

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
MESTRADO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO

CÍNTIA LETÍCIA SALLET

**OS BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL E A RELAÇÃO ENTRE  
OS MERCADOS AGRÍCOLAS E DE ENERGIA**

Porto Alegre

2011

CÍNTIA LETÍCIA SALLET

**OS BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL E A RELAÇÃO ENTRE  
OS MERCADOS AGRÍCOLAS E DE ENERGIA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Economia do Desenvolvimento.

Orientador: Augusto Mussi Alvim  
Co-Orientador: João Marcelo Medina Ketzer

Porto Alegre  
2011

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**S168b** Sallet, Cíntia Letícia

Os biocombustíveis no Brasil e a relação entre os mercados agrícolas e de energia. / Cíntia Letícia Sallet. – Porto Alegre, 2011.

80 f.

Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, PUCRS.

Orientação: Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim

Co-Orientação: Prof. Dr. João Marcelo Medina Ketzer.

1. Economia. 2. Integração de Mercados.  
3. Biocombustíveis. 4. Biodiesel. 5. Agroindústria  
(Economia) – Brasil. I. Alvim, Augusto Mussi. II. Ketzer,  
João Marcelo Medina. III. Título.

**CDD 662.8**

**Bibliotecária responsável:**

**Cíntia Borges Greff – CRB 10/1437 – E-mail: norma.abnt@gmail.com**

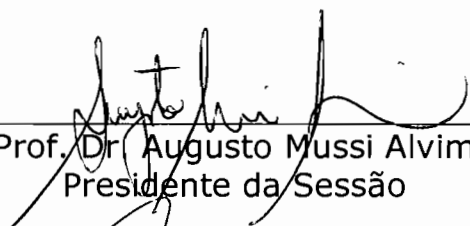
**Cíntia Letícia Sallet**

**“OS BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL E A RELAÇÃO ENTRE OS  
MERCADOS AGRÍCOLAS E DE ENERGIA”**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia, pelo Mestrado em Economia do Desenvolvimento da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

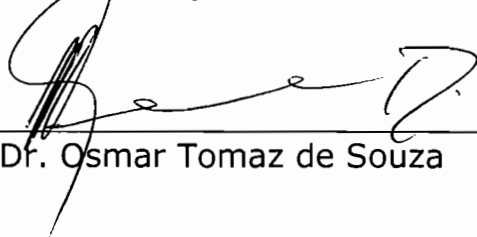
Aprovada em 31 de março de 2011, pela Banca Examinadora.

**BANCA EXAMINADORA:**



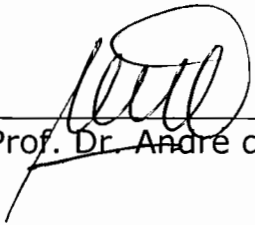
---

Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim  
Presidente da Sessão



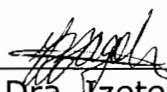
---

Prof. Dr. Osmar Tomaz de Souza



---

Prof. Dr. André da Silva Pereira



---

Profa. Dra. Izete Pengo Bagolin

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho de pesquisa é analisar a evolução dos biocombustíveis no Brasil e verificar a existência de integração entre os mercados agrícolas e de energia no país. Para tanto, está estruturado no formato de dois artigos. O primeiro apresenta informações relativas ao setor de biocombustíveis à luz do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e o segundo, através da análise dos preços agrícolas, dos preços dos combustíveis fósseis e dos preços dos biocombustíveis, verifica a existência de integração entre esses mercados. As conclusões observadas são de que a produção de biocombustíveis no Brasil evoluiu muito nos últimos anos, mas questões relevantes ainda precisam ser revistas, como a utilização de novas matérias-primas, não alimentícias, a redução dos preços e maior inclusão da agricultura familiar. Isto é corroborado pelos resultados obtidos que indicaram uma forte integração entre os mercados de soja, diesel e biodiesel.

**Palavras-chave:** Integração de mercados. Biocombustíveis. Biodiesel.

## **ABSTRACT**

This study analyzes the evolution of biofuels in Brazil and examines the integration between agricultural and energy markets in Brazil. In order to do that, it is organized in two articles. The first one presents information concerning the biofuel sector from the National Program for Production and Use of Biodiesel. The second article, through the analysis of agricultural prices, as well as the prices of fossil fuels and biofuels, verifies the existence of integration between these markets. The conclusions observed are that the production of biofuels in Brazil has developed quite a lot in the last years, but relevant questions must be revised, such as the use of new non-food raw materials, the reduction of prices and greater inclusion of family agriculture. This is corroborated by the results obtained, which showed strong integration between the soya, diesel and biodiesel markets.

**Key words:** Market integration. Biofuels. Biodiesel.

## SUMÁRIO

**RESUMO**

**ABSTRACT**

**APRESENTAÇÃO** ..... 07

**ARTIGO 1 - BIOCOMBUSTÍVEIS: UMA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO  
BIODIESEL NO BRASIL** ..... 08

**RESUMO** ..... 08

**ABSTRACT** ..... 08

**1 INTRODUÇÃO** ..... 09

**2 BIODIESEL** ..... 11

2.1 MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL ..... 13

2.2 MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS ..... 15

2.3 FABRICAÇÃO E PRODUÇÃO DO BIODIESEL ..... 18

2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BIODIESEL ..... 20

**3 A LEGISLAÇÃO E O PNPB** ..... 22

**4 LEILÕES E FORMAÇÃO DO PREÇO** ..... 27

**5 QUESTÕES RELEVANTES** ..... 29

**6 CONCLUSÃO** ..... 30

**REFERÊNCIAS** ..... 32

<b>ANEXOS</b> .....	35
ANEXO A - Principais leis, decretos, portarias, resoluções e instruções normativas que regulamentam o biodiesel.....	36
<b>ARTIGO 2 - A RELAÇÃO ENTRE OS MERCADOS AGRÍCOLAS E DE ENERGIA NO BRASIL</b> .....	39
<b>RESUMO</b> .....	39
<b>ABSTRACT</b> .....	39
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	40
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	41
2.1 INTEGRAÇÃO DE MERCADOS.....	41
2.2 DADOS UTILIZADOS.....	42
2.3 MÉTODO UTILIZADO .....	44
<b>3 RESULTADOS</b> .....	46
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51
<b>ANEXOS</b> .....	54
ANEXO A - Resultados do teste de Dickey Fuller Aumentado (ADF).....	55
ANEXO B - Teste do número de defasagens do modelo Var (Akaike; Schwarz; Hannan-Quinn).....	69
ANEXO C - Resultados do teste de cointegração (Johansen Cointegration Test) para as séries temporais de preços .....	70
ANEXO D - Causalidade de Granger estimada a partir de um VAR.....	78



## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é composto por dois artigos, que apesar de serem independentes, estão ligados ao mesmo tema e são complementares para o entendimento dos objetivos propostos para essa pesquisa e para análise dos resultados obtidos.

O objetivo geral desse trabalho é avaliar o mercado de biocombustíveis brasileiro e as suas inter-relações com os mercados de energia (combustíveis e biocombustíveis) e produtos agrícolas (matérias-primas).

A utilização de biocombustíveis, como fonte de energia limpa e renovável, em substituição aos combustíveis de origem fóssil é cada vez maior no Brasil e no mundo. Essa busca por uma matriz energética mais limpa tem como causas gerais os altos índices de poluição ambiental, o progressivo esgotamento das reservas de energia de fonte mineral, como carvão e petróleo e a tentativa de diminuir a dependência por esses combustíveis.

A corrida por energias alternativas está atrelada ao progresso tecnológico e à busca por novas fontes energéticas, nesse cenário o Brasil investe na produção do biodiesel como fonte de energia renovável e aposta, não como um simples combustível renovável, mas como um indutor de desenvolvimento, promovendo inclusão social, distribuição de renda e diminuindo as desigualdades regionais.

Nesse contexto uma análise da evolução dos biocombustíveis no Brasil é necessária, para entendermos como se estabeleceu e se desenvolveu esse setor. Essa análise será feita no primeiro artigo, com foco na evolução do uso do biodiesel, a partir do lançamento em 2005 do marco regulatório do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Além de apresentar quais as metas e objetivos propostos pelo PNPB, seus resultados e alcance, serão apresentadas informações relevantes sobre a utilização do biodiesel no Brasil durante esses seis anos de PNPB.

No segundo artigo é analisada a integração entre os mercados de combustíveis e de produtos agrícolas, com a intenção de proporcionar um melhor entendimento de como se comportam esses mercados e quanto são influenciados um pelo outro.

