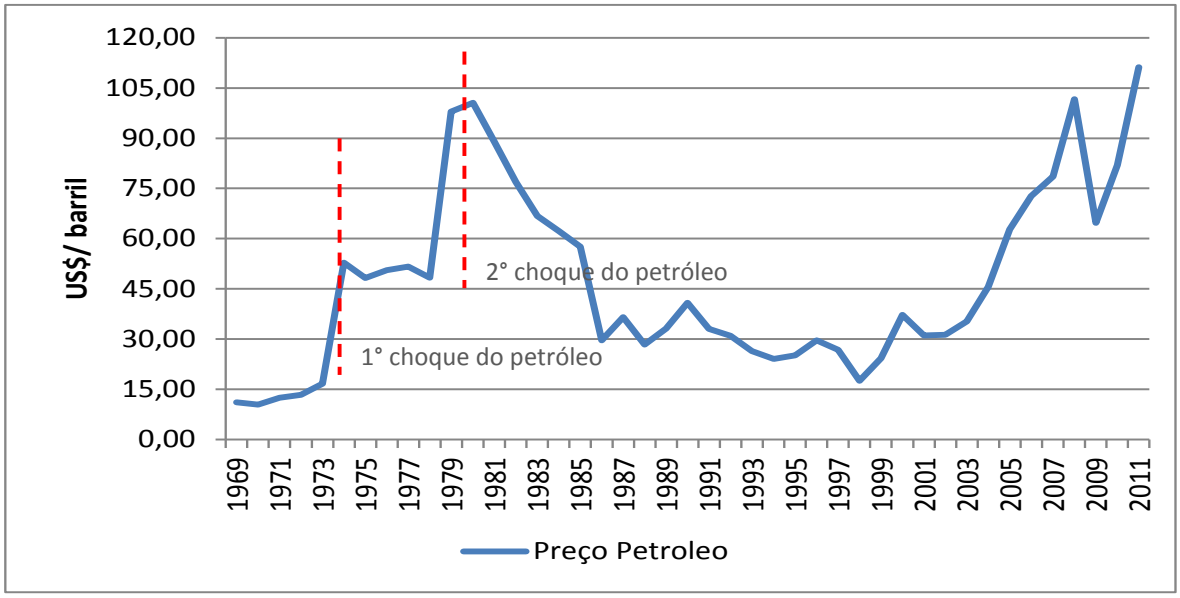


Figura 9 – Preço internacional do petróleo – 1969-2011
Fonte: BP (2012).

Nessa época, meados da década de 70, a dependência do petróleo importado no Brasil era da ordem de 85%, o que representava 32% das importações brasileiras (BNDES, 2008). Esse fato aliado à capacidade ociosa da indústria canavieira foi a oportunidade do governo, de pelo lado da oferta incrementar a produção de etanol utilizando a capacidade ociosa das usinas de açúcar, e pelo lado da demanda

estimular o uso do etanol carburante, aumentando a porcentagem de anidro na gasolina e/ou produzindo etanol hidratado.

Num primeiro momento, o programa priorizou o incentivo à produção de álcool anidro, que seria misturado à gasolina, porém com o segundo choque do petróleo, em 1979, quando os seus preços sofreram uma nova elevação, o Proálcool foi intensificado, estimulando-se o uso de álcool hidratado em motores adaptados ou produzidos especificamente para o uso desse combustível.

Contudo, com o aumento da produção interna de petróleo, a redução dos preços do petróleo e a recuperação do preço do açúcar, o governo reduziu sua interferência nesse mercado, desmotivando a produção de etanol, e gerando um quadro de dificuldades que encerrou a fase de expansão do Proálcool, desencadeando em 1989 um excesso de demanda pelo produto.

Uma consequência duradoura dessa crise de abastecimento foi a perda de confiança do consumidor brasileiro, que levou a queda das vendas de carros à álcool hidratado (Figura 11), e a necessidade de importação de álcool para atender a demanda. Somente a partir de meados de 2003 que, com o lançamento de veículos flexíveis, o consumo de etanol hidratado voltou a crescer de modo expressivo.

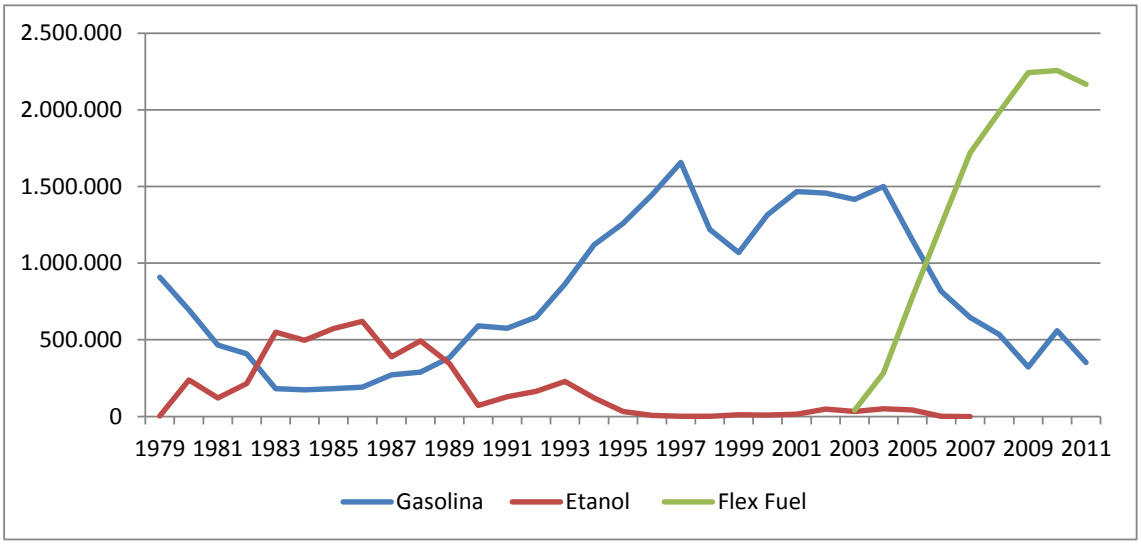


Figura 10 – Produção de Automóveis por tipo de Combustível – 1979-2011
Fonte: Anfavea (2012).

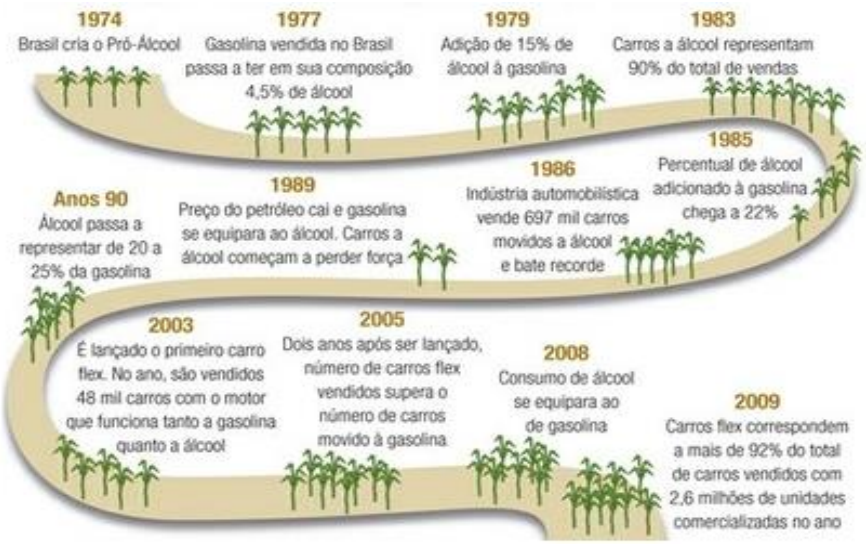


Figura 11 – Evolução da Produção do Etanol
Fonte: Revista Brasilis (2011).

Ao longo da década de 90, o governo foi reduzindo os mecanismos de controle e planejamento da produção da indústria, tornando os preços do açúcar e do álcool livres, quebrando o monopólio e liberando as exportações que antes eram centralizadas.

Dessa maneira, passou a operar um novo modelo de relacionamento entre produtores de cana-de-açúcar, produtores de bioetanol e empresas distribuidoras de combustível, no qual prevaleceram as regras de mercado atualmente adotadas no país.

Até 2003, o mercado de etanol foi sustentado por alguns fatores, como a manutenção da infraestrutura de abastecimento, o etanol hidratado continuou disponível em mais de 90% dos mais de 30 mil postos do país, a obrigatoriedade do uso do álcool anidro na mistura com a gasolina A, combustível comercializado como gasolina C, bem como a velha frota de carros movidos exclusivamente pelo álcool hidratado (IPEA, 2010).

Com o lançamento dos automóveis *flex fuel* em março de 2003, um carro adaptado que pode rodar tanto a gasolina C quanto a etanol hidratado, ou qualquer mistura de ambos os combustíveis, houve um reaquecimento da indústria sucroalcooleira, em função do consumo de etanol hidratado (Figura 13). A frota total de veículos em 2011 foi de 29,2 milhões, sendo 52% de *flex fuel* (15 milhões).

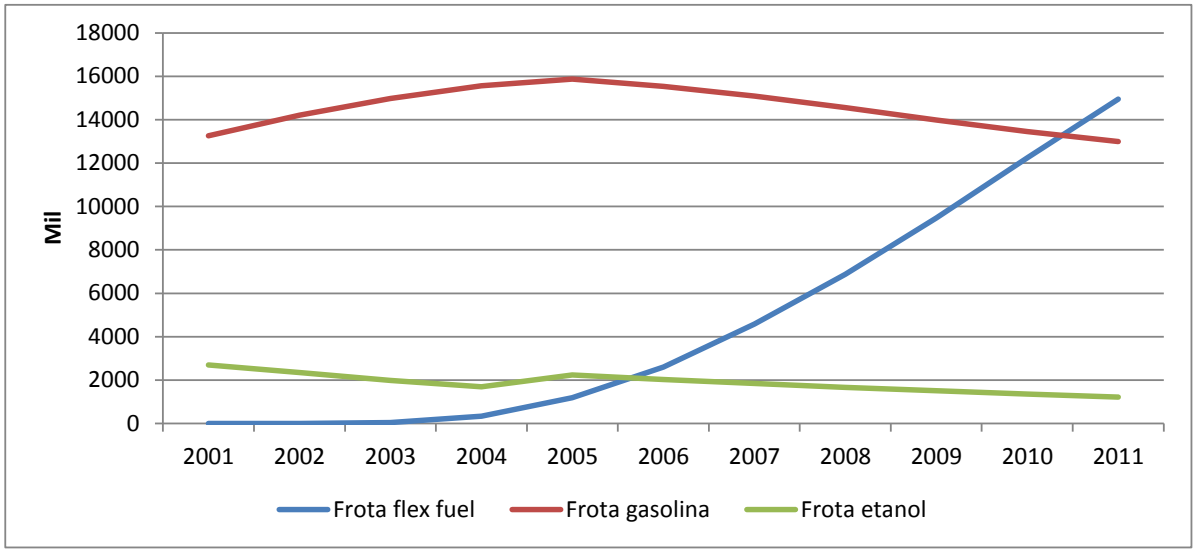


Figura 12 – Frota de Veículos, entre 2001 e 2011.
Fonte: UNICA (2012).

Os automóveis que circulam no país utilizam os dois tipos de combustíveis: o hidratado (como combustível) e anidro (misturado à gasolina A). Atualmente, o teor de etanol anidro, que deve ser adicionada à gasolina A para produção de gasolina C, é fixado pela portaria do Ministério da Agricultura (Tabela 5).

A opção atual pelo etanol, com o carro *flex*, vem da competição direta com a gasolina, com preços de etanol de até 70% do preço da gasolina o etanol é preferido. O custo do etanol da cana-de-açúcar, avaliado a fatores de produção, situa-se entre 0,35 e 0,41 US$/l, que corresponde ao petróleo entre 60 e 72 US$/barril (NOGUEIRA, 2010).

Tabela 5 – Mudanças no teor de etanol anidro adicionado à gasolina – 2003-2011

Portaria Mapa n°	Data da edição	Percentual fixado	Vigência
589	10/12/2001	24%	10/01/2002
266	21/06/2002	25%	01/07/2002
17	22/01/2003	20%	01/02/2003
554	27/05/2003	25%	01/06/2003
51	22/02/2006	20%	01/03/2006
278	10/11/2006	23%	20/11/2006
143	27/06/2007	25%	01/07/2007
7	01/01/2010	20%	01/02/2010
678	31/08/2011	25%	01/10/2011

Fonte: MAPA (2012).

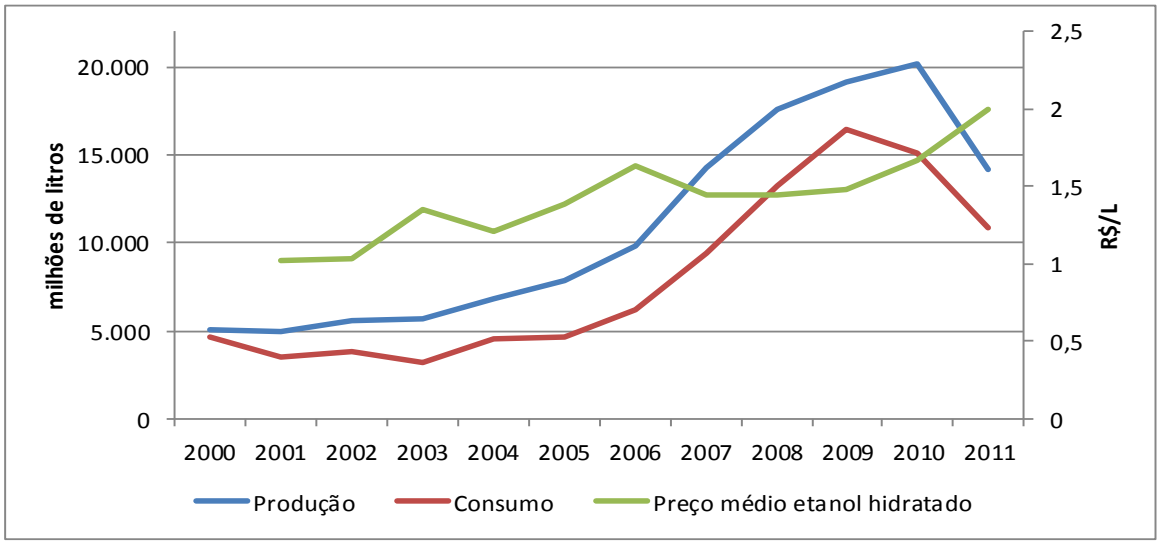


Figura 13 – Produção, consumo e preço médio do etanol hidratado, entre 2000 e 2011.
Fonte: ANP (2012).

A produção de carros *flex*, configurou-se como uma mudança estrutural, uma vez que, além de ter modificado o perfil da produção de carros no Brasil, resgatou a confiança do consumidor no etanol, pois o consumidor deixou de ser refém de um único combustível e passou a ter o poder de escolha do combustível a ser utilizado em seu veículo, levando em consideração questões tais como preço na bomba, qualidade, desempenho, consumo e disponibilidade.