Com esses dois trabalhos espera-se demonstrar porque o crescimento na utilização dos biocombustíveis no Brasil é tão vantajoso e importante no cenário atual, e entender melhor como está organizado esse setor e a relação entre os mercados agrícolas e de energia, energia gerada através da produção agrícola de insumos, a partir dos quais são produzidos os biocombustíveis.

## **ARTIGO 1 - BIOCOMBUSTÍVEIS: UMA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO BIODIESEL NO BRASIL**

### **RESUMO**

O objetivo do presente artigo é fazer uma análise da evolução dos biocombustíveis no Brasil, com foco no biodiesel. O artigo está estruturado de forma a apresentar informações relativas ao setor, facilitando o entendimento de como se estabeleceu e se desenvolveu. São apresentados e discutidos os programas e metas estabelecidos pelo governo, a legislação existente, as matérias-primas utilizadas, a sua importância na matriz energética nacional, a sua produção, formação de preço e leilões, além de questões relevantes para a análise dos resultados obtidos a partir do lançamento do marco regulatório. As conclusões observadas são de que o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel pode ser considerado um sucesso do ponto de vista de crescimento do mercado, com a antecipação de metas de mistura, tendo a soja como principal matéria-prima, mas muitas questões ainda precisam evoluir, como o desenvolvimento de novas matérias-primas, de preferência não alimentícias, redução dos preços, aumento de produtividade e maior inserção social em comunidades pobres.

**Palavras-chave:** Biocombustíveis. Biodiesel. Diesel. Matriz energética. Matérias-primas.

### **ABSTRACT**

This article analyzes the evolution of biofuels in Brazil. It presents and discusses the programs and goals established by the government, the current legislation, the raw materials used, their importance in the national energy matrix, their production, pricing and auctions, as well as relevant questions to the analysis of the results obtained after the launch of the regulatory framework. The conclusions observed were that the National Program for Production and Use of Biodiesel can be considered successful in terms of market growth, with the advancement of mixture. However, several issues must be developed, such as the development of new raw materials, preferably non-food ones, price reduction, increase in productivity and greater social inclusion in poor communities.

**Key words:** Biofuels. Biodiesel. Diesel. Energy matrix. Raw materials.

## 1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista o aumento do consumo dos derivados de petróleo, a provável redução das suas reservas e a fragilidade nas relações internacionais envolvendo os principais países produtores de petróleo existe uma preocupação crescente tanto com o aumento e volatilidade dos preços, como com as mudanças climáticas do planeta, provocadas pelo efeito estufa que tem como consequência o aquecimento global.

O Protocolo de Kyoto (1997) estabelece metas para a redução de emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub> - resultante da queima de combustíveis fósseis) na atmosfera, pois o CO<sub>2</sub> é um dos principais gases de efeito estufa (GEE) e uma das maneiras de reduzir sua emissão é mudar a matriz de produção energética, utilizando fontes de energia renováveis, mais eficientes e menos poluentes, já que a redução do consumo seria uma tarefa complexa, que afetaria o estilo de vida da sociedade moderna, seu crescimento e desenvolvimento.

Uma alternativa que surge de maneira satisfatória é a utilização de biocombustíveis, tanto do ponto de vista ambiental, como econômico e social. A conjugação de fatores como o aumento dos preços do petróleo, a poluição ambiental e as alterações climáticas estão impulsionando o uso de biocombustíveis, como uma alternativa de energia renovável e menos poluente capaz de fomentar o desenvolvimento de regiões agrícolas pobres.

Todos os combustíveis produzidos a partir de fontes biológicas renováveis são considerados biocombustíveis, que podem ser produzidos a partir de fontes vegetais, como o milho, soja, mamona, cana-de-açúcar, palma, algodão, lenha, carvão vegetal; de fontes animais, como a gordura; e também de resíduos, como o gás metano de biodigestores, restos de comida, bagaço da cana-de-açúcar, palha de arroz; mas não são limitados a apenas essas fontes.

Em 14 de novembro de 1975, através do Decreto de lei 76.593, foi criado no Brasil o Proálcool, com o objetivo principal de garantir o suprimento de etanol no processo de substituição da gasolina (reduzindo a dependência do petróleo importado), devido aos sucessivos aumentos no preço do petróleo. Para isso o governo incentivou a produção de cana-de-açúcar e subsidiou o preço do álcool, para torná-lo competitivo em relação à gasolina. Além disso, também foram objetivos do Proálcool: desenvolver a indústria da cana-de-açúcar; aumentar o uso de fontes de energia renováveis; gerar empregos e promover a igualdade social (PAULILLO *et al.*, 2007).

O etanol pode ser produzido a partir de diversas fontes vegetais (cana-de-açúcar, milho, batata, trigo, beterraba). O Brasil só produz etanol a partir da cana-de-açúcar, pois é a cultura que oferece mais vantagens energéticas e econômicas (ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2010). Nos Estados Unidos, segundo maior mercado consumidor de álcool, o etanol é produzido a partir do milho, e o governo assegura uma reserva de mercado para os produtores locais (PAULILLO *et al.*, 2007).

Entre suas diversas aplicações, o etanol pode ser usado como combustível, como aditivo para gasolina, como solvente (com diversas aplicações na indústria) e como desinfetante natural na formulação de produtos de limpeza. Existem dois tipos de etanol combustível: o hidratado, consumido em motores desenvolvidos para este fim, e o anidro, que é misturado à gasolina, sem prejuízo para os motores, em proporções variáveis.

Mais de 90% dos automóveis vendidos no Brasil, entre 1983 e 1988, eram movidos a etanol. No fim da década de 80, quando os preços do petróleo começaram a cair, a produção do etanol hidratado diminuiu e no final da década de 90, apenas cerca de 1% dos carros vendidos tinham motores a etanol (ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2010).

Segundo Santos *et al.* (2007), nos anos seguintes a 2000, houve uma série de eventos favoráveis ao retorno do crescimento do setor sucroalcooleiro do Brasil, entre eles: o surgimento dos carros com motor bicombustível (*flex fuel*) em 2003, que permitem a utilização de gasolina ou etanol em qualquer concentração; a preocupação com questões sociais e ambientais; a consolidação da tecnologia brasileira, com investimentos em pesquisa e desenvolvimento, que acarretaram no melhoramento genético e aumentando da produtividade.

A partir de julho de 2007, com a publicação da Portaria nº 143 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, toda gasolina vendida no Brasil passou a conter 25% de etanol combustível anidro. Em 2009, o consumo deste biocombustível ultrapassou o da gasolina (ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2010).

De acordo com Santos, Santos e Vidal (2006), em média 55% da cana-de-açúcar produzida no Brasil é destinada à produção de álcool e 45% à produção de açúcar, sendo que a maioria das unidades fabrica açúcar e etanol, podendo direcionar a produção de acordo com as melhores condições de mercado.

Ao longo dessas três décadas o Brasil conseguiu desenvolver a produção e indústria do álcool de maneira competitiva no mercado mundial, prova disso são os números expressivos da produção e consumo dentro do país e também na exportação do combustível, que no ano

de 2009 foi de 3,3 milhões de m<sup>3</sup>, tendo como principais destinos a região Ásia-Pacífico (31,1%) e o continente europeu (28,2%), (ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2010).

Já a produção de biodiesel no Brasil tem uma história mais recente e passa por um momento importante de definições e superação de desafios. Se comparadas, a produção de etanol e biodiesel no Brasil percebe-se que o etanol possui uma tecnologia consolidada em relação ao biodiesel, que é incipiente.

Dessa maneira, o foco deste trabalho é analisar como está estruturada a produção de biodiesel hoje no Brasil, após seis anos da criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, quais suas perspectivas futuras e os principais desafios para garantir um crescimento sustentável do setor.

Para tanto, a metodologia adotada foi de revisão da bibliografia existente sobre o assunto, envolvendo a pesquisa em livros, artigos, teses, na legislação existente, no site da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) que é a agência reguladora do setor, em sites governamentais, como o do Ministério de Minas e Energia, sites de associações e empresas produtoras.

## **2 BIODIESEL**

A Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira e atribuiu à ANP, que então passou a se chamar Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, a função de regular e fiscalizar as atividades relativas à produção, controle de qualidade, distribuição, revenda e comercialização do biodiesel e da mistura óleo diesel-biodiesel.

É adotada mundialmente uma nomenclatura para identificar a concentração de biodiesel na mistura ao óleo diesel. É o biodiesel BXX, onde XX é a percentagem em volume de biodiesel adicionada à mistura. Por exemplo, o B2, B5, B20 e B100 são combustíveis com uma concentração de 2%, 5%, 20% e 100% de biodiesel, respectivamente.