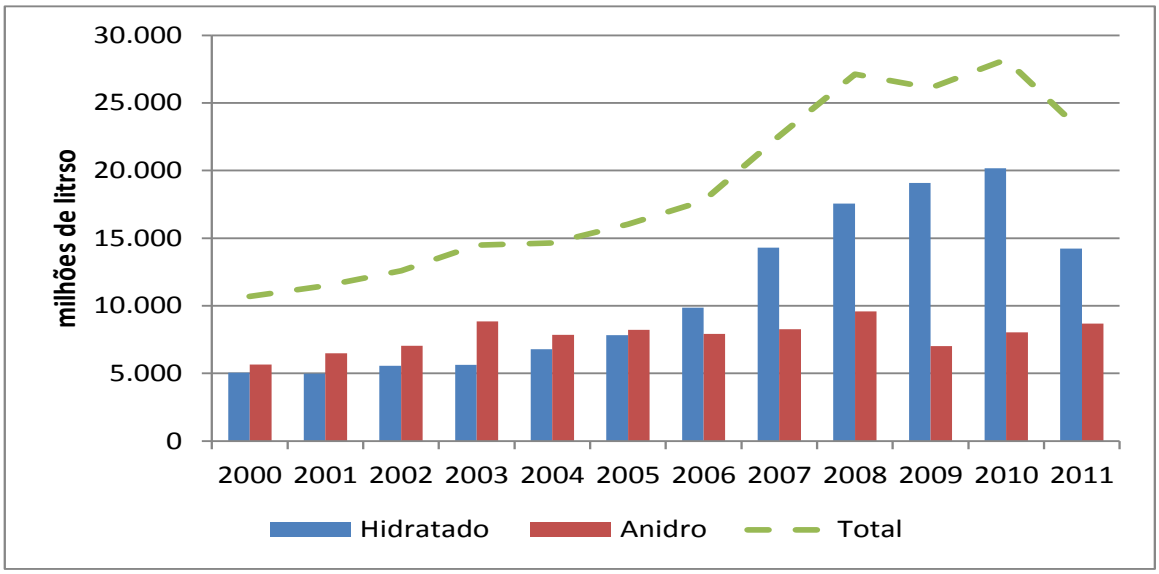


Figura 14 – Produção de etanol hidratado e anidro, entre 2000 e 2011.
Fonte: ANP (2012).

A produção de etanol, além de impulsionar o mercado interno, abriu novas perspectivas para a expansão da agroindústria da cana no Brasil, que se somam às possibilidades de expansão da demanda internacional de etanol anidro para uso em misturas com a gasolina. Desde então, a agroindústria canavieira brasileira tem se

expandido a taxas elevadas, consolidando-se economicamente e apresentando indicadores positivos de sustentabilidade ambiental.

Em 2011 foram produzidos 23 bilhões de litros de etanol, sendo 60% de etanol hidratado (14 bilhões) e 40% de etanol anidro (nove bilhões), a região Centro-Sul foi responsável por 93% dessa produção, só o estado de SP produziu 51% do etanol brasileiro, e a região Norte-Nordeste o restante.

Como o etanol anidro é derivado do etanol hidratado, os custos de produção do anidro são maiores que os custos de produção do hidratado, para produzir o álcool anidro é necessário utilizar um processo adicional que retira a maior parte da água presente. O gráfico 14 mostra a evolução da produção de etanol, e o aumento da produção de etanol hidratado reflexo do surgimento do carro *flex*.

Como descrito anteriormente, o ano de 2011 foi atípico em no que diz respeito à oferta de cana-de-açúcar. A falta de investimento em novas usinas e reformas nos canaviais aliada a problemas climáticos, reduziram a oferta de açúcar e etanol, a produção de etanol em 2011 foi 19% (cinco bilhões) menor do que em 2010.

Por outro lado o aumento da frota *flex fuel* de 12,2 para 14,9 milhões de veículos, aumento de 22% em relação a 2010, ocasionou uma demanda reprimida por etanol, a qual foi atendida pelo consumo da gasolina C. A combinação desses fatores resultou num aumento de preço do etanol hidratado bem acima da inflação.

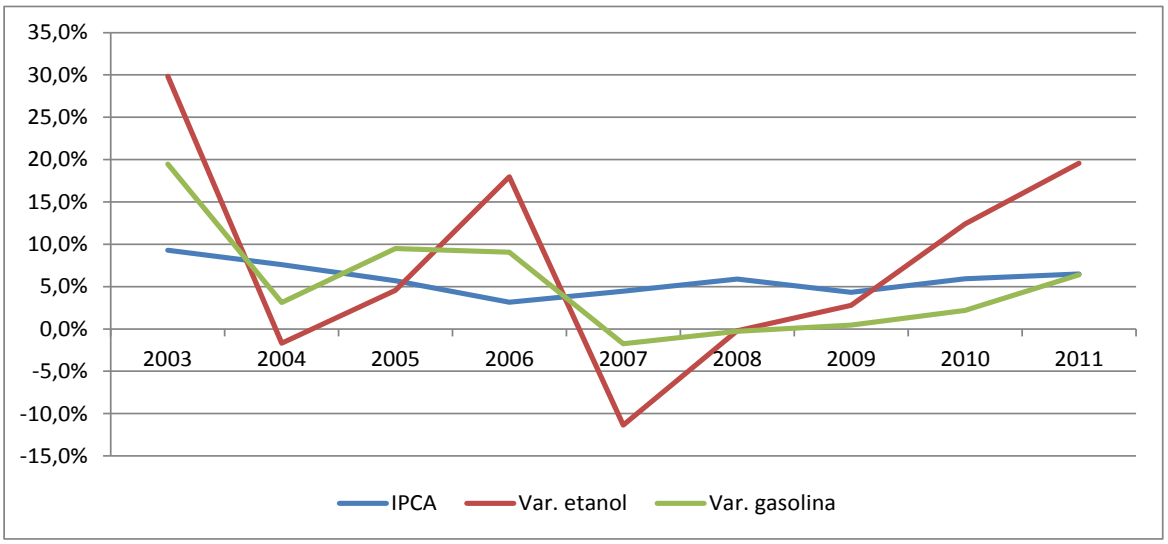


Figura 15 – Variação do preço do etanol, gasolina e do índice da inflação, entre 2003 e 2011.
Fonte: ANP e IBGE (2012).

Enquanto que o preço da gasolina- administrado pelo Governo Federal- apresentou variação desde 2007 abaixo da inflação (Figura 15). O aumento na

relação de preços dos combustíveis, nos últimos anos, tem tornado o etanol menos competitivo, nota-se a partir da razão de preço Pe/Pg que em 2011 não era vantajoso abastecer com etanol hidratado (Figura 16).

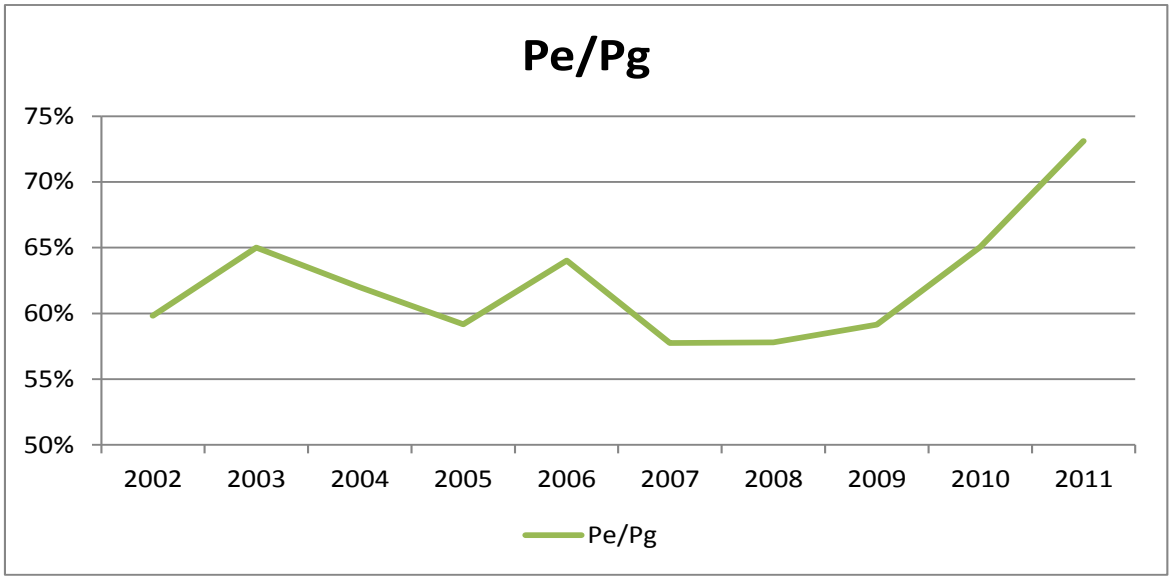


Figura 16 – Relação de preços entre etanol hidratado e gasolina, entre 2002-2011.
Fonte: ANP (2012).

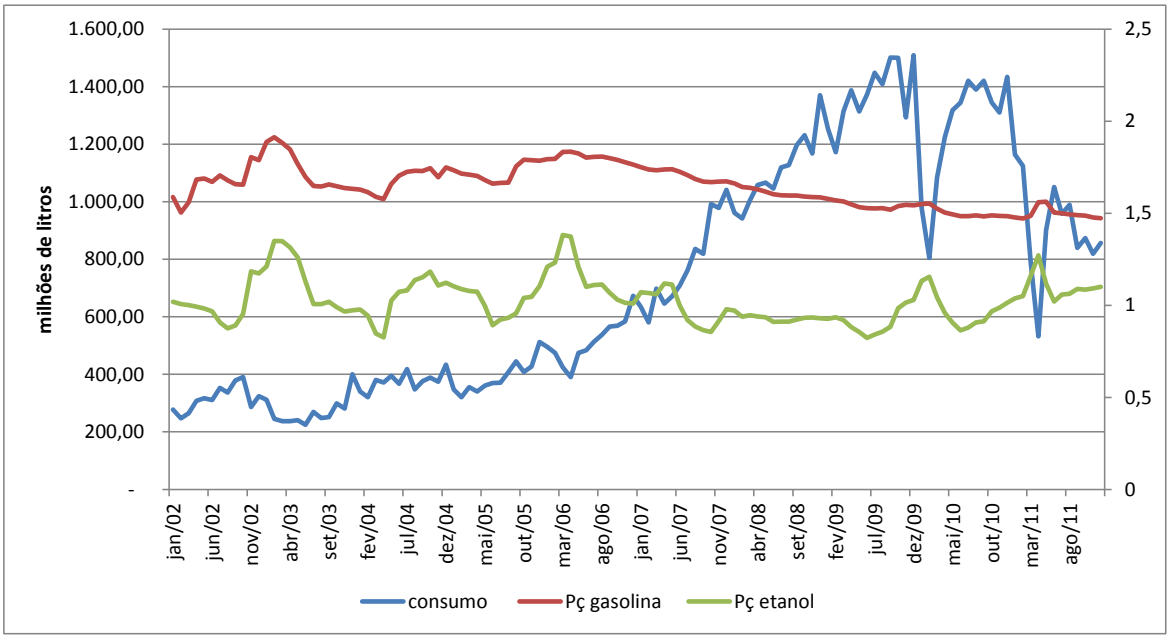


Figura 17 – Comparação entre o consumo de etanol hidratado, preço do etanol e da gasolina, 2002-2011.
Fonte: ANP (2012).

A Figura 17 mostra a evolução histórica da demanda de etanol desde janeiro de 2002, no entanto a introdução dos veículos *flex* só aconteceu em 2003. Observa-se que até 2009 o consumo cresce intensamente com uma média de 25% ao ano. No entanto em 2010, o consumo cai e passa apresentar significativa volatilidade, fechando 2011 com um consumo de 10,9 bilhões de litros, 28% menor do que em 2010.

Na Figura 18, podemos observar que a partir de 2009, os combustíveis passam a seguir uma tendência inversa, até 2009 as curvas de demanda se aproximavam. Entretanto, a partir desse ano, elas passam a divergir, a demanda final de gasolina C e etanol hidratado em 2011 foram respectivamente, 35,4 e 10,9 bilhões de litros. Em relação a 2010, o volume de gasolina cresceu 19% e de hidratado caiu 28%.

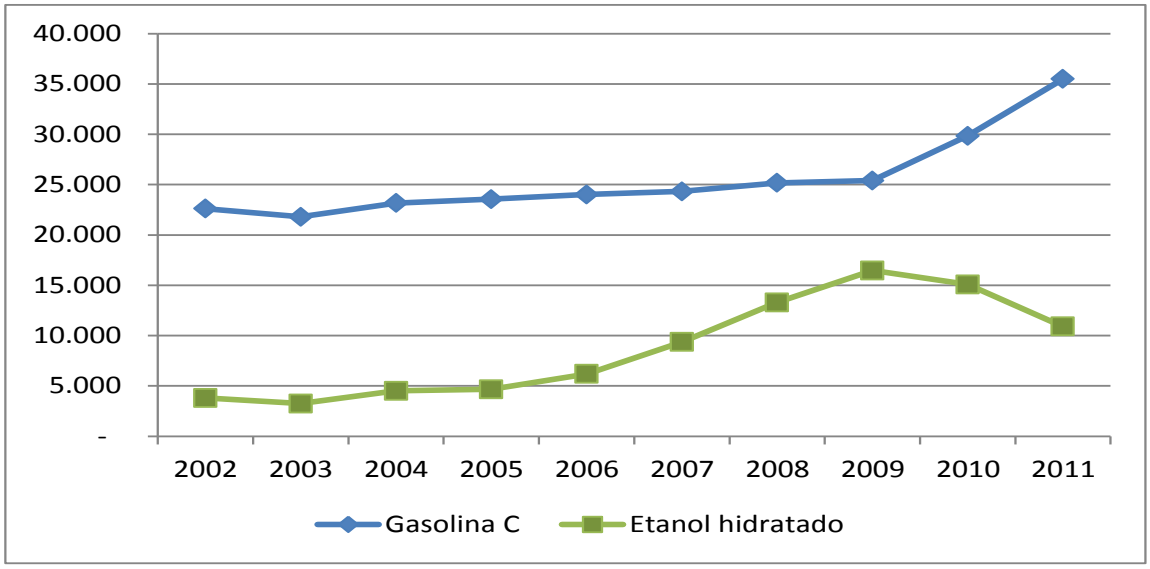


Figura 18 – Consumo de etanol hidratado e gasolina, entre 2002-2011.
Fonte: ANP (2012).

3.1. Mercado Internacional de Etanol

Os principais produtores de etanol no mundo são os EUA, Brasil, UE e a China. Mas é importante ressaltar que os EUA e o Brasil são responsáveis por 68% (78 bilhões de litros) da produção mundial de etanol. Os EUA produzem etanol a partir do milho e lideraram o ranking de produção com 48% (55 bilhões de litros) da produção mundial em 2011, logo em seguida vem o Brasil com 20% (23 bilhões de

litros) da produção mundial. O Brasil era o líder mundial até 2004, produzido 13% (1,8 bilhão de litros) a mais do que os EUA, porém a partir de 2006 esse cenário se inverteu, de modo que os EUA nesse ano produziu 1,7 bilhões de litros a mais do que o Brasil.