O governo federal com o objetivo de promover a utilização de um combustível menos poluente e renovável, promover o desenvolvimento regional (reduzindo desigualdades), gerar mais empregos e renda no campo e diminuir a importação de óleo diesel, passou a considerar o desenvolvimento do biodiesel como uma questão estratégica para o Brasil.

A ANP editou normas de especificação do biodiesel e da mistura óleo diesel-biodiesel, da seguinte maneira: nos anos de 2006 e 2007, a mistura de biodiesel ao diesel era opcional, num percentual de 2%.

A partir de 2008, a mistura de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel passou a ser obrigatória. Entre janeiro e junho de 2008, a mistura de biodiesel puro (B100) ao óleo diesel foi de 2%, entre julho de 2008 e junho de 2009 foi de 3% e entre julho e dezembro de 2009 foi de 4%.

A partir de 01/01/2010, o biodiesel passou a ser adicionado ao óleo diesel na proporção de 5% em volume, conforme Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) nº 6 de 16/09/2009, com exceção para o óleo diesel de uso aquaviário que só deverá conter biodiesel a partir de 01/01/2011.

Embora inicialmente a mistura a 5% (B5) estivesse prevista para vigorar somente em 2013, durante o ano de 2009 esse prazo foi revisto e a meta de B5 foi antecipada a partir de janeiro de 2010.

Segundo a Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) nº 6 de 16/09/2009, os prazos para atendimento do percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel, podem ser reduzidos pelo CNPE, pois a expansão da participação do biodiesel na matriz energética nacional é, em bases econômicas, sociais e ambientais, um objetivo da Política Energética Nacional.

As justificativas para a antecipação do B5, de acordo com a Resolução (CNPE) nº 6 de 16/09/2009, são de que com uma maior utilização de biodiesel teremos: aumento no valor agregado das matérias-primas oleaginosas de origem nacional; desenvolvimento da indústria nacional de bens e serviços; ampliação da geração de emprego e renda, com enfoque na agricultura familiar; redução das emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa; redução da importação de diesel derivado de petróleo. Além da capacidade de produção de biodiesel instalada no País ser suficiente para atender à elevação do percentual de adição de 4% para 5%.

O biodiesel pode ser produzido a partir de óleos vegetais, extraídos de plantas oleaginosas, ou de gordura animal (principalmente sebo bovino) e é utilizado em motores de carros, ônibus e caminhões. Atualmente é vendido nos postos brasileiros misturado ao óleo diesel fóssil numa mistura de 5% de biodiesel e 95% de óleo diesel (B5). O biodiesel só pode ser usado em motores a diesel, portanto este combustível é um substituto do óleo diesel fóssil.

Uma das principais incumbências da ANP é fiscalizar a qualidade do biodiesel produzido e realizar periodicamente os leilões de compra e venda de biodiesel. A adoção de leilões foi inicialmente prevista para o período em que a mistura de biodiesel no diesel não era

obrigatória (entre 2005 e 2007), mas com o intuito de preservar a participação da agricultura familiar no fornecimento de matérias-primas, o governo acabou mantendo a sistemática de leilões no período de mistura obrigatória, não permitindo a negociação direta entre produtores e distribuidores ou refinarias, como no mercado de etanol.

O B100, que é o biodiesel puro, já é utilizado em diversas cidades no mundo, e no Brasil já existem testes com o B100 em ônibus na Universidade de São Paulo e no transporte coletivo de Curitiba e do Rio de Janeiro. O Art. 6º, inciso XXIV da Lei nº 11.097/2005 define o biodiesel da seguinte maneira:

Biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil.

O *European Biodiesel Board* define biodiesel como um combustível renovável produzido a partir de óleos vegetais, tais como a soja, canola, girassol, e também da reutilização de óleos de frituras ou de gordura animal.

Knothe *et al.* (2006) definiu biodiesel como produto derivado a partir de muitas matérias-primas distintas, entre elas, óleos vegetais, gorduras animais, óleos usados em frituras e matérias graxas de alta acidez. Fatores como a geografia, o clima e a economia determinam quais matérias-primas apresentam maior interesse e melhor potencial para emprego como biodiesel. Nos Estados Unidos o óleo de soja é a principal matéria-prima, na Europa é o óleo de colza (canola) e o óleo de palma é muito utilizado em países tropicais.

## 2.1 MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

O uso de energias limpas é bem significativo no Brasil, conforme pode ser observado na Figura 1, que ilustra a Oferta Interna de Energia no Brasil (OIE)<sup>1</sup>. Essa figura revela o quanto diversificado é o Brasil, quanto à disponibilidade de energia limpa ou renovável. A

---

<sup>1</sup> A Oferta Interna de Energia (OIE) é a soma do consumo final de energia, das perdas na distribuição e armazenagem e das perdas nos processos de transformação, ou seja, é a demanda total de energia, também chamada de Matriz Energética.

maior parte (45,4%) da energia gerada no Brasil provém de recursos renováveis de biomassa (31,3%) e das usinas hidroelétricas (14,1%).

Os recursos de biomassa são compostos por produtos da cana-de-açúcar (17,4%), lenha e carvão vegetal (10,0%) e outras fontes renováveis (3,9%).

A segunda maior fonte de energia é de origem fóssil (37,5%), representada pelo petróleo e seus derivados. Gás natural (10,3%), carvão mineral (5,3%) e urânio (1,4%) representam a menor parte da geração nacional de energia.

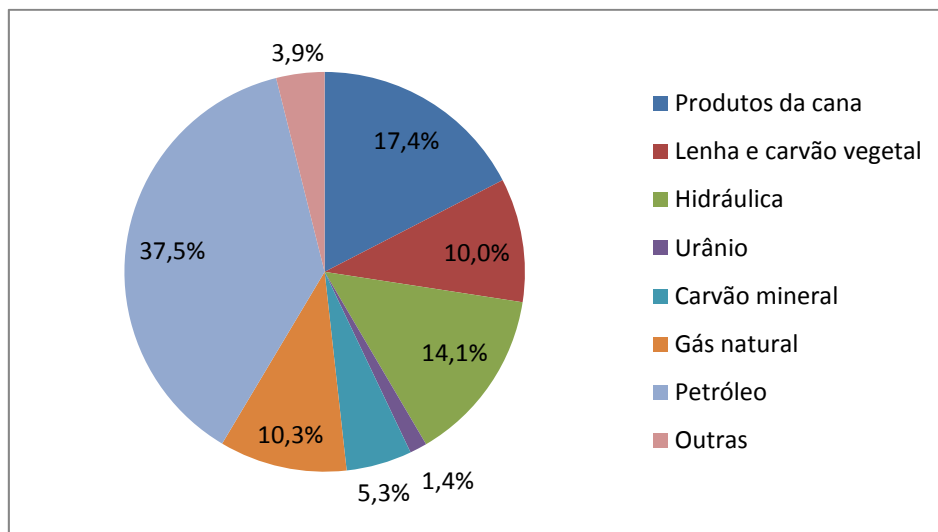


Figura 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil – 2010.

Fonte: Ministério de Minas e Energia. Boletim Mensal de Energia, dez. 2010.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia para o ano de 2009, o Brasil já possuía vantagens na produção de energias renováveis, com mais de 40% da matriz energética brasileira, contra apenas 7,2% nos países da OECD<sup>2</sup> e de 12,7% na média mundial. A expressiva participação da energia hidráulica e o uso representativo de biomassa proporcionam essa vantagem.

O uso de biocombustíveis tem aumentado no Brasil ao longo dos últimos anos e sua participação na matriz energética nacional deverá ser ainda maior de acordo com projeções do Ministério de Minas e Energia.

<sup>2</sup> Organisation de Coopération et de Développement Économiques, formada por 30 países: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Coreia do Sul, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Eslovaca, República Tcheca, Suíça, Suécia e Turquia.



O etanol e o biodiesel são os principais tipos de biocombustíveis produzidos e utilizados no setor de transportes brasileiro. De 2007 para 2008, a participação da bioenergia (etanol e biodiesel) na matriz energética de transportes brasileira passou de 15% para 18% e segundo o Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, do Ministério de Minas e Energia (Maio de 2010) já é de 20,5% (Tabela 1).

Tabela 1 - Matriz Energética do Setor de Transportes

Total Transporte	mil tep <sup>3</sup>	%
Diesel fóssil.....	29.297	46,7
Biodiesel.....	1.072	1,7
Gasolina .....	14.720	23,5
Etanol .....	11.792	18,8
Querosene.....	2.828	4,5
Gás Natural .....	1.853	3,0
Eletricidade .....	137	0,2
Outros.....	986	1,6
Total .....	62.685	100

Fonte: Ministério de Minas e Energia. Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, maio 2010.

Como pode ser observado na Tabela 1, destaca-se o consumo de energias renováveis no setor de transportes brasileiro, o etanol com 18,8% e o biodiesel com 1,7%.

Isto torna o Brasil um dos países com maior presença de fontes renováveis de energia na matriz de transportes, quando comparado aos países da OECD com apenas 1,9% e demais países com 0,2%.

## 2.2 MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS

Segundo Ramos *et al.* (2003), entre várias fontes disponíveis para a geração de energias renováveis, os óleos vegetais se destacam não só pela adequação das suas propriedades, mas

<sup>3</sup> Tonelada equivalente de petróleo é uma unidade de energia, definida como o calor liberado na combustão de uma tonelada de petróleo cru.

também por representarem forte apoio à agricultura familiar, criando melhores condições de vida (infraestrutura) em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas a problemas econômicos e socioambientais de difícil solução.

Segundo Câmara (2006), existem muitas matérias-primas potenciais no Brasil que podem ser usadas na produção do biodiesel, e podem ser divididas por classes de fontes renováveis:

- a) Óleos vegetais: líquidos à temperatura ambiente, como os óleos de soja, algodão, amendoim, babaçu, canola, dendê, girassol, mamona;
- b) Gorduras animais: pastosas ou sólidas à temperatura ambiente, como o sebo bovino, óleo de peixe, banha de porco, óleo de mocotó;
- c) Óleos e gorduras residuais: matérias-primas relacionadas ao meio urbano, como óleos residuais originários de cozinhas domésticas e industriais (óleo de fritura); gordura sobrenadante (escuma) de esgoto; óleos residuais de processamentos industriais.

Devido a sua vasta extensão territorial, o Brasil apresenta uma grande diversidade de matérias-primas de origem vegetal para a produção de biodiesel. Porém, a viabilidade de cada matéria-prima dependerá de suas propriedades técnicas, sua competitividade econômica e seus benefícios socioambientais, contemplando aspectos como: teor de óleo; produtividade agrícola (produção por unidade de área); equilíbrio agronômico; diferentes sistemas de produção; ciclo cultural (sazonalidade); adaptação regional; e impacto socioambiental de seu desenvolvimento. A análise desses aspectos é de extrema importância para definir estratégias de produção e exploração do potencial energético dos recursos naturais disponíveis de forma sustentável e eficiente (Ramos, 1999 e 2003).

Como podemos observar no Quadro 1, cada região do país possui diversas opções de matérias-primas para produção de biodiesel.

Região	Óleos Vegetais Disponíveis
Norte	Dendê, babaçu e soja.
Nordeste	Babaçu, soja, mamona, dendê, algodão e coco.
Centro-oeste	Soja, mamona, algodão, girassol, dendê e gordura animal.
Sudeste	Soja, mamona, algodão e girassol.
Sul	Soja, milho, colza (canola), girassol e algodão.

Quadro 1 - Plantas Oleaginosas Disponíveis no Território Nacional para Produção de Biodiesel

Fonte: Parente (2003).

Quanto aos estudos desenvolvidos para utilização na produção nacional de biodiesel, as espécies de plantas oleaginosas mais pesquisadas são: a soja, o girassol, a mamona, o milho, o pinhão-manso, o caroço de algodão, a canola, o babaçu, o buriti, o dendê e o amendoim (PARENTE, 2003, RAMOS *et al.*, 2003).

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), de novembro de 2010, o Brasil já é o terceiro maior produtor mundial de biodiesel, produzindo 2,2 milhões de toneladas, perdendo apenas para a Alemanha (2,5 milhões) e para a França (2,3 milhões de toneladas). Também de acordo com a ABIOVE a soja é a principal cultura agrícola do Brasil, em volume de produção e geração de renda.

Segundo a ANP, a principal matéria prima utilizada para a produção de biodiesel no Brasil é o óleo de soja, que contribui com 81,36% da produção, em segundo lugar está a gordura bovina com 13,36%, em terceiro o óleo de algodão com 4,11% e o restante é composto por outros materiais graxos (0,56%), óleo de fritura usado (0,19%), gordura de porco (0,18%), óleo de palma (0,10%), gordura de frango (0,09%) e óleo de girassol (0,05%), tendo como referência informações do mês de setembro 2010.

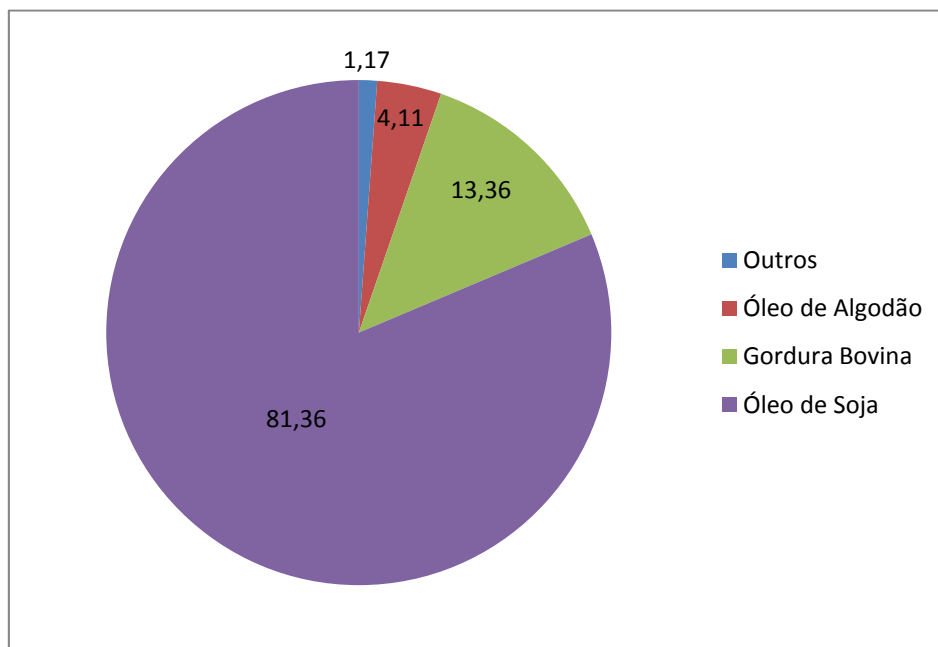


Figura 2 - Principais Matérias-Primas Empregadas na Produção de Biodiesel no Brasil.

Fonte: ANP, Boletim Mensal de Biodiesel - Outubro de 2010.

O óleo de soja surgiu como um subproduto do processamento do farelo de soja e, atualmente, tornou-se um dos líderes mundiais no mercado de óleos vegetais. Pela importância que o agronegócio da soja representa para o mercado brasileiro, é relativamente fácil identificar que essa oleaginosa detém o maior potencial para servir como paradigma no desenvolvimento de um programa nacional de biodiesel.

Várias outras oleaginosas, em fase de avaliação e desenvolvimento de suas cadeias produtivas, podem ser empregadas para a produção de biodiesel. Muitas já tiveram suas propriedades técnicas, sua competitividade econômica e seus benefícios socioambientais atestados, restando a implementação de projetos de ampliação de escala e a condução de estudos agronômicos mais aprofundados que venham a garantir sua disponibilidade nos momentos de maior demanda (HEIFFIG; CÂMARA, 2006).

Portanto, a cultura da soja tem sido, até o momento, o sustentáculo de boa parte da produção nacional de biodiesel, justamente pelo fato desse importante agronegócio apresentar a escala necessária para atender as metas definidas no PNPB com preços competitivos.

### 2.3 FABRICAÇÃO E PRODUÇÃO DO BIODIESEL

É importante destacar que a gordura animal e o óleo vegetal *in natura*, principais matérias-primas para a produção de biodiesel, são bem diferentes do biodiesel misturado ao diesel mineral, que deve atender o regulamento estabelecido pela Resolução ANP nº 07/2008, que estipula as normas e especificações do biodiesel, com objetivo de proteger os consumidores e garantir a qualidade durante o processo de produção industrial.

A Resolução ANP nº 07/2008 aplica-se ao biodiesel, de origem nacional ou importada, a ser comercializado em território nacional adicionado na proporção prevista na legislação aplicável ao óleo diesel. Para determinação das características do biodiesel são utilizadas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), normas internacionais da "American Society for Testing and Materials" (ASTM), da "International Organization for Standardization" (ISO) e do "Comité Européen de Normalisation" (CEN).