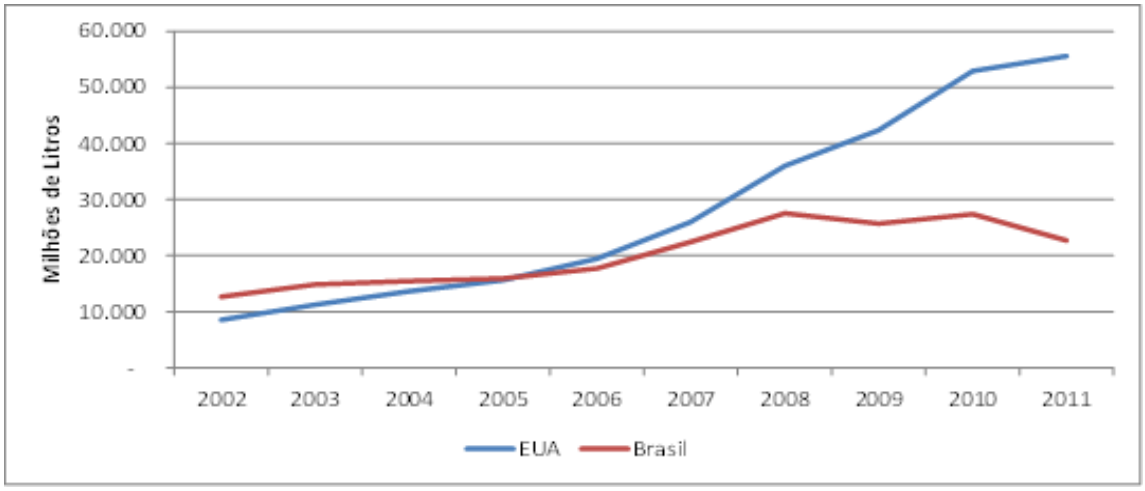


Figura 19 – Produção de etanol no Brasil e EUA, entre 2002 e 2011.
Fonte: UNICA e RFA (2012).

O mercado de etanol nos EUA ganhou força com o Energy Policy Act de 2005, que foi responsável por determinar que toda gasolina vendida nos EUA deveria conter um volume mínimo de combustível renovável, chamado Renewable Fuels Standard (RFS1) e a intenção era dobrar até 2012 o uso destes combustíveis (atingindo 7,5 bilhões de galões), produzidos principalmente de milho.

Em dezembro de 2007, no Energy Independence and Securitiy Act (EISA), o congresso reeditou o RFS1 expandindo o cronograma de uso crescente de combustíveis renováveis até alcançar 136 bilhões de litros em 2022.

Atualmente, em função da legislação ambiental, a adição de 10% de etanol à gasolina (E10) tornou-se obrigatória em vários estados americanos, sendo seu uso facultativo nos demais. Já a mistura voluntária de 85% de etanol (E85), apesar de ser utilizada, é encontrada em poucos postos.

O Brasil e EUA além de maiores produtores são também os maiores consumidores, segundo trabalho da eco-energy, Brasil e EUA representam respectivamente 26% e 54% da demanda mundial de etanol.

As exportações brasileiras de etanol em 2011 foram 1,96 bilhões de litros praticamente o mesmo volume do ano anterior. Os volumes exportados pelo Brasil nos últimos dois anos foram os mais baixos desde 2004 (Figuras 16).

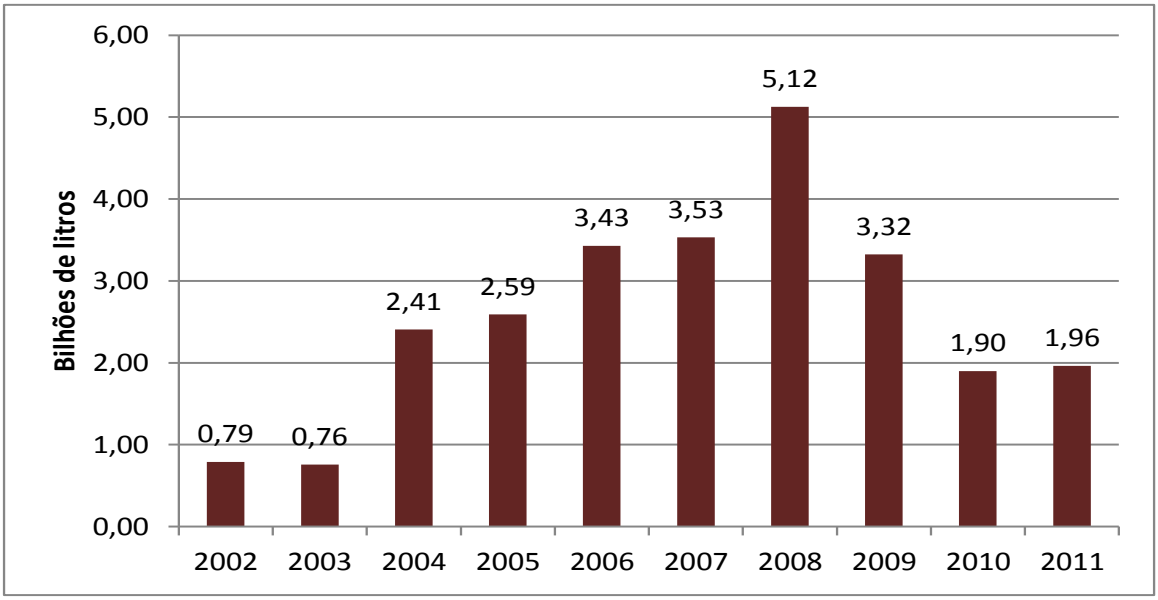


Figura 20 – Volume de exportações de etanol no Brasil, entre 2002 e 2011.
Fonte: UNICA e ANP (2012).

Os principais importadores de etanol do Brasil em 2011 foram os EUA, que configuram a primeira posição com 34% (663 milhões de litros) das aquisições, seguido pela Coréia do Sul 15% e pelo Japão 14% (Tabela 6). Os EUA importaram cerca de 1,0 bilhão de litros de etanol (considerando o volume de etanol anidro importados diretamente e o volume de hidratado importado via CBI).

Segundo relatório da EPE (2011) mesmo com a aprovação do E15 em 2010 pela EPA (*Environmental Protecion Agency*), com a não extensão dos subsídios americanos ao seu etanol e da classificação do combustível de cana como avançado, as expectativas para o curto prazo é que o comércio de etanol entre Brasil e EUA permaneça o mesmo.

Tabela 6 – Exportação de etanol para os principais países (Mil litros), 2004-2011

Países	2002	2003	2004	2005	2006
EUA	35.053,8	44.958,2	428.863,2	260.715,0	1.767.060,0
Coreia do Sul	169.198,8	56.436,0	281.229,7	216.356,0	92.273,0
Japão	120.359,1	91.280,9	225.437,1	315.392,0	225.403,0
Jamaica	118.694,9	104.076,9	135.758,7	133.288,0	131.543,0
Trinidad e Tobago	-	14.965,4	7.154,7	36.116,0	71.579,0
Holanda	60.415,7	85.679,7	168.572,5	259.403,0	346.615,0
Suíça	5.036,6	10.852,9	22.400,6	9.896,0	-
Nigéria	58.424,7	48.247,9	109.096,4	118.441,0	42.680,0
El Salvador	-	15.679,3	29.154,4	157.851,0	181.143,0
Outros	229.940,11	292.847,83	1.024.950,79	1.084.835,00	570.567,00

Países	2007	2008	2009	2010	2011
EUA	918.752,0	1.709.084,3	285.244,0	313.394,0	663.925,0
Coreia do Sul	66.693,0	186.782,3	313.714,0	375.309,0	300.045,0
Japão	364.003,0	263.472,6	279.961,0	261.672,0	280.873,0
Jamaica	308.968,0	436.503,4	437.657,0	138.622,0	137.589,0
Trinidad e Tobago	158.869,0	224.510,5	139.951,0	6.636,0	135.881,0
Holanda	808.557,0	1.332.755,7	678.466,0	238.988,0	95.504,0
Suíça	-	11.572,1	54.724,0	52.158,0	79.677,0
Nigéria	122.879,0	97.888,3	115.766,0	80.123,0	73.603,0
El Salvador	224.397,0	356.237,6	71.101,0	-	50.083,0
Outros	559.550,00	505.013,15	946.883,00	433.263,00	146.838,00

Fonte: ANP (2012).

Em relação ao Japão não tem se observado grandes mudanças na sua tendência de consumo. No entanto, o acidente com usina nuclear de Fukushima, poderá influenciar o programa de redução de consumo de combustíveis fósseis, porém não no curto prazo.

Já a Coréia do Sul tem sido um importante importador desde 2009, apesar de o país não ter uma política mandatória de mistura carburante, praticamente todo álcool importado vai para alcoolquímica.

Alguns países da Ásia, África e América Latina – dentre eles, China, Índia, Indonésia, Nigéria e Colômbia – vêm adotando políticas de incentivo à utilização de etanol por meio de legislações específicas, porém sem expectativas de modificações no consumo de etanol no curto prazo.

Apesar de alguns estudos indicarem um crescimento mais modesto no consumo de etanol para as economias mundiais, o Brasil possui um mercado interno muito expressivo, com uma demanda em 2011 de 21,7 bilhões de litros, onde praticamente todo etanol produzido no país direcionou-se para o mercado interno.

Em 2011 o consumo interno total de etanol representou 94% da produção nacional, sendo o etanol carburante responsável por 84% (19,2 bilhões de litros) da produção.

Com a queda da produção em 2011, 19% (cinco bilhões) menor do que em 2010, as importações bateram recorde de 1,1 bilhões de litros em 2011, aumento de 1356% em relação a 2010 (78 milhões de litros), sendo que só dos EUA, o Brasil importou um Bilhão de litros, ou seja, 90% do total das suas importações..

3.2. Etanol como Combustível Sustentável

O uso do etanol veicular no Brasil, como mencionado anteriormente, ganhou grande impulso a partir de 1975 com o estabelecimento do Próálcool, embora a característica do etanol como combustível renovável já fosse reconhecida e apontada como qualidade importante, inicialmente o programa não priorizou aspectos de cunho ambiental.

Só a partir de meados dos anos 80, que a preocupação foi além de reduzir a dependência do petróleo, e com isso passaram a serem valorizadas as características ambientais e sociais do etanol. Do ponto de vista da engenharia automotiva, o desenvolvimento tecnológico passou a ser determinado, sobretudo pelos requisitos ambientais de controle de emissão de poluentes.

As discussões atuais acerca da sustentabilidade ambiental resultam do Protocolo de Kyoto, estabelecido em 1997, no qual 84 países firmaram acordo de redução na emissão de gases causadores do efeito estufa. Esta reunião foi um marco para o setor agro energético, uma vez que colocou a conservação do meio ambiente e consequentemente a busca por alternativas limpas de energia, no centro das discussões mundiais.

A produção de agroenergia mostra-se como alternativa para a redução do uso de combustíveis fósseis. Por produzir menos gases de efeito estufa (GEEs) que a gasolina e o diesel, o etanol, em especial o produzido pela cana-de-açúcar, é uma importante alternativa para mitigação das mudanças climáticas, especialmente para os países que, por força do Protocolo de Kyoto, necessitam reduzir suas emissões.

Atualmente o etanol, dentre as formas disponíveis na matriz energética brasileira, além do petróleo e da hidroeletricidade, se estabelece entre as mais representativas.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE,2011), a oferta de energia renovável representa 44,1% da oferta de energia interna, sendo que a cana e seus derivados respondem por 36% do total da energia renovável e por 15% do total da oferta interna de energia.

As usinas brasileiras de cana-de-açúcar em 2010 foram responsáveis pela geração de 18.502 gigawatts/hora (GWh) de bioeletricidade em 2010. Das 432 plantas em operação no País, 129 produziram excedentes para a rede elétrica nacional.

Desse total, 182 unidades estão situadas em São Paulo e 70 delas venderam para o sistema elétrico (Anuário Cana, 2011).

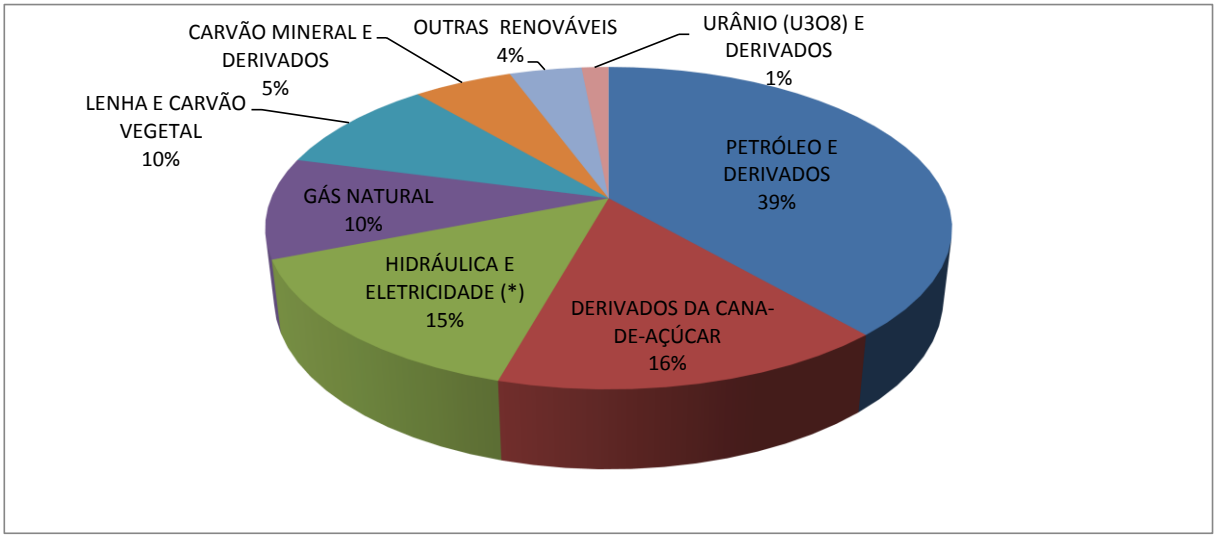


Figura 21 – Oferta Interna de Energia – 2011
Fonte: EPE (2012).

No Brasil, 30% das usinas de cana-de-açúcar comercializam eletricidade, sendo os canaviais responsáveis pela produção de mais de 2% do consumo total de eletricidade em 2010, quase 5 milhões de residências (anuário Cana, 2011). Segundo dados da UNICA (2012) o potencial da bioeletricidade sucroenergética exportada para a rede elétrica até 2020 será de 18% do consumo total.

A produção de etanol de cana-de-açúcar poupa energia, além de evitar a poluição graças ao uso intensivo do próprio combustível da colheita ao processo de fermentação e destilação, cuja fonte energética principal é a cogeração decorrente

da palha e do bagaço que sobram nas moendas. O que torna o balanço de energia do etanol de cana-de-açúcar maior do que qualquer outra fonte renovável (CARVALHO, 2011).

Segundo avaliação da OECD em 2008, a partir de resultados de análises das emissões de GEEs ao longo do ciclo de vida por diferentes rotas tecnológicas, o etanol de cana-de-açúcar emite, em média, 85% menos GEEs do que a gasolina, podendo superar 100%, se for considerado o aproveitamento dos coprodutos da indústria sucroalcooleira, tais como geração de bioeletricidade.