O biodiesel é fabricado através de um processo químico chamado transesterificação onde a glicerina é separada da gordura animal ou do óleo vegetal. O processo gera dois produtos, ésteres (nome químico do biodiesel) e glicerina (produto valorizado no mercado de sabões).

Para se produzir biodiesel, o óleo vegetal ou gordura animal é misturado com álcool (metanol ou etanol) e depois estimulado por um catalisador. O catalisador é um produto usado para provocar uma reação química entre o óleo e o álcool. Depois o óleo é separado da glicerina e filtrado.

A utilização de metanol é mais comum na produção de biodiesel, resultando em biodiesel de ésteres metila (éster metila de ácido graxo, em inglês *Fatty Acid Methyl Ester* - FAME), por ser o álcool mais barato disponível, embora o etanol possa ser usado para produzir ésteres etílicos (éster etila de ácido graxo, *Fatty Acid Ethyl Ester* - FAEE).

Por ser produzido através de um processo químico que remove a glicerina do óleo, o biodiesel não contém petróleo, mas pode ser adicionado a ele, formando uma mistura que pode ser usada em motores de ignição a compressão (diesel) sem necessidade de modificação. O biodiesel é simples de ser usado, biodegradável, não tóxico e essencialmente livre de compostos sulfurados e aromáticos.

Segundo Saad *et al.* (2006), ésteres de ácidos graxos podem ser produzidos a partir de qualquer tipo de óleo vegetal, porém, nem todo óleo vegetal pode ou deve ser utilizado como matéria-prima para a produção de biodiesel. Pois alguns óleos vegetais apresentam propriedades inadequadas que podem ser transferidas para o biocombustível, tornando-o inadequado para uso direto em motores do ciclo diesel. Por exemplo: o alto índice de iodo, que torna o biodiesel mais susceptível à oxidação e inadequado para uso direto em motores do ciclo diesel; viscosidades muito altas são tecnicamente indesejáveis, como o óleo de mamona que é muito viscoso, produzindo ésteres de viscosidade superior aos limites estabelecidos pela especificação do motor.

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, e em 2009 foi o quarto maior produtor mundial, segundo dados da ANP.

Na Figura 3 abaixo pode-se observar a evolução na produção mensal nacional de biodiesel puro.

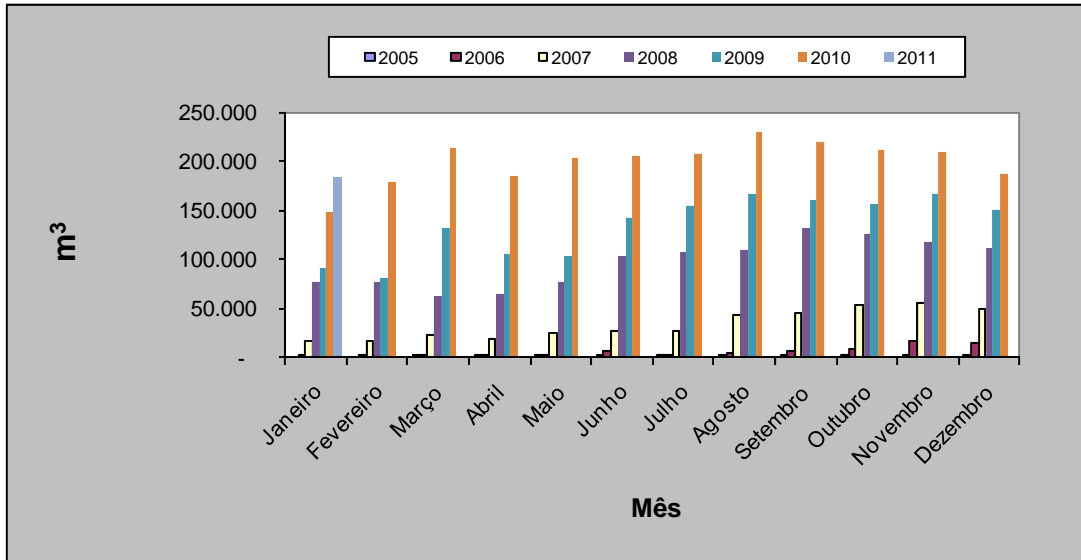


Figura 3 - Produção Mensal de Biodiesel no Brasil.

Fonte: ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Produção de Biodiesel - metros cúbicos. Acesso em: 23 mar. 2011.

No cenário nacional os estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia se destacam na produção de biodiesel.

#### 2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BIODIESEL

As misturas em proporções volumétricas entre 5% e 20% são as mais usuais, sendo que para a mistura B5, não é necessária nenhuma adaptação dos motores, pois o biodiesel é perfeitamente miscível e física e quimicamente semelhante ao óleo diesel mineral, podendo ser usado em motores do ciclo diesel sem a necessidade de adaptações significativas e onerosas.

Por ser biodegradável, não tóxico e praticamente livre de enxofre e aromáticos, é considerado um combustível ecológico, menos poluente, e o seu uso quando comparado com a queima do diesel mineral em motores diesel convencionais resulta numa redução substancial da emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e matéria particulada.

Países como a Alemanha, França e Estados Unidos já possuem programas bem estruturados para a produção e uso de biodiesel. O programa brasileiro foi aprovado somente em 2004.

Por ser um processo em desenvolvimento, existem muitos debates em torno da ampliação na utilização do biodiesel como combustível, vários estudos estão sendo desenvolvidos sobre o tema apontando vantagens, desvantagens, contradições e os caminhos a serem seguidos para aprimorar e desenvolver o setor e atender as metas propostas pelo PNPB.

Nesse contexto as principais vantagens na utilização do biodiesel são:

- a) Trata-se de uma fonte de energia renovável, ao contrário dos combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural) e, devido a grande extensão territorial do Brasil, com solos aptos, clima e topografia favoráveis para o plantio de diversas culturas pode-se produzir uma enorme variedade de plantas oleaginosas como fonte de matéria-prima para o biodiesel;
- b) Sua utilização em substituição aos combustíveis derivados de petróleo (gasolina e diesel) reduz de maneira significativa a emissão de gases poluentes, como monóxido de carbono, hidrocarbonetos, material particulado e enxofre (os óleos vegetais e as gorduras animais não possuem enxofre, ao contrário do diesel mineral) colaborando com a diminuição da poluição atmosférica;
- c) Possui alto ponto de fulgor, favorecendo manuseio e armazenamento mais seguros;
- d) Apresenta excelente lubricidade, fato que vem ganhando importância com o advento do petrodiesel de baixo teor de enxofre, cuja lubricidade é parcialmente perdida durante o processo de produção;
- e) Contribui para a geração de empregos no setor primário, diminuindo o êxodo do trabalhador do campo, e favorecendo o ciclo da economia autossustentável;
- f) Com a elevação dos preços do petróleo, é uma oportunidade para reduzir a dependência por seus derivados;
- g) Usado em um percentual de até 20% não demanda modificação nos motores do tipo ciclo diesel.

Quanto às desvantagens na utilização do biodiesel as principais são:

- a) O possível aumento dos preços dos alimentos, ocasionado pelo aumento da demanda por matéria-prima para a produção de biodiesel, já que muitas das oleaginosas utilizadas são fontes de alimento. Já existem estudos para a utilização de algas marinhas na produção de biodiesel, preservando as áreas agrícolas e a água doce para a produção de alimentos;
- b) Pressão pela incorporação de novas áreas agrícolas aumentando o desmatamento de florestas. O que poderia ser controlado pelo Governo, através do controle rigoroso do zoneamento agro-ecológico;

- c) Geração de grande quantidade de glicerina, subproduto da produção do biodiesel (entre 5% e 10% do produto bruto), sem garantias de absorção deste volume de subproduto pelo mercado;
- d) A produção intensiva da matéria-prima, que pode levar a um esgotamento das capacidades do solo, aumentando o risco da erradicação de espécies e o possível aparecimento de novos parasitas.

### **3 A LEGISLAÇÃO E O PNPB**

Motivado pela a crise mundial do petróleo na década de 70, o governo brasileiro desenvolveu o Programa Nacional do Álcool Combustível – Pró-Álcool, utilizando a cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de álcool combustível, com o objetivo de reduzir a dependência externa por petróleo e desenvolver o setor sucroalcooleiro do país. Atualmente o setor apresenta-se desenvolvido e bem sucedido.

Concomitantemente ao Pró-Álcool cogitou-se o desenvolvimento de um programa para produção de outro combustível de origem renovável, porém a base de matérias-primas oleaginosas, com o intuito de substituir parcialmente o diesel derivado do petróleo, na época o programa foi chamado de “Pró Óleo” ou “Pró-Diesel” (CÂMARA, 2006).