No entanto, para produção de etanol a partir de outras culturas foram encontrados resultados mais modestos, para o etanol de trigo, as reduções nas emissões ficam entre 30% a 55%, e o de milho, a redução média de seria de 20%, como pode ser observado na Tabela 7 (PIRES, 2010).

Tabela 7 – Comparação das principais características da indústria de etanol no Brasil e nos EUA

Características	Brasil	EUA	Comentários
Matéria prima (insumo agrícola)	cana	milho	--
Matéria prima (química)	glicose	amido	--
Produção Total de Etanol	22,6 Bi	55,6 Bi	Bilhões de Litros
Total da área de Lavouras	56 MM	92 MM	Milhões de hectares
Produtividade por hectare	70 t/h	9,5 t/h	Toneladas/hectare
Balanço Energético	9-10 vezes	1,3 vezes	Relação de enrgia obtida pelo etanol/energia gasta na produção
Redução na emissão dos gases do efeito estufa	85%	20%	--
Frota de veículos flex fuel	15 MM	--	--
Custo Produção	0,8/galão	1,05/galão	Sem adição de custos de transporte e livre de impostos

Fonte: USDA e ÚNICA (2012).

4. TRABALHOS DE REFERÊNCIA

O estudo conduzido por Sordi (1997) caracteriza-se como pioneiro sobre o mercado de combustível brasileiro. O autor conduziu sua análise sobre o mercado de álcool hidratado carburante, até então pouco estudado. Ele baseou sua análise em dois modelos de demanda, um considerando a oferta endógena e outro considerando a oferta exógena para estimar as elasticidades-preço e renda da demanda.

Os dados utilizados foram mensais e o período analisado foi de janeiro de 1987 a dezembro de 1995. Os métodos empregados foram Mínimos Quadrados em Dois Estágios, Mínimos Quadrados em Dois Estágios com Variáveis Instrumentais e Máxima Verossimilhança de Informação Plena.

As variáveis analisadas foram a demanda total de álcool hidratado, o preço do etanol hidratado ao consumidor, a renda, frota de veículos movidos à etanol, razão dos preços da gasolina e do álcool hidratado ao consumidor, preço da cana-de-açúcar, preço do etanol hidratado ao produtor, preço do açúcar no mercado interno, preço do açúcar no mercado internacional e preço do petróleo no mercado internacional.

Os resultados encontrados indicam que o tipo de curva de demanda que melhor se ajusta ao mercado de álcool hidratado carburante foi linear. O comportamento do setor caracterizou-se como monopólio sob o controle de preços.

Brown (1980) analisou a utilização do álcool como substituto dos derivados do petróleo. Partindo de diferentes hipóteses quanto ao crescimento econômico, grau de racionalização no consumo dos derivados de petróleo, produção de etanol, produção nacional de petróleo e preço por barril de petróleo em 1985.

O autor projetou a demanda dos derivados do petróleo e investigou as diversas formas de suprir essa demanda com o uso do álcool. As conclusões do trabalho foram que o álcool pode servir para diminuir a importação de petróleo, desde que combinado com uma política de substituição adequada, sendo possivelmente necessário alterar a composição da frota de veículos.

Marjjota-Maistro (2002) desenvolveu um estudo com objetivo de analisar e caracterizar o mercado de combustíveis para um período no qual os preços eram praticamente liberados, correspondendo aos anos de 1995 a 2000.

A autora estimou dois modelos: Modelo de Ajuste pelo preço e pela quantidade. Os resultados obtidos indicaram que os preços foram poucos eficazes para influenciar alterações nas quantidades consumidas dos combustíveis; que variações na demanda tendiam a ser atendidas sem grandes variações nos preços da gasolina e de seus componentes.

Além disso, também foi possível observar que os ajustes de preços no atacado da gasolina C e da gasolina A eram repassados ao varejo parcialmente e que o governo tendia a absorver os choques externos de preços não os repassando imediatamente ao varejo.

Os resultados observados refletiram setores ainda operando sob a égide do Estado, que controlava suas operações sem necessariamente atender aos ditames da teoria econômica.

Bacchi (2005) analisou a inter-relação entre os mercados de combustíveis fósseis e de combustíveis renováveis; gasolina C; etanol anidro e hidratado, considerando que o álcool hidratado é um produto substituto da gasolina C.

O modelo foi estimado através do VAR no período de julho de 2002 a agosto de 2004. Os resultados apontaram que variações nos preços da gasolina C ao consumidor têm efeito imediato e de grande magnitude sobre o preço do etanol hidratado, indicando elevado grau de substituibilidade entre o etanol hidratado e a gasolina C.

Esses resultados também indicaram o etanol hidratado como um bem inferior, ou seja, um aumento da renda pode levar aos proprietários de automóveis a consumir mais gasolina C. O que pode ser justificado pela frota ainda não significativa de veículos *flex fuel,* e pela disseminação da prática da mistura de gasolina C e etanol hidratado, como citou a autora, ser considerada não “convencional”.

Oliveira et al. (2008) estimaram as elasticidades-preço e renda da demanda de álcool combustível no Brasil no período de julho de 2001 a outubro de 2009 através do VAR/VEC.

Os resultados obtidos foram: elasticidade preço do etanol hidratado (-11,26) e da gasolina (12,79) em relação à demanda de etanol hidratado; e a elasticidade da renda (0,45) também em relação a demanda.

Os resultados foram condizentes com a teoria econômica, ou seja, uma relação positiva de longo prazo com a renda e com o preço do bem substituto e uma relação negativa com o preço do bem.

Farina et al. (2010) analisaram as relações da demanda por etanol hidratado, estimando a elasticidade-preço da demanda por etanol hidratado e identificando os efeitos dos principais fatores que influenciam a demanda interna, como: preços de substitutos, rendas, prazos de financiamento de veículos e taxas de juros real, dentre outros.

O método para as estimações das equações da demanda constituiu no teste de cointegração de Jonhansen (1988), sendo os resultados finais para os coeficientes estimados pelo VEC. O período analisado foi de julho de 2001 a agosto de 2009.

Os resultados encontrados evidenciaram a alta sensibilidade relativa da demanda de etanol hidratado aos preços do etanol e aos preços da gasolina. As elasticidades preço do etanol hidratado e da gasolina em relação à demanda interna de etanol hidratado no Brasil foram respectivamente -1,23 e 1,45. O que reflete a composição da frota de veículos automotores, na qual há uma porcentagem crescente de veículos *flex fuel*.

Caroprezo (2011) estimou as elasticidades-preço e renda da demanda de etanol nos mercados americanos e brasileiros. A autora adotou a metodologia econométrica de Cointegração de Jonhansen (1988), sendo os resultados finais para os coeficientes estimados pelo VEC.

Os coeficientes estimados para as variáveis: preço do etanol hidratado, renda e preço da gasolina tiveram os sinais esperados pela teoria econômica, ou seja, a demanda de etanol é negativamente relacionada com o preço do etanol e positivamente relacionada com a renda e o preço da gasolina.

Segundo Caroprezo (2011), não há um consenso na formulação de um único modelo e na utilização de um único método para analisar o mercado de etanol. Os trabalhos citados que contemplam um período de análise mais recente demonstram resultados positivos em relação à suposição de que o etanol hidratado e a gasolina C podem ser considerados substitutos imperfeitos.

O Brasil tem grande potencial na produção de etanol, considerando que ele é o maior produtor de cana-de-açúcar, matéria prima com alta produtividade, baixo

custo, além do etanol de cana gerar em média 85% menos gases do efeito estufa que a gasolina.

Atualmente mais de 50% da frota de veículos automotores que circula pelas ruas é *flex fuel*, dando ao consumidor o poder de escolha a respeito do combustível que usará para abastecer seu carro, optando, portanto pelo que lhe oferecer maior custo benefício.

O Brasil possui um mercado interno muito significativo, a demanda interna de etanol carburante em 2011 representou 84% da produção total de etanol. Desta forma, este trabalho busca identificar e fazer um comparativo com outros estudos, de como a demanda de etanol hidratado é influenciada pelo preço do etanol, preço da gasolina, pela renda e pela frota de veículos automotores *flex fuel* mais a frota de veículos que utilizam apenas o etanol como combustível.

5. METODOLOGIA

5.1. Modelo

O referencial teórico utilizado refere-se à teoria microeconômica da demanda. Segundo Vasconcelos (2011), a demanda é a quantidade de determinado bem ou serviço que os consumidores desejam adquirir, num dado período de tempo, dado sua renda, seus gastos e o preço de mercado. A demanda de um bem é 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.

Neste trabalho consideramos a demanda de etanol hidratado como função das seguintes variáveis:

$$C = f(Pe, Pg, R, F) \qquad (1)$$

Onde:

C= consumo interno no Brasil de etanol hidratado;
Pe= preço médio do etanol hidratado ao consumidor,
Pg= preço médio da gasolina ao consumidor;
R= produção industrial, utilizada como uma *proxy* da renda;
F= frota de automóveis flex mais os movidos a etanol.

A Lei da demanda, decorrente da teoria do consumidor, define que a quantidade demandada de um bem se reduz conforme aumenta o seu preço, tudo o mais constante. Assim tem-se que, em geral, a demanda por um bem, é negativamente relacionada com o preço do bem.

Como neste trabalho pretendemos analisar a sensibilidade da demanda de etanol hidratado à variações na renda, frota de veículos[6], preço do etanol e o preço da gasolina, iremos inquirir os resultados obtidos pelas elasticidades.

Podemos descrever a elasticidade, em seu sentido genérico, como a alteração percentual em uma variável, dada uma variação percentual em outra, *ceteris paribus*.

Alguns fatores podem explicar o valor numérico das elasticidades, quais sejam: a disponibilidade de bens substitutos (no caso a gasolina está sendo considerada como substituto imperfeito do etanol); importância relativa do bem no orçamento do consumidor (o peso da demanda de etanol hidratado no orçamento do consumidor) e o horizonte do tempo (a sensibilidade do consumidor aos preços médios e à renda pode diferir no curto ou longo prazo).

5.2. Descrição dos Dados

Os dados utilizados para a estimativa da demanda por etanol no mercado brasileiro são de periodicidade mensal, a amostra se inicia em janeiro de 2003 e termina em setembro de 2012, totalizando 117 observações.

A escolha da periodicidade se deu, sobretudo, em função da disponibilidade de dados, tendo em vista o fato do mercado de etanol ser relativamente novo, se comparado com os demais combustíveis de origem fóssil, principalmente quando analisamos o período de introdução de veículos automotores *flex fuel*, que teve seu início apenas em 2003.

Foram utilizados os seguintes dados:

- Consumo: consumo de etanol hidratado no Brasil, divulgado pela ANP, em milhões de litros;
- Pc_etanol: preço médio do etanol ao consumidor, divulgado pela ANP, R$/l;
- Pc_gasolina: preço médio da gasolina ao consumidor, divulgado pela ANP, R$/l;

[6] Estamos considerando a frota de veículos *flex fuel* mais os automóveis movidos apenas a etanol.

- Renda: Produção Física Industrial - Índices Mensais de Emprego e Salário, divulgado pelo IBGE, utilizado como uma *proxy* da renda;
- Frota: frota brasileira de veículos automotores leves (flex/etanol), elaboração própria, foi feita uma interpolação a partir de dados anuais da UNICA e da ANFAVEA.

Foi utilizado o índice de preços ao consumidor amplo (IPCA), divulgado pelo IBGE, tendo como base o mês de janeiro de 2003, como deflator dos preços. A tabela abaixo apresenta as variáveis usadas:

Tabela 8 – Descrição das variáveis utilizadas no modelo

Código	Descrição	Unidade	Fonte
Consumo	Consumo de Etanol Hidratado	Milhões de Litros	ANP
Pc_etanol	Preço do Etanol	R$/L	ANP
Pc_gasolina	Preço da Gasolina	R$/L	ANP
Renda	Índice de Preços da Indústria	2001 = 100	IBGE
Frota	Veículos Automotores Flex/Etanol	Milhões	UNICA /ANFAVEA

Fonte: Dados da pesquisa.

5.2.1. Procedimentos Econométricos

Com o objetivo de estimar as elasticidades da demanda de etanol utilizando dados de séries temporais em base mensal, adotamos a metodologia econométrica de Cointegração de Johansen (1988). O vetor de cointegração relativo ao consumo de etanol, neste trabalho, é estimado para o mercado interno brasileiro e os parâmetros encontrados para cada vetor representam as elasticidades de longo prazo para o mercado brasileiro de etanol hidratado.

O trabalho foi estruturado da seguinte forma:

i. Primeiramente, com o intuito de obtermos as elasticidades preço e renda e a elasticidade cruzada da demanda de etanol hidratado,

estimamos o modelo na forma log-log, tanto para a variável dependente como para as independentes. Ao estimarmos o modelo, esperamos obter os seguintes resultados: sinal positivo em relação à renda e frota de automóveis (*flex*/etanol); negativo em relação ao preço do etanol hidratado e positivo em relação ao preço da gasolina.

ii. Dado a natureza das variáveis, observadas através do correlograma (Anexo A), podemos supor que se trata de uma série não-estacionária, pois o coeficiente de autocorrelação começa com uma valor muito alto e diminui muito lentamente a zero á medida que a defasagem aumenta;

iii. Em seguida, para confirmarmos a nossa suposição, realizamos o teste de raiz unitária para verificação da estacionaridade das séries, ou seja, a natureza das variáveis estimadas. Isto é necessário pelo fato da análise de cointegração ser válida em geral para séries não-estacionárias e que possuam a mesma ordem de integração. Utilizamos os testes de raiz unitária, Dickey - Fuller – Generalized Least Squares (DF-GLS), Phillips-Peron e KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schimidt e Shin), sendo estes dois últimos utilizados para corroborar o resultado do primeiro;

iv. Após os testes, criamos um modelo VAR/VEC utilizando os critérios de Akaike e Schwartz para definir o número de defasagens que seriam incluídas no modelo. Para a verificação de cointegração entre as séries do modelo de demanda, faz-se o teste de traço e autovalor máximo, utilizando a metodologia de Johansen, que além de indicarem se há conintegração entre as variáveis, indicam também o número de vetores de cointegração existentes.

v. Analisamos dois modelos VAR/VEC: o primeiro que chamamos de modelo simplificado, no qual a demanda de etanol hidratado é a variável dependente, sendo a renda, o preço do etanol e o preço da gasolina as variáveis independentes. No segundo modelo, mantemos

as mesmas variáveis, incluindo a frota de veículos automotores às variáveis independentes. Em ambos os modelos utilizamos variáveis com ajuste sazonal.

vi. Por fim, é feita uma análise das elasticidades encontradas, onde iremos comparar com trabalhos anteriores e observar se estão condizentes com a teoria econômica.