Foram desenvolvidas pesquisas sobre o biodiesel, e o Brasil foi um dos pioneiros ao registrar a primeira patente sobre o processo de produção em 1980 (PNPB, Portal do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel). Entretanto o programa permaneceu por muitos anos apenas como uma ideia para o futuro. Com o atual cenário de crise energética mundial, a ideia foi retomada, através do lançamento pelo Governo Federal do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

Um Grupo de Trabalho Interministerial foi criado em julho de 2003 com o objetivo de estudar a viabilidade da utilização do biodiesel como fonte de energia alternativa. O resultado foi a elaboração de um relatório que serviu para ajudar o Governo a estabelecer o PNPB como ação estratégica e prioritária para o Brasil.

Em março de 2004 foi aprovado o plano de trabalho que norteia as ações do PNPB, e durante o ano foram desenvolvidas ações que culminaram no seu lançamento oficial em 06 de dezembro de 2004 pelo Presidente da República Luiz Inácio Lula da Silva. Na ocasião foi lançado o Marco Regulatório e em 13 de janeiro de 2005 foi publicada a Lei nº 11.097 que



estabelece as condições legais para a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira de combustíveis líquidos, altera Leis afins e dá outras providências.

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel é um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, da produção e uso do biodiesel no Brasil, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, através da geração de emprego e renda.

Através do PNPB, o governo organizou a cadeia produtiva, definiu as linhas de financiamento, estruturou a base tecnológica e em termos do marco regulatório do novo combustível o Governo Federal definiu como prioridade a ampliação da produção e consumo em escala comercial e de forma sustentável, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, através da diversificação das matérias-primas e das regiões produtoras, visando gerar emprego e renda (PNPB, Portal do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel).

As principais diretrizes do PNPB são:

- a) Implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social;
- b) Garantir preços competitivos, qualidade e suprimento;
- c) Produzir biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas.

As principais leis, decretos, portarias, resoluções e instruções normativas que regulamentam o biodiesel são apresentadas no Anexo A.

O Governo Federal também lançou em 2006 o PNA - Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011, com o propósito de:

Estabelecer marco e rumo para as ações públicas e privadas de geração de conhecimento e de tecnologias que contribuam para a produção sustentável da agricultura de energia e para o uso racional dessa energia renovável. Tem por meta tornar competitivo o agronegócio brasileiro e dar suporte a determinadas políticas públicas, como a inclusão social, a regionalização do desenvolvimento e a sustentabilidade ambiental.

Para alcançar esse objetivo geral o PNA propõe atingir os seguintes objetivos específicos:

- a) Promover o aumento da participação de energias renováveis no Balanço Energético Nacional (BEN);
- b) Assegurar interiorização e a regionalização do desenvolvimento, baseados na expansão da agricultura de energia e na agregação de valor nas cadeias produtivas a ela ligadas;

- c) Expandir a geração de emprego e renda no âmbito do agronegócio, com mais participação dos pequenos produtores;
- d) Contribuir com o compromisso brasileiro no Protocolo de Kyoto e buscar o aproveitamento de oportunidades que o acordo favoreça para a captação de recursos de crédito de carbono;
- e) Garantir a liderança setorial do Brasil no mercado internacional de biocombustíveis;
- f) Otimizar o aproveitamento de áreas antropizadas (resultantes da ação humana sobre a vegetação natural), maximizando a sustentabilidade dos sistemas produtivos, desestimulando a expansão injustificada da fronteira agrícola e o avanço rumo a sistemas sensíveis ou protegidos. Desenvolver soluções que integrem a geração de agroenergia à eliminação de perigos sanitários ao agronegócio.

Para alcançar os objetivos definidos no PNPB e no PNA se faz necessário o trabalho de equipes técnicas multidisciplinares. Dessa forma, do ponto de vista institucional, o PNPB tem como núcleo deliberativo uma Comissão Executiva Interministerial (CEIB), coordenada pela Casa Civil da Presidência da República, que é integrada por um representante dos seguintes órgãos: Casa Civil da Presidência da República; Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica da Presidência da República; Ministério da Fazenda; Ministério dos Transportes; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério do Trabalho e Emprego; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Ministério de Minas e Energia; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Desenvolvimento Agrário; Ministério da Integração Nacional; Ministério das Cidades; e Ministério do Desenvolvimento Social.

Compete à CEIB elaborar, implementar e monitorar o PNPB, propor atos normativos, recomendações e ações, analisar e avaliar diretrizes e políticas públicas e um Grupo Gestor, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia tem a função de executar as ações relativas à gestão operacional e administrativa voltadas para o cumprimento das estratégias e diretrizes estabelecidas pela CEIB.

O Grupo Gestor é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, e é integrado por um representante de cada órgão e entidade, como segue: Ministério das Minas e Energia; Casa Civil da Presidência da República; Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério do Desenvolvimento Agrário; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério da Fazenda; Ministério do Meio

Ambiente; Ministério da Integração Nacional; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES; Agência Nacional do Petróleo - ANP; Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa; e Ministério do Desenvolvimento Social.

Afora este núcleo governamental, há ainda a participação de um número crescente de institutos de pesquisa, públicos e privados e fundações de apoio à pesquisa, em estudos e projetos ligados ao PNPB, como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Atores como a União Brasileira dos Produtores de Biocombustíveis (Ubrabio), a Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG), a Associação Brasileira dos Produtores de Óleo Vegetal (Abiove), fabricantes de equipamentos, e distribuidores de combustíveis, somam-se aos órgãos públicos responsáveis pelo PNPB.

O envolvimento de instituições estatais e de diversos atores da cadeia produtiva, como sindicatos, instituições de pesquisa e empresários promovem a consolidação do setor de biodiesel no Brasil, o que é visto como um fator positivo, se comparado a outros países (ABRAMOVAY; MAGALHÃES, 2007).

A Resolução ANP nº 41/2004 define como produtor de biodiesel empresa, cooperativa ou consórcio de empresas autorizado pela ANP a exercer a atividade de produção de biodiesel para comercialização com terceiros ou para consumo próprio, desde que atenda aos requisitos de qualidade de produtos especificados nas Resoluções ANP, comercialize o produto acompanhado de Certificado de Qualidade de acordo com a especificação brasileira para biodiesel, elaborado em laboratório próprio ou terceirizado, envie mensalmente a ANP informações sobre a movimentação de matérias-primas e de produtos.

Desde sua criação, o PNPB foi concebido trazendo como principais diretrizes a promoção da inclusão social e a redução das disparidades regionais. Com o objetivo de garantir espaço para a agricultura familiar, e assegurar a promoção da inclusão social, o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) estabeleceu os critérios e procedimentos relativos à obtenção, manutenção, renovação, suspensão e cancelamento da concessão e uso de uma certificação, o “Selo Combustível Social”.

Criado através da Instrução Normativa nº 1, de 5 de julho de 2007, o Selo Combustível Social diferencia as empresas de produção de biodiesel que apóiam a agricultura familiar, entre os critérios para obtenção e manutenção do Selo está a obrigatoriedade de compra de percentuais mínimos de matérias-primas de agricultores familiares enquadrados nos critérios do PRONAF (O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar).

O Selo é concedido aos produtores que comprarem matéria-prima da agricultura familiar em percentual mínimo de 15%, para as aquisições provenientes das regiões Norte e Centro-Oeste, e 30% para as aquisições provenientes das regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Semiárido. As indústrias com o Selo têm as alíquotas de PIS/PASEP e COFINS reduzidas e acesso a melhores condições de financiamento público junto ao BNDES e instituições financeiras credenciadas (Banco da Amazônia, Banco do Nordeste do Brasil e Banco do Brasil), além de permissão para usar o Selo com fins de promoção comercial de sua empresa.

Outra exigência é que sejam feitos contratos entre as indústrias e os agricultores familiares, estipulando prazos, valores de compra, critérios de reajuste de preços e condições de entrega da matéria-prima. Os contratos devem ser negociados com pelo menos um representante dos agricultores familiares (entidades sindicais ou outras instituições credenciadas pelo MDA) e as indústrias devem assegurar assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares.

Ao contrário do Proálcool, o PNPB desde a sua formulação inicial tem a preocupação central de aliar a renovação da matriz energética à inclusão social e à redução das disparidades regionais.

Segundo Abramovay e Magalhães (2007) é a primeira vez que o Governo cria condições para que uma parte da oferta de matéria-prima de uma determinada indústria seja proveniente de unidades produtivas que, sem esta intervenção, dificilmente teriam participação no mercado, pois seria muito complicado para a agricultura familiar ter acesso à cadeia produtiva do biodiesel em condições normais de competição, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do país. E a exigência da formalização e da negociação de contratos entre as indústrias e os agricultores familiares (representados pelas organizações sindicais), com a mediação do MDA, representa uma importante inovação, uma nova forma de inserção dos agricultores familiares na cadeia produtiva.

De maneira geral, o Selo Social tenta evitar que o mercado de biodiesel seja dominado por apenas um produto (por exemplo, a soja) e, conseqüentemente, pelas regiões que tradicionalmente são grandes produtoras, sendo assim, além de oferecer aos agricultores familiares novas oportunidades de acesso a mercados, a legislação do PNPB, prioriza as regiões mais carentes do país, que concentram os segmentos mais pobres da agricultura familiar brasileira, especialmente aqueles que habitam no Semiárido (CARVALHO; POTENGY; KATO, 2007).

## 4 LEILÕES E FORMAÇÃO DO PREÇO

A ANP realiza, desde 2005, os leilões de biodiesel, onde refinarias compram o biodiesel para misturá-lo ao diesel derivado do petróleo. O objetivo inicial dos leilões foi gerar mercado e, desse modo, estimular a produção de biodiesel em quantidade suficiente para que refinarias e distribuidores pudessem compor a mistura (BX) determinada por lei.

Os leilões continuam sendo realizados para assegurar que todo o óleo diesel comercializado no país contenha o percentual de biodiesel determinado em lei.

No sistema de leilões e releilões o produtor de biodiesel vende para a Petrobrás (leilão), que vende para os distribuidores (releilão) que, depois diluem o biodiesel em B5 e levam até os postos de combustível. O principal ponto positivo deste sistema está na padronização, garantia de qualidade e fiscalização das misturas.

Pode ser uma ameaça para alguns produtores já instalados, se o governo permitir a negociação direta entre produtores e distribuidoras, como acontece com o etanol. Os produtores distantes dos centros consumidores estariam estrategicamente mal posicionados, caso o sistema de leilões fosse abandonado.

A metodologia de formação do preço do biodiesel por parte do governo é cercada de cuidados para propiciar que as usinas competidoras não consigam pré-determinar o limite imposto no leilão. Dessa forma, o governo obriga todos os competidores a melhorar suas condições competitivas. Por outro lado, as usinas não apresentam o custo real do biodiesel e, por conseguinte, sua margem de lucro, o que permite que reduções nos custos de produção nas usinas melhore sua competitividade. Essa incerteza faz com que o leilão seja menos previsível e quem sai ganhando é o consumidor, já que receberá o combustível por um preço mais baixo.

Alguns aspectos da formação dos preços por parte do governo podem ser discutidos, como a importância da soja e do álcool e os custos relativos ao processo de produção. O resultado dessa interação será um preço de referência, que é a estratégia de controle do governo para manter limites ao preço máximo aceitável para o consumidor.

O custo da matéria-prima sempre será o principal componente da formulação do preço do biodiesel, pois, na maior parte dos casos, o óleo ou a gordura utilizados respondem por um percentual de 80 a 85% do preço final do combustível (MENDES; COSTA, 2010).

Como matéria-prima, a soja tem importância muito grande na constituição dos preços, já que 81,36% do biodiesel produzido tem origem nessa oleaginosa (ANP, Boletim Mensal de

Biodiesel - Outubro de 2010). Esse predomínio, aliado ao fato de se constituir em um produto extremamente relevante no mercado brasileiro, torna a soja a matéria-prima de referência, tanto pelo valor em grão, como pelo preço do óleo, como pode ser observado na Figura 4. Cabe ainda o destaque de que a soja, pela sua importância no cenário mundial, influencia os preços dos outros óleos.



Figura 4 - Preço do Leilão x Preço do Óleo de Soja

Fonte: Revista Biodieselbr (ago./set. 2010)

A soja tem maior valor do que a maioria dos outros produtos que competem na produção de biodiesel. Também esse fato é conveniente, pois favorece aqueles produtores que utilizam outras matérias-primas, mesmo que em pequenas proporções.

Como se afirmou anteriormente, cerca de 80% do preço do biodiesel serve para pagar a matéria prima, os outros 20% correspondem ao custo do processo, incluindo aí desde os insumos até o salário dos funcionários.

Dentre os custos que compõem o processo de produção do biodiesel, o álcool aparece como o segundo fator mais importante (depois da soja). Usa-se predominantemente o metanol (rota metílica) e sua contribuição ao custo total do combustível é da ordem de 10% (MENDES; COSTA, 2010).

Restam cerca de 10% do custo total do biodiesel para serem analisados. Podem ser citados os insumos (produtos químicos), utilidades (energia, água, vapor), manutenção da planta industrial e os salários e encargos dos trabalhadores envolvidos.

Cabe finalizar este tópico identificando o papel do preço de referência pré-determinado pelo governo para a realização dos leilões. Trata-se de um valor máximo a ser pago pelo biodiesel naquele evento e, como já foi dito, serve para garantir que o preço se mantenha dentro de níveis aceitáveis. O preço final depende da competitividade das usinas e da relação demanda / oferta, que resulta numa aplicação do clássico conceito regulador de mercado. Exemplo disso são leilões em que a oferta era bastante próxima dos valores de demanda e o deságio foi pequeno. A precisão na determinação do preço de referência (ou valor máximo) é fator relevante na inibição de concorrência desleal ou de preços “combinados”, além de incentivar os produtores a encontrar soluções para uma maior competitividade.

## **5 QUESTÕES RELEVANTES**

As metas impostas na Lei nº 11.097 de 2005 foram alcançadas com sucesso antes do prazo previsto, e o aumento do percentual de mistura previsto foi antecipado.

A implantação de grande número de unidades de biodiesel no país está fazendo com que o setor opere aquém da capacidade instalada, o que pode continuar por alguns anos se não houver aumento no percentual de mistura, fechamento de algumas usinas ou exportação de biodiesel, deixando o fator de utilização das usinas de biodiesel em cerca de 51% no ano de 2010 (MENDES; COSTA 2010).

O biodiesel nacional produzido com óleo de soja é pouco competitivo em relação ao diesel mineral, torná-lo competitivo e menos dependente da cadeia produtiva da soja é um grande desafio.

Segundo Mendes e Costa (2010), é essencial, para o futuro dos biocombustíveis, desenvolver matérias-primas que não sejam utilizadas como alimento, para não influenciar os preços destes, e que tenham menor custo e maior produtividade do que a soja, como por exemplo, os chamados biocombustíveis de segunda geração. Já estão sendo realizados testes para a utilização de algas marinhas, que não competem com os alimentos e têm expectativa de alta produtividade, muito superior à da soja. Com uma matéria prima de menor custo e maior produtividade, o preço do biodiesel poderia tornar-se menor que o do diesel, mas para isso seria necessários o emprego de novas tecnologias e o acontecimento de inovações, quebrando paradigmas.

O Governo já estuda a possibilidade de aumentar o percentual de mistura do biodiesel ao diesel de B5 para B10, e até mesmo B20 em regiões metropolitanas. O principal modal de transporte brasileiro é o rodoviário, um aumento na mistura do biodiesel ao diesel elevaria o custo desse combustível, provocando um aumento nos custos de transporte, que por sua vez causaria impactos negativos em diversos setores da economia nacional.

## **6 CONCLUSÃO**

A contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel e a antecipação da meta de mistura, demonstram o sucesso do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e da experiência acumulada pelo Brasil na produção e no uso em larga escala de biocombustíveis.

A disponibilidade de terra para cultivo de plantas ricas em óleo, o clima favorável, a fertilidade do solo e a experiência acumulada com o Proálcool, deram sustentabilidade à estratégia adotada pelo Governo Federal.

O óleo de soja tornou-se a principal matéria-prima utilizada para a produção de biodiesel, viabilizando as metas propostas, por possuir um setor consolidado, competitivo e com produção em escala.

Mas o preço elevado, a baixa produtividade do óleo, a influência sobre o preço dos alimentos e a dificuldade em cumprir os objetivos de inclusão social propostos pelo PNPB, são questões importantes a serem consideradas preliminarmente à adoção de novos marcos regulatórios.

O biodiesel é mais caro do que o diesel, atualmente a obrigatoriedade da mistura é o que sustenta o setor, se o biodiesel fosse mais competitivo não haveria essa necessidade, e sendo mais competitivo deixaria de ser um complemento ao diesel, passando a exercer um papel mais importante na matriz energética.

Uma questão que emerge neste cenário de regulação econômica subordinada a um marco legal é como garantir a intenção expressa das políticas públicas de promover a sustentabilidade econômica e social em comunidades pobres.