O modelo log-log pode ser expresso da seguinte forma:

$$\ln C_t = \beta_1 + \beta_2 \ln Pe_t + \beta_3 \ln Pg_t + \beta_4 \, lnR_t + \beta_5 lnF_t + u_t \qquad (2)$$

Onde:

lnC – logaritmo natural do consumo de etanol hidratado;

lnPe - logaritmo natural do preço médio do etanol hidratado ao consumidor,

lnPg - logaritmo natural do preço médio da gasolina ao consumidor;

lnR - logaritmo natural da produção industrial, utilizada como uma *proxy* da renda;

lnF - logaritmo natural da frota de automóveis.

u - termo do erro

t - representa os meses analisados

5.3. Análise dos modelos

Para estimar a demanda por etanol no Brasil, aplicamos o logaritmo natural aos valores observados nas séries, a fim de se obter diretamente as elasticidades da demanda como parâmetros da equação estimada.

Em seguida, foi aplicado o teste[7] de raiz unitária, para a verificação da estacionaridade nas séries. O teste DF-GLS foi utilizado primeiramente no nível, com o critério de Scharwz. Através da Tabela 9, podemos observar os resultados.

Tabela 9 – Testes DF-GLS para as variáveis do modelo

Variável em Log	Estatística do Teste	Raiz Unitária	Valor Crítico		
			10%	5%	1%
Consumo	-1.619	Sim	-2.580	-2.886	-3.487
Pc_etanol	-4.678	Não			
Pc_gasolina	-1.662	Sim			
Renda	-1.133	Sim			
Frota	-0.915	Sim			

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observa-se que, sob a hipótese nula da existência de raiz unitária, para o nível de significância de 5%, não rejeitamos a existência de não estacionaridade das séries, exceto para o preço do etanol. Da mesma forma para o nível de significância de 10%, somente a série pc_etanol tem a hipótese de presença de raiz unitária rejeitada. Adicionalmente foi realizado o teste de Phillips-Perron nas séries descritas acima, e o mesmo corroborou os resultados obtidos no teste de Dickey Fuller.

Devido a baixa potência da maioria dos testes do tipo Dickey-Fuller, isto é a tendência de aceitar a hipótese nula da raiz unitária com mais frequência do que seria justificável, vêm sendo desenvolvidos outros testes (GUJARATI, 2006). Um deles é o teste de KPSS (de seus criadores KWIATKOWSKI, PHILLIPS, SCHIMIDT E SHIN) idealizado em 1992.

Com isso, realizamos o teste de raiz unitária KPSS, sob a hipótese nula de estacionaridade da série, com o intuito de verificar a existência ou não de estacionaridade das séries.

Os resultados obtidos foram apresentados na abela 10. Conforme podemos observar, ao nível de significância de 10%, exceto para as variáveis pc_etanol, os resultados demonstraram que as variáveis são não estacionárias de primeira ordem, ou seja, integradas de ordem I(1). O que confirmam os testes anteriores.

[7] Todos os teste realizados, e os diferente modelos estimados foram executados pelo software estatístico Eviews.

Tabela 10 – Testes KPSS para as variáveis do modelo

Variável em Log	Estatística do Teste	Raiz Unitária	Valor Crítico		
			10%	5%	1%
Consumo	1.012	Sim	0.347	0.463	0.739
Pc_etanol	0.287	Não			
Pc_gasolina	1.043	Sim			
Renda	1.306	Sim			
Frota	1.251	Sim			

Fonte: Resultados da pesquisa.

Se aplicarmos o teste DF-GLS na primeira diferença, a hipótese nula de estacionaridade das séries é rejeitada no nível de significância de 1%, 5% e 10% para todas as séries, o que nos levou a diferenciar as variáveis em I(1).

Se as variáveis analisadas cointegram, significa que o resíduo resultante de uma contra a outra é estacionário, ou seja, de ordem 0. Foi realizado o teste DF-GLS nos resíduos, e rejeitamos a hipótese nula de não estacionaridade da série. Economicamente, isso significa que há uma relação de longo prazo entre as coordenadas desse vetor, sendo esta relação perturbada por choques de curto prazo representados por u_t. Porém, como constatamos que o resíduo é estacionário, essas perturbações dissiparão ao longo do tempo, de modo que as variáveis originais voltam ao seu equilíbrio original. O tempo necessário para dissipação do choque vai depender do ajustamento do modelo, o qual será descrito nos próximos subitens.

Para obter as elasticidades do mercado brasileiro de etanol, optamos por escolher um modelo simples, sendo a demanda de etanol hidratado determinada pelo consumo de etanol, consumo de gasolina C e pela renda. Supondo que o etanol hidratado e a gasolina C sejam substitutos imperfeitos devido ao advento dos carros *flex*, ou seja, espera-se que um aumento no preço da gasolina, aumente a demanda por etanol, mas sendo consumidas quantidades positivas de ambos os bens. Em seguida iremos analisar o mesmo modelo, incluindo a variável Frota com variável independente.

5.3.1. Modelo simplificado

O modelo descrito nesse subitem, é dado pela equação 3 a seguir:

$$\ln C_t = \beta_1 + \beta_2 \ln Pe_t + \beta_3 \ln Pg_t + \beta_4 \, lnR_t + u_t \quad (3)$$

Foi estimado o modelo VAR/VEC, utilizando os critérios de *Akaike* e *Schwartz* para definir o número necessário de defasagens para obter “resíduos brancos” em todas as variáveis endógenas. Os resultados obtidos estão na Tabela 11:

Tabela 11 – Teste para o número de defasagens

Defasagens	Akaike	Schwartz
0	-6.145	-4.973
1	-16.536	**-14.974***
2	**-16.753***	-14.800
3	-16.690	14.347

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os asteristicos acima indicam os melhores, isto é, minimizados valores dos respectivos critérios de informação, Akaike e Schwartz. Podemos observar que pelo critério de Akaike que o número ideal de defasagens é dois, enquanto que pelo critério de Schwartz o número ideal de defasagens é um. Considerando que quanto menos defasagens, menor a perda dos graus de liberdade, optamos pela escolha do critério de Schwartz, ou seja, o VAR deve conter uma defasagem em cada uma de suas variáveis.

A utilização do modelo VAR exige a inexistência de cointegração nos dados utilizados. Para a verificação de cointegração entre as variáveis e o número de vetores de cointegração, foi utilizado o método de Johansen (teste de traço e teste de autovalor máximo). Os resultados podem ser observados nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 – Teste de traço

Número de Eq. Cointegração	Estatística do Teste	Valor Crítico 1%	Prob *
Nenhum	40.361	44.493	0.209
Máx 1	10.229	27.067	0.977
Máx 2	4.985	13.483	0.810
Máx 3	1.631	2.785	0.202

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com o teste do traço, ao nível de significância de 10%, verifica-se que a hipótese de que haja no máximo um vetor de cointegração pode ser rejeitada. Já no teste do autovalor máximo a hipótese de que haja no máximo um vetor de cointegração, ao nível de significância de 10%, não pode ser rejeitada.

Como o teste de cointegração Johansen detectou a presença de um vetor de cointegração, ao invés de usarmos o modelo Auto-regressivo Vetorial (VAR), deve-se utilizar o modelo Vetorial de Correção de Erros (VEC).

Tabela 13 – Teste de autovalor máximo

Número de Eq. Cointegração	Estatística do Teste	Valor Crítico 1%	Prob *
Nenhum	30.131	25.124	0.023
Máx 1	5.244	18.892	0.994
Máx 2	3.353	12.297	0.920
Máx 3	1.631	2.705	0.202

Fonte: Resultados da pesquisa.

Estimou-se o seguinte vetor de cointegração com os efeitos de longo prazo na forma normalizada. Os termos entre parênteses correspondem aos erros-padrão das variáveis e os termos entre colchetes correspondem às estatísticas “t”.

Tabela 14 – Coeficientes de longo prazo

Log (Consumo)	Log (Pc_Etanol)	Log (Pc_Gasolina)	Log (Renda)
1.000.000	6.201	-3.616	-4.664
	(0.933)	-2.026	-1.274
	[6.646]	[-1.784]	[-3.660]

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir do vetor de cointegração estimado, pode-se escrever a relação de equilíbrio de longo prazo para o consumo de álcool no Brasil, dado pela equação (4):

$$Consumo = 4{,}6\ renda - 6{,}2\ pc_{etanol} + 3{,}6\ pc_{gasolina} \quad (4)$$

Tabela 15 – Coeficientes de curto prazo

	Consumo	Pc_etanol	Pc_gasolina	Renda
α	-0,026 [-1,14765]*	-0,031 [-3,25044]***	-0,009 [-3,66008]***	0,004 [1,06950]*
Consumo	**-0,215** [-1,84422]*	0,119 [2,41763]***	-0,007 [-0,51476]	0,005 [0,27263]
Pc_etanol	**-0,892** [-2,65103]***	0,692 [4,85033]***	0,092 [2,38641]***	0,010 [0,18463]
Pc_gasolina	**2,347** [2,16387]**	-0,875 [-1,90143]*	0,118 [0,94892]*	-0,168 [-0,95120]*
Renda	**0,509** [0,85067]*	-0,169 [-0,66650]	-0,002 [-0,02695]	-0,235 -2,41327]***

Fonte: Resultados da pesquisa.

As variáveis foram ajustadas sazonalmente e estão descritas em log na primeira diferença. Os valores em negrito representam os coeficientes de curto prazo. As estatísticas t estão entre parêntesis e os asteristicos denotam o nível de significância; * significante em 10%; ** significante em 5% e *** significante em 1%. O α representa os coeficientes de ajustamento das variáveis.

A partir da equação (4) observa-se que as relações de longo prazo apresentam os sinais esperados pela teoria da demanda, ou seja, uma relação positiva de longo prazo com a renda e o bem substituto e uma relação negativa com o preço do bem.

A demanda por etanol hidratado se mostrou preço-elástica tanto para o preço médio do etanol quanto para o preço médio da gasolina, com elasticidade maior que uma unidade para ambos os preços. A renda também se mostrou elástica em relação à demanda por etanol.

Sendo assim, uma variação de 1% na renda gera, em média, um aumento de 4,6% no consumo de etanol. As elasticidades-preço indicam que o consumo de

álcool no longo prazo é mais sensível à variações no preço do etanol do que variações no preço da gasolina. Neste caso um aumento de 1% no preço do etanol leva a uma queda de 6,2% no consumo de etanol, enquanto que o mesmo aumento no preço da gasolina gera um aumento de 3,6% no consumo de etanol.

Ao analisarmos os coeficientes de curto prazo, observamos que as elasticidades mostram-se diferentes das de longo prazo, no entanto, continuam condizentes com a teoria econômica. Através dos gráficos a seguir, poderemos observar o comportamento da demanda de etanol hidratado após serem dados choques nas variáveis do modelo, confirmando as reações esperadas e os trabalhos citados anteriormente.

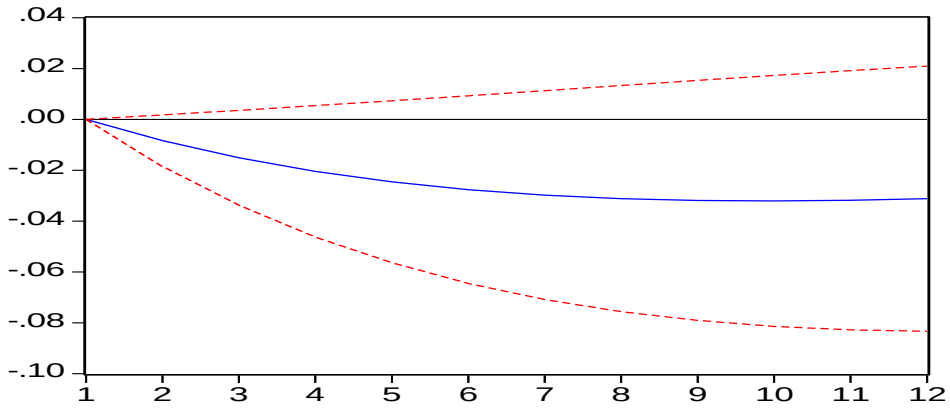


Figura 22 – Função de impulso resposta do consumo de etanol hidratado em relação ao preço do álcool.

Fonte: Resultados da pesquisa.

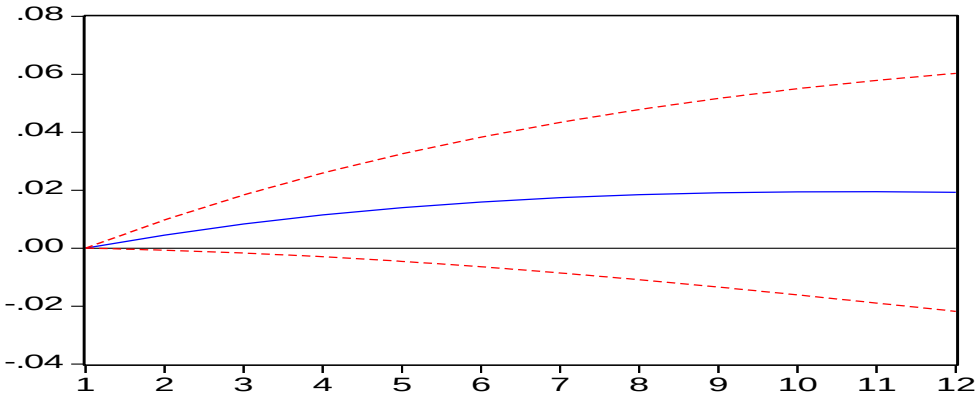


Figura 23 – Função de impulso resposta do consumo de etanol hidratado em relação ao preço da gasolina.

Fonte: Resultados da pesquisa.

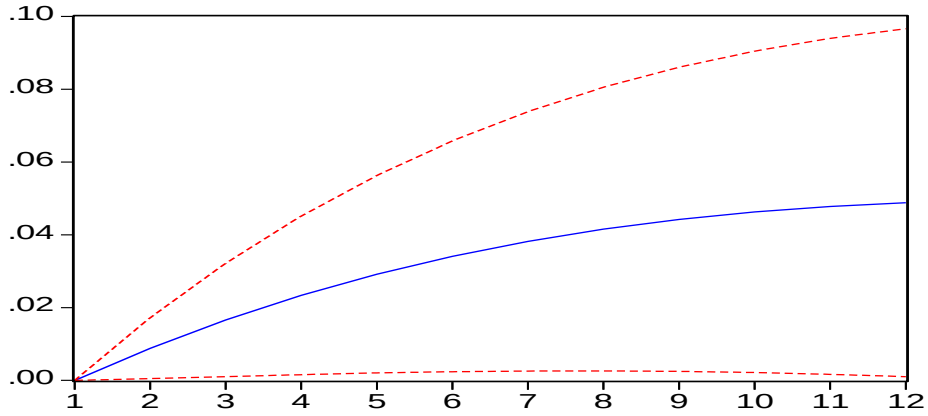


Figura 24 – Função de impulso resposta do consumo de etanol hidratado em relação à renda.
Fonte: Resultados da pesquisa.

Quando analisamos a decomposição da variância, notamos que nos primeiros 12 meses o consumo de etanol é explicado em 83% pelo próprio consumo de etanol, em 8,3% pelo preço do etanol, em 6,9% pelo preço da gasolina e apenas em 0,8% pela renda. Já o preço do etanol é explicado após o mesmo período, em 61,3% pelo próprio preço do etanol, em 32,3% pelo consumo de etanol, em 1,36% pelo preço da gasolina e em 5,18% pela renda.

O preço da gasolina, nos 12 meses, é explicado em 67,5% pelo próprio preço, em 11,21% pelo preço do etanol, em 17,7% pelo consumo de etanol e 3,5% pela renda. Já a renda é quase totalmente explicada (93%) pela própria renda, e o seu efeito nas outras variáveis é muito pequeno. O teste de Granger corroborou essa análise, ao indicar que a renda não causa o consumo de etanol. A partir desses resultados, podemos supor que a renda é uma variável exógena ao modelo.

Tabela 16 – Teste de causalidade

Variável dependente	**Consumo de etanol**	**Probabilidade**
Pc_etanol	7.027	0.008
Pc_gasolina	4.682	0.030
Renda	0.723	0.395
Pc_etanol, Pc_gasolina e renda	8.091	0.044

Fonte: Resultados da pesquisa.

Por fim, analisando-se as estimativas apresentadas na Tabela 16, observa-se pelo teste de Causalidade de Granger que o modelo produz estimativas conjuntamente significativas. Os resultados revelam que as variáveis pc_etanol, pc_gasolina e renda, em conjunto, causam, no sentido de Granger, a variável consumo de etanol no curto prazo. No entanto, se analisarmos as variáveis separadamente, observamos que a variável renda não rejeita a hipótese nula de que a “renda” não causa (no sentido Granger) o “consumo de etanol”, confirmando o resultado encontrado na decomposição da variância.

Já as variáveis pc_etanol e pc_gasolina mesmo analisadas separadamente, rejeitam a hipótese nula de que ambos os preços “não causam” (no sentido Granger) o consumo de etanol, ou seja, variações nos preços do etanol ou da gasolina afetam o consumo de etanol hidratado no curto prazo.

5.3.2. Modelo incluindo a variável frota

Iremos incluir a variável frota com o intuito de verificar o impacto dessa variável nas elasticidades encontradas no modelo simplificado que é o objeto de estudo desta pesquisa.

Esperamos que quanto maior a quantidade de carros *flex* em circulação, maior a demanda por etanol hidratado, pois maior é a possibilidade de escolha dos consumidores frente aos combustíveis disponíveis na bomba. Estamos considerando a frota de veículos automotores *flex fuel* e também os movidos apenas a etanol hidratado.

Assim, o modelo passa a ser descrito da seguinte maneira:

$$\ln C_t = \beta_1 + \beta_2 \ln Pe_t + \beta_3 \ln Pg_t + \beta_4 \, lnR_t + \beta_5 \beta lnF_t + u_t \qquad (5)$$

A partir da expressão acima, estimamos o modelo VAR/VEC. Começamos definindo o número de defasagens do modelo VAR, utilizamos os critérios do modelo simplificado, AIC e SIC. Os resultados encontrados podem ser observados na Tabela 17:

Tabela 17 – Teste para o número de defasagens

Defasagens	Akaike	Schwartz
0	-7.794	-6.312
1	-19.424	**-17.326***
2	**-19.556***	-16.843
3	-19.361	-16.027

Fonte: Resultados da pesquisa.

Podemos observar que o resultado obtido está parecido com o do modelo simplificado, onde pelo critério de Akaike o número ideal de defasagens é dois e pelo critério de Schwartz o número ideal de defasagens é um. Sendo assim, utilizamos o mesmo fundamento do modelo anterior e optamos pela escolha do critério de Schwartz, ou seja, o VAR deve conter uma defasagem em cada uma de suas variáveis.

Com relação à existência de cointegração e ao número de vetores de cointegração, os resultados encontrados foram os seguintes:

Tabela 18 – Teste de traço

Número de Eq. Cointegração	Estatística do Teste	Valor Crítico 1%	Prob *
Nenhum	54.982	65.819	0.419
Máx 1	22.677	44.493	0.966
Máx 2	11.107	27.066	0.958
Máx 3	12.036	13.428	0.713

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com o teste do traço, ao nível de significância de 1%, verifica-se que a hipótese de que haja no máximo um vetor de cointegração pode ser rejeitada. Já no teste do autovalor máximo a hipótese de que haja no máximo um vetor de cointegração, ao nível de significância de 1% não pode ser rejeitada.

Tabela 19 – Teste de autovalor máximo

Número de Eq. Cointegração	Estatística do Teste	Valor Crítico 10%	Prob *
Nenhum	32.304	31.239	0.076
Máx 1	11.570	25.124	0.948
Máx 2	4.647	18.892	0.785
Máx 3	1.203	12.296	0.272

Fonte: Resultados da pesquisa.

Desta forma há apenas um vetor de cointegração, cujos vetores são estimados na forma de um VEC. Com a inclusão da variável frota, os coeficientes estimados foram:

Tabela 20 – Coeficientes de longo prazo

Log (Consumo)	Log (Pc_Etanol)	Log (Pc_Gasolina)	Log (Renda)	Log(Frota)
1.000.000	4.717	-2.690	-3.458	-0.931
	(0.642)	-1.391	-1.307	(0.477)
	[7.341]	[-1.932]	[-3.334]	[-1.951]

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os termos entre parênteses correspondem aos erros-padrão das variáveis e os termos entre colchetes correspondem às estatísticas “t”.

A partir do vetor de cointegração estimado, pode-se escrever a relação de equilíbrio de longo prazo para o consumo de álcool no Brasil, dado pela equação (6):

$$Consumo = 3{,}4\ renda - 4{,}17\ pc_{etanol} + 2{,}6\ pc_{gasolina} + 0{,}9 frota \qquad (6)$$

A partir da equação (6) observa-se que as relações continuaram apresentando os sinais esperados pela teoria da demanda, ou seja, uma relação positiva de longo prazo com a renda, a frota e o bem substituto e uma relação negativa com o preço do bem.

Em relação aos coeficientes, a demanda por etanol hidratado continuou preço-elástica tanto para o preço médio do etanol quanto para o preço médio da gasolina, apesar dos coeficientes de ambos os preços terem se modificado. A renda também continuou elástica em relação à demanda por etanol, já a frota se mostrou inelástica.

Tabela 21 – Coeficientes de curto prazo

	Consumo	Frota	Pc_etanol	Pc_gasolina	Renda
α	-0,041 [-1,29648]	0,002 [0,13551]	-0,043 [-3,22718]***	-0,014 [-3,77537]***	0,004 [0,84790]
Consumo	**-0,200** [-1,72918]*	0,074 [1,25945]	0,131 [2,66057]***	-0,003 [-0,24773]	0,005 [0,28906]
Frota	**-0,202** [-1,00153]	0,011 [0,11138]	-0,026 [-0,30201]	-0,010 [-0,43130]	-0,058 [-1,77398]**
Pc_etanol	**-0,830** [-2,42466]***	0,107 [0,61340]	0,717 [4,91537]***	0,101 [2,58236]***	0,019 [0,35191]
Pc_gasolina	**2,239** [2,05283]**	0,095 [0,16995]	-0,918 [-1,97344]	0,101 [0,81162]	-0,184 [-1,04940]
Renda	**0,394** [0,64604]	0,398 [1,27637]	-0,169 [-0,64858]	-0,003 [-0,04962]	-0,273 [-2,77863]***

Fonte: Resultados da pesquisa.

As variáveis foram ajustadas sazonalmente e estão descritas em log na primeira diferença. Os valores em negrito representam os coeficientes de curto prazo. As estatísticas t estão entre parêntesis e os asteristicos denotam o nível de significância; * significante em 10%; ** significante em 5% e *** significante em 1%. O α representa os coeficientes de ajustamento das variáveis.

Se analisarmos a decomposição da variância, no mesmo período, as variáveis apresentaram praticamente os mesmo resultados, podendo ser observado no anexo deste trabalho, exceto a renda, que passou a ser explicada em 14% pela frota. Já a nova variável, a frota de veículos, é explicada em 97% pela própria frota, resultado esperado, já que a frota e a renda estão estreitamente relacionadas.

Este resultado foi corroborado pelo teste LM de correlação serial, onde o mesmo indica autocorrelação entre as variáveis do modelo. Resultado diferente do encontrado no modelo simplificado, onde a hipótese nula de que não há autocorrelação entre as variáveis, não é rejeitada.

Ao analisarmos os coeficientes de curto prazo, observamos que as elasticidades mostram-se diferentes das de longo prazo, no entanto, quase todas continuaram condizentes com a teoria econômica, exceto a variável frota que

apresentou sinal negativo, ou seja, dado um aumento de 1% na variável frota a variável consumo reduz em 0,2%. Podemos supor que esse resultado está relacionado ao costume dos consumidores, em consumirem gasolina, combustível supostamente mais tradicional.

5.4. Resultados

As elasticidades resultantes desse trabalho, bem como as elasticidades estimadas por Farina et al. (2010) e Caroprezo (2011) são apresentada na tabela 18 abaixo:

Tabela 22 – Elasticidades comparativas do mercado brasileiro

Variável	Modelo Inicial	Com frota	Farina	Caroprezo	Caroprezo c/ Frota
Pç etanol	-6,4	-4,7	-1,23	-6,31	-2,48
Pç gasolina	3,6	2,7	1,45	6,38	4,21
Renda	4,6	3,4	-	4,18	-2,05
Frota	-	0,9	-	-	1,92

Fonte: Resultados da pesquisa.

A elasticidade-preço estimada do etanol variou de -6,9 a -4,7. O que nos levou a concluir que a demanda por etanol é bastante elástica e negativamente relacionada ao seu preço. Quando comparamos os coeficientes estimados com os encontrados no trabalho de Farina e Caroprezo, podemos perceber que quanto mais o período analisado engloba o período de utilização de carros *flex fuel,* maior a sensibilidade da demanda de etanol hidratado á variações no preço do etanol.

A elasticidade-preço estimada da gasolina varia de 2,7 a 3,6. A demanda por etanol é positivamente relacionada ao preço da gasolina e conforme incluímos a frota vemos que a demanda de etanol fica menos sensível à variações no preço da gasolina, no entanto, esperávamos que a demanda por etanol ficasse mais sensível à mudanças no preço da gasolina, já que atua como substituto do etanol.

A elasticidade-renda estimada varia de 3,4 a 4,6, resultado diferente do encontrado nos trabalhos utilizados como comparativo. Porém, o resultado encontra-se dentro do esperado, uma vez que a variável renda é correlacionada com a

variável frota. Farina não considerou a renda no seu trabalho, já Caroprezo encontrou um coeficiente para renda bastante elástica em seu modelo simplificado e inelástica no modelo incluindo a frota, justificando que a inclusão da variável frota desvirtua o resultado encontrado para o coeficiente da renda, dado que estas variáveis são correlacionadas.

Por fim, o coeficiente estimado da variável frota foi 0,9, menor que o encontrado por Caroprezo, mas ainda assim de acordo com o esperado, ou seja, um aumento na frota de veículos aumenta a demanda por etanol hidratado. Segundo resultado encontrado pela autora, ao desenvolver um terceiro modelo, no qual ela inclui além da variável frota, a variável GNV, ela encontra um coeficiente estimado de 0,85 para frota, ou seja, ela passa a ser inelástica, indicando variações significativas em seus coeficientes e grande autocorrelação com a variável renda. A partir dos nossos resultados e dos encontrados por Caroprezzo, concluímos que devemos ter cautela ao interpretar os resultados obtidos, devido ao fato das elasticidades encontradas no equilíbrio de longo prazo, serem bem maiores do que uma unidade, e também ao fato da renda e da frota serem correlacionadas.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, além de desenvolvermos uma perspectiva história da cana-de-açúcar, que nos permite entender os meandros desse insumo básico para fabricação de etanol, buscamos agregar novos dados aos trabalhos desenvolvidos anteriormente, com uma análise da demanda interna de etanol hidratado mais focada no período de introdução de veículos *flex fuel*, que aconteceu no ano de 2003.

Ao observamos o histórico do setor sucroalcooleiro, fica clara a dependência do mesmo nas flutuações dos preços dos seus principais produtos: o açúcar e o etanol. Nas últimas décadas, os mercados abrangidos por esse setor passaram de um estado de total controle de preços por parte do Estado para uma condição de livre concorrência. No caso do açúcar, a dependência com relação ao mercado internacional manteve o setor refém das oscilações no câmbio e na oferta por parte de outros países.

No caso do etanol combustível, que surgiu como um produto praticamente subsidiado pelo governo, a condição de livre mercado trouxe a necessidade de reinvenção desse produto, o que ocorreu com a introdução dos veículos *flex-fuel* a partir de 2003.

O sucesso brasileiro no uso de fontes de energia renováveis, com destaque para o uso do etanol como combustível em veículos automotores tem despertado grande interesse mundial. Principalmente, como dito anteriormente, no caso do etanol de cana, pelo potencial de redução de em média 85% menos GEEs do que a gasolina.

Sendo o Brasil o maior produtor de cana-de-açúcar, e o segundo maior produtor de etanol, observamos que ainda há uma capacidade de aumento na produtividade da cana e também uma expansão na produção, para atender pelo menos o mercado interno. Segundo Nilton (2011), o aumento na produtividade da cana no país não comprometerá as áreas agroalimentares, por conta do ganho genético, na mecanização e na expansão do plantio em áreas de pastagens não exploradas.

O etanol e a tecnologia flex-fuel combinam-se como a melhor alternativa encontrada no mercado no momento, facilitando a autonomia decisória ao consumidor final sobre o preço mais conveniente na hora de abastecer seu veículo, podendo escolher entre o etanol ou gasolina C. O Brasil conta com um demanda interna bastante expressiva, que vêm tendo uma tendência de crescimento desde 2003, o que justifica a relevância deste estudo.

A partir dessas proposições expostas, foram desenvolvidos dois modelos, o primeiro, chamado de modelo simplificado, onde a demanda por etanol é a variável dependente e o preço da gasolina, do etanol e a renda são as variáveis independentes; e o segundo onde incluímos apenas a variável frota às variáveis independentes. Foram realizados testes que serão brevemente descritos.

A partir da realização dos testes de raiz unitária DF-GLS e KPSS, constatamos que as séries utilizadas para estimativa dos modelos são integradas de ordem um- I(1). Para testar e estimar as relações de longo prazo entre as variáveis foi utilizado o modelo de Johansen (1988), o qual indicou a existência de um vetor de cointegração. Assim, utilizou-se o Modelo de Autoregressão Vetorial de Correção dos Erros para análise desse estudo.

Ao desenvolvermos os modelos propostos, os resultados encontrados se mostraram significantes e condizentes com o esperado, ou seja, uma relação positiva de longo prazo com a renda e o bem substituto e uma relação negativa com o preço do bem.

Ao incluirmos a frota, esta também apresentou resultado esperado no logo prazo, tendo uma relação positiva com a demanda de etanol hidratado, e uma estreita ligação com a renda. O que faz sentido, visto que a renda é uma *proxy* da Produção Industrial. No entanto, no curto prazo a frota apresentou uma relação negativa com o consumo de etanol hidratado. Relacionamos esse resultado ao fato de os consumidores estarem mais habituados a consumirem gasolina, combustível supostamente mais tradicional.

Através da análise dos modelos e da comparação com trabalhos anteriores, podemos concluir que a partir do momento que a nossa pesquisa se aproxima do mercado com maior disseminação de carros flex fuel a elasticidade-preço do etanol se torna maior.

Concluímos que para trabalhos futuros seria interessante a inclusão de outras variáveis ao modelo, para possibilitar um melhor entendimento do funcionamento desse mercado.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2012. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP, 2012.

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Levantamento de Preços**. Disponível em: < http://www.anp.gov.br/preco/>. Acesso em: 10.nov.2012.

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Vendas de Combustíveis**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=64555&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1363049760625>. Acesso em: 10.ago.2012.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira***,* edição 2012*.*

BACCHI, MIRIAN R. P. **Formação de Preços no Setor sucroalcooleiro de Região Centro-Sul do Brasil:** Relação com o Mercado de Combústivel Fóssil, 2005.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES e Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Bioetanol de cana-de-açúcar:** energia para o desenvolvimento sustentável**.** Rio de Janeiro, 2008.

BRAY, Silvia Carlos; FERREIRA, Enéas Rente. **As Políticas da Agorindústria Canavieira e o Proálcool no Brasil**. Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2000.

British Petroleum – BP. **Statitical Review of World Energy**. 2012.

BROWN, R. I. **Um esquema para avaliar os impactos de estratégias diversas para o etanol:** outras substituições e racionalização da demanda de derivados de petróleo. Ciência e Cultura, v.32, no.8, ago.1980.

BUENO**,** Rodrigo De Losso da Silveira. **Econometria De Séries Temporais***.* São Paulo: Cengage Learning, 2008.

CAMPOS, K. Silvia. **Fundamentos Econômicos da Formação do Preço Internacional de Açúcar e dos Preços Domésticos de Açúcar e Etanol***.* 2010. Dissertação (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

CAROPREZO, Janaina de Souza. **Estimativa das Elasticidades Preço e Renda da Demanda por Etanol nos Estados Unidos e no Brasil***.* 2011. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais, Faculdade de Economia e Finanças, 2011.

CARVALHO, Cleonice de. **Anuário Brasileiro da Cana-de-Açúcar***.* Santa Cruz do Sul. Gazeta, 2011.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **Indicadores de preços**. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/indicador/>. Acesso em 22 julho. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento Da Safra Brasileira**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>. Acesso em 20.julho.2012.

DIEHL, Daniele**. Formação do Preço de Etanol Hidratado no Estado de São Paulo e sua Relação com os Mercados de Açúcar e Gasolina. 2012**. Dissertação (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", Universidade de São Paulo, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional**. Rio de Janeiro, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA E ECONOMIA APLICADA – IPEA. **Biocombustíveis no Brasil:** Etanol e Biodiesel. Comunicados do IPEA, n° 53. 2010.

FARINA, E., VIEGAS, C., PEREDA, P. e GARCIA, C. (2010). **Mercado e Concorrência do Etanol**. In: Etanol e Bioeletricidade: A cana-de-açucar no futuro da matriz energética. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. . **Statistic data**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em 08.ago. 2012.

FOOD AND AGRICULTURAL POLICY RESEARCH INSTITUTE – FAPRI. **Statistic data**. Disponível em: <http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>. Acesso em: 10.set.2012.

FERREIRA, Léo da Rocha. **Proácool, energia e Transporte**. Resenha Bibliográfica 2. PPE, Rio de Janeiro, Agosto, 1983.

FILHO, M.G. Luis, MACEDO, Isaias de Carvalho. **Etanol e mudança do clima:** a contribuição para o PNMC e as metas para o Pós-Kyoto. Nota Técnica, Projeto Perspectivas para a Matriz Energética Brasileira, UNICA, São Paulo, 2009.

FRANKEL,J.A. **Commodity Prices and Money:** lessons from international finances. Americal Agricultural Economics Association, Pittsburgh, v.66, n. 5, p. 560-566. July.1984

_____. **Expectation commodity price dynamics: the overshooting model**. American Journal of Agricultural Economics, Ames, v. 68, n. 3, p. 344-48, May. 1986.

GUJARATI**,** Damodar. **Econometria Básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GIAMBIAGI, Fábio; BARROS, C. Lavínia; VILLELA, André; HERMANN, Jennifer. **Economia Brasileira Contemporânea**. Rio de Janeiro: Elsevier-Campus, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatíticas**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl2.asp?c=2295&n=0&u=0&z=t&o=22&i=P>. Acesso em 10.julho.2012.

JOHANSEN, S. **Statiscal Analysis of Cointegration Vectors**. Journal of Economics Dynamics and Control, v. 12, p. 231-254, 1988.

LIMA, Nilton Cesar**. A Formação dos Preços do Etanol Hidratado no Mercado Brasileiro de Combustíveis.** 2011. Dissertação (Doutorado em Administração)Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2011.
LOPES, L, A. **Vinte Anos de Proálcool:** avaliações e perspectivas. Rev. Economia & Empresa. São Paulo, v.3, 1996.

MALCOLM, Scott A.; AILLERY, Marcel; WEINBERG, Marca. **Ethanol and a Changing Agricultural Landscape***.* United States: Department of Agriculture USDA, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/agroenergia/estatistica>. Acesso em: 10.ago.2012.

MARJOTTA – MAISTRO, MARTA C. **Ajustes nos Mercados de Álcool e Gasolina no Processo de Desregulamentação***.* Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, 2012.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna>. Acesso em: 20.ago.2012.

MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias de; SHIKIDA, Pery Francisco Assis. **Agroindústria Canavieira no Brasil***.* São Paulo: Atlas, 2002.

NEVES, F. Marcos; CONSOLI, Matheus; TROMBIN, G. Vinicius. **O Mapa Sucroenergético do Brasil. Etanol e Bioeletricidade**: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética*.* São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010.

OLIVEIRA, P.Michelle; ALENCAR, R. Junia; SOUZA, S. Geraldo. **Energia Renovável:** uma análise sobre a oferta e demanda de etanol no Brasil*.* Sober: Congresso da Sociologia Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Acre, Julho, 2008.

Pindyck, Robert S; Rubinfeld, Daniel L. **Microeconomia.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

PIRES, Adriano; SCHECHTMAN, Rafael. **Políticas internacionais de biocombustíveis**. In: Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010.

RANDOW, B. M. V., FONTES, R. M. O., CARMINATI, J. G. O. **Estimativas das Elasticidades – Preço e Renda da Demanda por Alcool Combustível no Brasil**. Sober: Congresso da Sociologia Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. UFV, Viçosa, MG, Julho, 2010.

Revista Brasilis. **Especial Etanol**. Disponível em: <http://revista.brasil.gov.br/especiais/Etanol/materiais/infograficos-etanol/evolucao-da-producao-de-etanol>. Acesso em 20 ago.2012.

RODRIGUES, Marcelo Bosê. **Os Preços do álcool, do Açúcar e da Gasolina e suas Relações:** Uma Análise Econométrica. 2009. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2009.

RAMOS, P. **Os Mercados de Açúcar e a Evolução da Agroindústria Canavieira no Brasil entre 1930 a 1980**: do Açúcar ao Álcool para o Mercado Interno. Revista Economia Aplicada. v. 11. nº.4. out-dez. 2007.

REIS, Eustáquio; FERES, José; SPERANZA, Juliana. Seminário: **Produção de Etanol e seus Impactos sobre o uso da terra no Brasil**. IPEA, Julho, 2011.

RENEWABLE FUELS ASSOCIATION – RFA. United States, 2011. . **Statistic data**. Disponível em: <http://www.ethanolrfa.org/pages/statistics#I>. Acesso em 15.julho.2012

SOUZA, Francisco José Rocha de; NOGUEIRA, H.A. Luis; BAJAY, V. Sergio. **O Etanol na Matriz energética Brasileira**. Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010.

SHIKIDA, P. F.A.; BACHA, C.J.C. **Evolução da Agroindústria Canavieira Brasileira de 1975 a 1995**. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro. v. 53. nº.1. p.69-89, jan-mar. 1999.

SILVA, Ozires; FISCHETTI, Decio. **Etanol a Revolução Verde e Amarela**. São Paulo: BIZZ, 2008.

SORDI, J. C. **Os Efeitos dos Custos de transporte na Liberação dos Preços:** O Caso do Alcool hidratado no Brasil. Dissertação – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.

SZMRECSÁNYI, T. **O Planejamento da Agroindústria Canavieira do Brasil (1930-1975)**. Economia e Planejamento: Serie teses e pesquisas. São Paulo: HUCITEC, Unicamp, 1991.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE AÇÚCAR – UNICA. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>. Acesso em: 10.ago. 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. . **Statistic data**. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/Features/baseline/>. Acesso em: 04.ago. 2012.

VASCONCELOS, Marco Antonio Sandoval de. **Economia Micro e Macro**. São Paulo: Atlas,2011.

VIAN, Carlos Eduardo de Freitas. **Agroindústria Canavieira, Estratégias Competitivas e Modernização**. São Paulo: Átomo, 2003.

ANEXO A – Modelo log-log estimado

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.819759	0.961541	2.932541	0.0041
LOG(PC_ETANOL)	-2.173298	0.185108	-11.74067	0.0000
LOG(PC_GASOLINA)	3.002866	0.449706	6.677400	0.0000
LOG(RENDA)	0.666926	0.218710	3.049359	0.0029
LOG(FROTA)	0.696339	0.050753	13.72022	0.0000

R-squared	0.881139	Mean dependent var	13.41948
Adjusted R-squared	0.876894	S.D. dependent var	0.557449
S.E. of regression	0.195589	Akaike info criterion	-0.383808
Sum squared resid	4.284563	Schwarz criterion	-0.265767
Log likelihood	27.45278	F-statistic	207.5695
Durbin-Watson stat	0.304370	Prob(F-statistic)	0.000000

Fonte: Eviews (2012).

ANEXO B – Teste de Autocorrelação

Correlogram of Residuals:

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
.|****** |	.|****** |	1	0.801	0.801	77.070	0.000
.|***** |	.|. |	2	0.623	-0.054	124.05	0.000
.|**** |	.|. |	3	0.466	-0.049	150.53	0.000
.|*** |	.|. |	4	0.343	-0.007	164.98	0.000
.|** |	.|. |	5	0.272	0.060	174.15	0.000
.|* |	*|. |	6	0.162	-0.158	177.43	0.000
.|* |	.|* |	7	0.120	0.110	179.25	0.000
.|* |	.|. |	8	0.071	-0.056	179.89	0.000
.|. |	.|. |	9	0.043	0.018	180.13	0.000
.|. |	.|. |	10	0.050	0.058	180.45	0.000
.|. |	.|. |	11	0.052	0.022	180.80	0.000
.|* |	.|* |	12	0.097	0.088	182.05	0.000
.|* |	*|. |	13	0.079	-0.110	182.88	0.000
.|* |	.|* |	14	0.103	0.125	184.31	0.000
.|* |	*|. |	15	0.101	-0.066	185.69	0.000
.|. |	.|. |	16	0.065	-0.055	186.28	0.000
.|. |	.|. |	17	0.064	0.045	186.85	0.000
.|* |	.|* |	18	0.067	0.086	187.48	0.000
.|* |	.|. |	19	0.076	-0.053	188.30	0.000
.|* |	.|. |	20	0.075	0.041	189.11	0.000
.|. |	.|. |	21	0.055	-0.034	189.56	0.000
.|. |	.|. |	22	0.042	-0.024	189.81	0.000
.|. |	.|. |	23	0.017	-0.015	189.86	0.000
.|. |	.|. |	24	0.010	0.006	189.87	0.000
.|. |	*|. |	25	-0.041	-0.126	190.13	0.000

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO C – Testes de raiz unitária

Null Hypothesis: D(LOG(CONSUMO)) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-9.771685	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.488585	
	5% level	-2.886959	
	10% level	-2.580402	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(CONSUMO),2)
Method: Least Squares
Date: 02/18/13 Time: 10:29
Sample (adjusted): 2003M04 2012M09
Included observations: 114 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(CONSUMO(-1)))	-1.380058	0.141230	-9.771685	0.0000
D(LOG(CONSUMO(-1)),2)	0.175648	0.091791	1.913565	0.0583
C	0.014332	0.011883	1.206068	0.2304

R-squared	0.600816	Mean dependent var	0.000218
Adjusted R-squared	0.593623	S.D. dependent var	0.197806
S.E. of regression	0.126096	Akaike info criterion	-1.277576
Sum squared resid	1.764935	Schwarz criterion	-1.205571
Log likelihood	75.82182	F-statistic	83.53360
Durbin-Watson stat	1.987431	Prob(F-statistic)	0.000000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Null Hypothesis: D(LOG(CONSUMO)) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 28 (Newey-West using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.216197
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.016763
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.008743

KPSS Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(CONSUMO))
Method: Least Squares
Date: 02/18/13 Time: 10:30
Sample (adjusted): 2003M02 2012M09
Included observations: 116 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.008243	0.012073	0.682765	0.4961

R-squared	0.000000	Mean dependent var	0.008243
Adjusted R-squared	-0.000000	S.D. dependent var	0.130032
S.E. of regression	0.130032	Akaike info criterion	-1.233488
Sum squared resid	1.944458	Schwarz criterion	-1.209750
Log likelihood	72.54232	Durbin-Watson stat	2.295319

Fonte: Resultados da pesquisa.

Null Hypothesis: D(LOG(PC_GASOLINA)) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-7.577785	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.488063	
	5% level	-2.886732	
	10% level	-2.580281	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(PC_GASOLINA),2)
Method: Least Squares
Date: 02/18/13 Time: 10:32
Sample (adjusted): 2003M03 2012M09
Included observations: 115 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(PC_GASOLINA(-1)))	-0.668318	0.088194	-7.577785	0.0000
C	-0.001848	0.001217	-1.518356	0.1317

R-squared	0.336943	Mean dependent var	-0.000170
Adjusted R-squared	0.331076	S.D. dependent var	0.015696
S.E. of regression	0.012837	Akaike info criterion	-5.855680
Sum squared resid	0.018622	Schwarz criterion	-5.807942
Log likelihood	338.7016	F-statistic	57.42283
Durbin-Watson stat	1.895652	Prob(F-statistic)	0.000000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Null Hypothesis: D(LOG(PC_GASOLINA)) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 1 (Newey-West using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.084168
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.000183
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000243

KPSS Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(PC_GASOLINA))
Method: Least Squares
Date: 02/18/13 Time: 10:33
Sample (adjusted): 2003M02 2012M09
Included observations: 116 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.002545	0.001261	-2.018417	0.0459

R-squared	0.000000	Mean dependent var	-0.002545
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var	0.013578
S.E. of regression	0.013578	Akaike info criterion	-5.752129
Sum squared resid	0.021202	Schwarz criterion	-5.728392
Log likelihood	334.6235	Durbin-Watson stat	1.324803

Fonte: Resultados da pesquisa.

Null Hypothesis: D(LOG(RENDA)) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 12 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.343603	0.1605
Test critical values:	1% level	-3.495021	
	5% level	-2.889753	
	10% level	-2.581890	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(RENDA),2)
Method: Least Squares
Date: 02/18/13 Time: 10:36
Sample (adjusted): 2004M03 2012M09
Included observations: 103 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(RENDA(-1)))	-1.716247	0.732312	-2.343603	0.0213
D(LOG(RENDA(-1)),2)	0.282365	0.707219	0.399261	0.6907
D(LOG(RENDA(-2)),2)	0.130360	0.646704	0.201576	0.8407
D(LOG(RENDA(-3)),2)	-0.002623	0.586090	-0.004476	0.9964
D(LOG(RENDA(-4)),2)	-0.149511	0.526993	-0.283707	0.7773
D(LOG(RENDA(-5)),2)	-0.291929	0.468446	-0.623187	0.5348
D(LOG(RENDA(-6)),2)	-0.428735	0.410084	-1.045479	0.2986
D(LOG(RENDA(-7)),2)	-0.567531	0.351440	-1.614872	0.1099
D(LOG(RENDA(-8)),2)	-0.698937	0.293865	-2.378427	0.0195
D(LOG(RENDA(-9)),2)	-0.823777	0.236254	-3.486831	0.0008
D(LOG(RENDA(-10)),2)	-0.960361	0.181898	-5.279660	0.0000
D(LOG(RENDA(-11)),2)	-1.090159	0.133346	-8.175419	0.0000
D(LOG(RENDA(-12)),2)	-0.273657	0.099542	-2.749162	0.0072
C	0.004817	0.003290	1.464105	0.1467

R-squared	0.977583	Mean dependent var	0.000116
Adjusted R-squared	0.974308	S.D. dependent var	0.132783
S.E. of regression	0.021283	Akaike info criterion	-4.736033
Sum squared resid	0.040315	Schwarz criterion	-4.377914
Log likelihood	257.9057	F-statistic	298.5505
Durbin-Watson stat	2.119599	Prob(F-statistic)	0.000000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Null Hypothesis: D(LOG(RENDA)) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 35 (Newey-West using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.446356
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.007473
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.000148

KPSS Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(RENDA))
Method: Least Squares
Date: 02/18/13 Time: 10:46
Sample (adjusted): 2003M02 2012M09
Included observations: 116 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002972	0.008061	0.368739	0.7130

R-squared	0.000000	Mean dependent var	0.002972
Adjusted R-squared	-0.000000	S.D. dependent var	0.086820
S.E. of regression	0.086820	Akaike info criterion	-2.041381
Sum squared resid	0.866833	Schwarz criterion	-2.017643
Log likelihood	119.4001	Durbin-Watson stat	2.318694

Fonte: Resultados da pesquisa.

Null Hypothesis: D(LOG(FROTA)) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.534655	0.1100
Test critical values:	1% level	-3.488063	
	5% level	-2.886732	
	10% level	-2.580281	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(FROTA),2)
Method: Least Squares
Date: 02/18/13 Time: 10:48
Sample (adjusted): 2003M03 2012M09
Included observations: 115 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(FROTA(-1)))	-0.085731	0.033823	-2.534655	0.0126
C	0.001732	0.000779	2.223805	0.0281

R-squared	0.053795	Mean dependent var	0.000205
Adjusted R-squared	0.045422	S.D. dependent var	0.005419
S.E. of regression	0.005294	Akaike info criterion	-7.627148
Sum squared resid	0.003167	Schwarz criterion	-7.579410
Log likelihood	440.5610	F-statistic	6.424478
Durbin-Watson stat	2.209076	Prob(F-statistic)	0.012624

Fonte: Resultados da pesquisa.

Null Hypothesis: D(LOG(FROTA)) is stationary
Exogenous: Constant
Bandwidth: 9 (Newey-West using Bartlett kernel)

		LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic		0.246824
Asymptotic critical values*:	1% level	0.739000
	5% level	0.463000
	10% level	0.347000

*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Table 1)

Residual variance (no correction)	0.000212
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001610

KPSS Test Equation
Dependent Variable: D(LOG(FROTA))
Method: Least Squares
Date: 02/18/13 Time: 10:52
Sample (adjusted): 2003M02 2012M09
Included observations: 116 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.017752	0.001356	13.08856	0.0000

R-squared	0.000000	Mean dependent var	0.017752
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var	0.014607
S.E. of regression	0.014607	Akaike info criterion	-5.605995
Sum squared resid	0.024538	Schwarz criterion	-5.582257
Log likelihood	326.1477	Durbin-Watson stat	0.136612

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO D – Modelo Simplificado

Vetor Error Correction Estimates
Sample (adjusted): 2003M03 2012M09
Included observations: 115 after adjustments
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

Cointegrating Eq:	CointEq1
LOG(CONSUMOSA(-1))	1.000000
LOG(PC_ETANSA(-1))	6.215878
	(0.88850)
	[6.99595]
LOG(PC_GASOSA(-1))	-3.571008
	(1.93126)
	[-1.84905]
LOG(RENDASA(-1))	-4.652733
	(1.21690)
	[-3.82343]
C	10.16235

Error Correction:	D(LOG(CONSUMOSA))	D(LOG(PC_ETANSA))	D(LOG(PC_GASOSA))	D(LOG(RENDASA))
CointEq1	-0.024985	-0.030710	-0.009348	0.003907
	(0.02107)	(0.00895)	(0.00242)	(0.00344)
	[-1.18579]	[-3.43088]	[-3.86331]	[1.13644]
D(LOG(CONSUMOSA(-1)))	-0.215297	0.119051	-0.007135	0.005806
	(0.11041)	(0.04690)	(0.01268)	(0.01802)
	[-1.95004]	[2.53826]	[-0.56271]	[0.32228]
D(LOG(PC_ETANSA(-1)))	-0.885342	0.680984	0.091648	0.011364
	(0.31522)	(0.13391)	(0.03620)	(0.05144)
	[-2.80864]	[5.08531]	[2.53172]	[0.22093]
D(LOG(PC_GASOSA(-1)))	2.309140	-0.839820	0.117955	-0.171408
	(1.00944)	(0.42883)	(0.11592)	(0.16472)
	[2.28755]	[-1.95841]	[1.01752]	[-1.04059]
D(LOG(RENDASA(-1)))	0.518040	-0.157482	-6.80E-05	-0.244107

	(0.56416)	(0.23967)	(0.06479)	(0.09206)
	[0.91825]	[-0.65709]	[-0.00105]	[-2.65159]
C	0.013979	-0.003930	-0.002247	0.003909
	(0.00994)	(0.00422)	(0.00114)	(0.00162)
	[1.40592]	[-0.93041]	[-1.96804]	[2.40889]
R-squared	0.106554	0.247824	0.249222	0.085881
Adj. R-squared	0.065570	0.213321	0.214782	0.043949
Sum sq. resids	1.118995	0.201946	0.014758	0.029797
S.E. equation	0.101321	0.043043	0.011636	0.016534
F-statistic	2.599903	7.182595	7.236540	2.048101
Log likelihood	103.1909	201.6415	352.0757	311.6733
Akaike AIC	-1.690276	-3.402460	-6.018708	-5.316057
Schwarz SC	-1.547063	-3.259247	-5.875494	-5.172843
Mean dependent	0.009380	-0.002208	-0.002690	0.003516
S.D. dependent	0.104816	0.048530	0.013131	0.016910
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.65E-13		
Determinant resid covariance		2.14E-13		
Log likelihood		1024.770		
Akaike information criterion		-17.33514		
Schwarz criterion		-16.66681		

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO E – Testes Modelo Simplificado

VAR Residual Serial Correlation LM Tests
H0: no serial correlation at lag order h
Date: 02/18/13 Time: 14:53
Sample: 2003M01 2012M09
Included observations: 116

Lags	LM-Stat	Prob
1	47.42237	0.0001
2	18.49516	0.2957
3	17.98007	0.3251
4	12.74350	0.6914
5	14.69984	0.5467
6	16.53600	0.4162
7	11.35727	0.7869
8	9.691804	0.8822

Probs from chi-square with 16 df.

VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations
H0: no residual autocorrelations up to lag h
Date: 02/18/13 Time: 14:54
Sample: 2003M01 2012M09
Included observations: 116

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	42.89789	NA*	43.27092	NA*	NA*
2	61.53596	0.0000	62.23597	0.0000	16
3	80.51395	0.0000	81.71780	0.0000	32
4	94.02921	0.0001	95.71575	0.0001	48
5	109.6231	0.0003	112.0121	0.0002	64
6	127.2097	0.0006	130.5580	0.0003	80
7	139.5742	0.0025	143.7165	0.0012	96
8	149.9569	0.0097	154.8683	0.0046	112

*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.
df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

Fonte: Resultados da pesquisa.

Roots of Characteristic Polynomial
Endogenous variables: LOG(CONSUMO) LOG(PC_ETANOL) LOG(PC_GASOLINA) LOG(RENDA)
Exogenous variables: C SEAS1 SEAS2 SEAS3 SEAS4 SEAS5 SEAS6 SEAS7 SEAS8 SEAS9 SEAS10 SEAS11
Lag specification: 1 1
Date: 02/18/13 Time: 14:55

Root	Modulus
0.985846	0.985846
0.938984	0.938984
0.902718 - 0.067811i	0.905261
0.902718 + 0.067811i	0.905261

No root lies outside the unit circle.
VAR satisfies the stability condition.

VAR Residual Heteroskedasticity Tests: Includes Cross Terms
Date: 02/18/13 Time: 14:56
Sample: 2003M01 2012M09
Included observations: 116

Joint test:

Chi-sq	df	Prob.
761.9449	690	0.0293

Individual components:

Dependent	R-squared	F(69,46)	Prob.	Chi-sq(69)	Prob.
res1*res1	0.824852	3.139629	0.0000	95.68278	0.0185
res2*res2	0.774933	2.295410	0.0017	89.89219	0.0464
res3*res3	0.682270	1.431552	0.0985	79.14334	0.1893
res4*res4	0.622188	1.097881	0.3721	72.17384	0.3735
res2*res1	0.752944	2.031777	0.0059	87.34151	0.0672
res3*res1	0.603337	1.014020	0.4866	69.98705	0.4442
res3*res2	0.788097	2.479427	0.0007	91.41925	0.0368
res4*res1	0.623288	1.103030	0.3656	72.30136	0.3695
res4*res2	0.578650	0.915548	0.6350	67.12338	0.5415
res4*res3	0.610275	1.043940	0.4440	70.79186	0.4177

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO F – Modelo com a frota

Vector Error Correction Estimates
Sample (adjusted): 2003M03 2012M09
Included observations: 115 after adjustments
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

Cointegrating Eq:	CointEq1
LOG(CONSUMOSA(-1))	1.000000
LOG(FROTASA(-1))	-0.928933
	(0.45258)
	[-2.05255]
LOG(PC_ETANSA(-1))	4.714298
	(0.61090)
	[7.71696]
LOG(PC_GASOSA(-1))	-2.645219
	(1.32382)
	[-1.99818]
LOG(RENDASA(-1))	-3.455208
	(0.98742)
	[-3.49922]
C	13.32919

Error Correction:	D(LOG(CONSUMOSA))	D(LOG(FROTASA))	D(LOG(PC_ETANSA))	D(LOG(PC_GASOSA))	D(LOG(RENDASA))
CointEq1	-0.039884	0.002169	-0.043476	-0.013695	0.004398
	(0.02987)	(0.01528)	(0.01276)	(0.00343)	(0.00483)
	[-1.33532]	[0.14195]	[-3.40762]	[-3.98990]	[0.91084]
D(LOG(CONSUMOSA(-1)))	-0.200928	0.075696	0.131307	-0.003581	0.005969
	(0.10967)	(0.05610)	(0.04685)	(0.01260)	(0.01773)
	[-1.83204]	[1.34938]	[2.80286]	[-0.28412]	[0.33663]
D(LOG(FROTASA(-1)))	-0.191748	0.010527	-0.031606	-0.007865	-0.056141
	(0.19085)	(0.09762)	(0.08152)	(0.02193)	(0.03086)
	[-1.00469]	[0.10784]	[-0.38770]	[-0.35860]	[-1.81947]
D(LOG(PC_ETANSA(-1)))	-0.824754	0.115468	0.707957	0.100890	0.020514
	(0.32088)	(0.16412)	(0.13706)	(0.03687)	(0.05188)

	[-2.57030]	[0.70354]	[5.16518]	[2.73602]	[0.39544]
D(LOG(PC_GASOSA(-1)))	2.201723	0.066752	-0.886431	0.101486	-0.187684
	(1.01513)	(0.51922)	(0.43361)	(0.11666)	(0.16412)
	[2.16890]	[0.12856]	[-2.04429]	[0.86995]	[-1.14359]
D(LOG(RENDASA(-1)))	0.408483	0.399728	-0.160951	-0.000478	-0.281864
	(0.57588)	(0.29455)	(0.24599)	(0.06618)	(0.09310)
	[0.70931]	[1.35706]	[-0.65430]	[-0.00723]	[-3.02741]
C	0.014122	-0.001235	-0.004088	-0.002301	0.004030
	(0.00994)	(0.00509)	(0.00425)	(0.00114)	(0.00161)
	[1.42019]	[-0.24291]	[-0.96258]	[-2.01401]	[2.50683]
R-squared	0.115924	0.035152	0.247520	0.256082	0.112135
Adj. R-squared	0.066809	-0.018450	0.205716	0.214754	0.062809
Sum sq. resids	1.107259	0.289673	0.202028	0.014623	0.028941
S.E. equation	0.101254	0.051790	0.043251	0.011636	0.016370
F-statistic	2.360240	0.655797	5.920905	6.196227	2.273352
Log likelihood	103.7971	180.8983	201.6182	352.6035	313.3489
Akaike AIC	-1.683428	-3.024318	-3.384665	-6.010496	-5.327807
Schwarz SC	-1.516345	-2.857235	-3.217582	-5.843414	-5.160724
Mean dependent	0.009380	0.000471	-0.002208	-0.002690	0.003516
S.D. dependent	0.104816	0.051318	0.048530	0.013131	0.016910

Determinant resid covariance (dof adj.)	6.66E-16
Determinant resid covariance	4.86E-16
Log likelihood	1211.532
Akaike information criterion	-20.37446
Schwarz criterion	-19.41970

Fonte: Resultados da pesquisa.

ANEXO G – Testes Modelo com a frota

VAR Residual Serial Correlation LM Tests
H0: no serial correlation at lag order h
Date: 02/18/13 Time: 15:24
Sample: 2003M01 2012M09
Included observations: 115

Lags	LM-Stat	Prob
1	284.1402	0.0000
2	173.5553	0.0000
3	89.90736	0.0000
4	64.39830	0.0000
5	60.31737	0.0001
6	55.04189	0.0005
7	42.71392	0.0150
8	37.41686	0.0527

Probs from chi-square with 25 df.

VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations
H0: no residual autocorrelations up to lag h
Date: 02/18/13 Time: 15:25
Sample: 2003M01 2012M09
Included observations: 115

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	204.0711	NA*	205.8612	NA*	NA*
2	316.0046	NA*	319.7758	NA*	NA*
3	393.0299	0.0000	398.8643	0.0000	25
4	452.1119	0.0000	460.0754	0.0000	50
5	508.7124	0.0000	519.2486	0.0000	75
6	560.8120	0.0000	574.2161	0.0000	100
7	602.7623	0.0000	618.8854	0.0000	125
8	638.8614	0.0000	657.6835	0.0000	150

*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.
df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution

Fonte: Resultados da pesquisa.