Segundo estudo desenvolvido pelo IPEA (Comunicado do IPEA Nº 53 - Biocombustíveis no Brasil: Etanol e Biodiesel, 2010), as ações previstas nas diretrizes do PNA e do PNPB que foram realmente concretizadas são aquelas relacionadas à expansão do



mercado de biodiesel, sendo ainda um de seus maiores desafios a inserção social na agricultura familiar.

A produção de biodiesel, da maneira como está estruturada, tendo a soja como principal matéria-prima, compete com a produção de alimentos, podendo aumentar seus preços, isso pode ocorrer pela menor oferta desses alimentos ou pelo aumento do valor das terras e da logística de transporte. Nesse sentido, um aumento na mistura do biodiesel ao diesel precisa ser muito bem estruturado, pois além de causar um acréscimo no custo dos alimentos, da cesta básica, dos fretes, causaria um aumentando da inflação e das taxas de juros, afetando toda a economia.

Pauta de discussões políticas, a promoção do uso de carros a diesel e a liberação do óleo vegetal como combustível, são elementos que se relacionam à dinâmica do mercado de energia. Elementos como desenvolvimento tecnológico dos veículos, níveis de emissões gasosas, novas tecnologias de produção de biocombustíveis e redução de preços seguramente farão parte das discussões acima referidas.

Com a grande oferta industrial existente no setor, o governo está sendo pressionado a aprovar novos incrementos nos percentuais de mistura. Por outro lado, para que sejam mantidas as metas definidas pelo PNPB, o crescimento no uso do biodiesel deverá contemplar mudanças estratégicas.

Segundo Mendes e Costa (2010), a melhor maneira para aumentar a competitividade do biodiesel de maneira sustentável é desenvolver novas matérias-primas, de preferência não alimentícias, diminuir o preço para o consumidor final, com aumento da produtividade, aumentar a inclusão social e exportar parte da produção. Do contrário, não haverá como sustentar grandes aumentos da demanda, causados pelo aumento do percentual obrigatório de mistura no diesel.

Para Paulillo et al. (2007), é possível através da evolução tecnológica, promover o aumento da produtividade (através do adensamento energético das espécies evitando a pressão pela incorporação de novas áreas agrícolas), e melhorar as técnicas de produção e distribuição, aproximando as regiões produtoras das consumidoras, possibilitando um preço exequível e mais competitivo para sua utilização em substituição aos derivados de petróleo.

Dessa maneira, pode-se concluir que o contínuo crescimento e desenvolvimento do setor dependem de novas definições por parte do Governo, de maneira a preencher as lacunas não alcançadas pelo PNPB, principalmente no que diz respeito às questões sociais de inclusão, distribuição de renda, promoção de igualdade regional e incentivo à agricultura familiar. Além de maiores investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em: 11 dez. 2010.

ABRAMOVAY, R.; MAGALHÃES, R. S. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais**, 2007. Disponível em: <[http://www.usp.br/feaecon/media/fck/File/Biodiesel\\_AIEA2\\_Portugues.pdf](http://www.usp.br/feaecon/media/fck/File/Biodiesel_AIEA2_Portugues.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2011.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 11 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - 2010**. 227 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

\_\_\_\_\_. Superintendência de Refino e Processamento de Gás Natural - SRP. **Boletim Mensal de Biodiesel - Outubro de 2010**. 9 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 11 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Produção de Biodiesel - Metros Cúbicos**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=472>>. Acesso em: 23 mar. 2011.

CÂMARA, G. M. S.; **Biodiesel Brasil - Estado Atual da Arte**. 2006. 26 p. Disponível em: <[http://www.cib.org.br/pdf/biodiesel\\_brasil.pdf](http://www.cib.org.br/pdf/biodiesel_brasil.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2011.

CARVALHO, R. L. de; POTENGY, G. F.; KATO, K. **PNPB e Sistemas Produtivos da Agricultura Familiar no Semiárido: oportunidades e limites**. 2007. 16 p. Disponível em: <[http://www.cnpat.embrapa.br/sbsp/anais/Trab\\_Format\\_PDF/197.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/sbsp/anais/Trab_Format_PDF/197.pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2011.

EBB, European Biodiesel Board. Disponível em: <<http://www.ebb-eu.org/biodiesel.php>>. Acesso em: 09 mar. 2011.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S. Potencial da cultura do pinhão-mansão como fonte de matéria-prima para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. In: CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. (Coord.): **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: matérias-primas para biodiesel**. Piracicaba: ESALQ. p. 105 - 121. 2006.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro. Comunicado do IPEA Nº 53 - **Biocombustíveis no Brasil: Etanol e Biodiesel**. 26 de maio de 2010. 62 p. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal>>. Acesso em: 03 mar. 2011.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. **Manual de Biodiesel**. 1ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia, Embrapa Informação Tecnológica. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**, 2. ed. rev., 2006. 110 p. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 14 mar. 2001.

MENDES, A. P. do A.; COSTA, R. C. da. Mercado Brasileiro de Biodiesel e Perspectivas Futuras. Biocombustíveis. **BNDES Setorial 31**, p. 253-280. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Biocombustiveis/201003\\_07.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Biocombustiveis/201003_07.html)>. Acesso em: 02 fev. 2011.

MME, Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis, Departamento de Combustíveis Renováveis. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis**, n. 29, maio 2010. 10 p. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 06 mar. 2011.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Departamento de Combustíveis Renováveis. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis**, n. 35, nov. 2010. 11 p. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 11 jan. 2011.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Departamento de Planejamento Energético. **Boletim Mensal de Energia**, dez. 2010. 2 p. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Unigráfica, 2003.

PAULILLO, L. F.; MELLO, F. O. T.; VIAN, C. E. F. Análise da competitividade das cadeias de agroenergia no Brasil. In: BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Coord.). **Análise da competitividade das cadeias agroindustriais brasileiras**. São Carlos: DEP-UFSCAR/IE-UNICAMP, fev. 2006. 119 p. (Projeto MAPA/IICA).

PAULILLO, L. F.; VIAN, C. E. F.; SHIKIDA, P. F. A.; MELLO, F. T. Álcool combustível e biodiesel no Brasil: quo vadis? **Revista de Economia e Sociologia Rural** [online], v. 45, n. 3, p. 531-565, 2007.

PNPB, **Portal do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso: 11 mar. 2011.

RAMOS, L. P. Conversão de óleos vegetais em biocombustível alternativo ao diesel convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina, 1999. **Anais**. Londrina: Embrapa-Soja, 1999, p.233-236.

RAMOS, L. P.; DOMINGOS, A. K.; KUCEK, K. T.; WILHELM, H. M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Biociência e Desenvolvimento**, v.31, p. 28-37, 2003.

REVISTA Biodieselbr, ano 3, n. 18, ago./set. 2010.

\_\_\_\_\_, ano 4, n. 20, dez. 2010/jan. 2011.

SAAD, E. B.; DOMINGOS, A. K.; CÉSAR-OLIVEIRA, M. A. F.; WILHELM, H. M.; RAMOS, L. P. Variação da qualidade do biodiesel em função da matéria-prima de origem vegetal. In: CÂMARA, G. M. S. & HEIFFIG, L. S. (Coord.). **Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel**. Piracicaba: ESALQ. p. 193-225. 2006.

SANTOS, J. A. N dos; SANTOS, M. A. dos; VIDAL, M. F. **Análise Setorial: sucroalcooleiro**. Sumário Executivo. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006.

\_\_\_\_\_. **Setor sucroalcooleiro Nordestino: desempenhos recentes e possibilidades de políticas**. Série Documentos do Etene, n. 18. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007.

SANTOS, R. B. N. dos; AMORIM, A. L.; CORONEL, D. A.; SANTOS, F. T. P. dos. Relações de co-integração entre preço dos biocombustíveis e alimentos: comparativo entre o etanol americano e a produção de milho no Brasil. 48. **Congresso, Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 25 a 28 jul. 2010.

**ANEXO**

ANEXO A - Principais leis, decretos, portarias, resoluções e instruções normativas que regulamentam o biodiesel

Leis

- Lei nº 11.116, de 18 de maio de 2005 - Dispõe sobre o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, de produtor ou importador de biodiesel e sobre a incidência da Contribuição para o PIS/PASEP (Programa de Integração Social/Programa de Formação de Patrimônio do Servidor Público) e da COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) sobre as receitas decorrentes da venda desse produto, altera as Leis nº 10.451, de 10 de maio de 2002, e nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, e dá outras providências;
- Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005 - Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, nº 9.847, de 26 de outubro de 1999 e nº 10.636, de 30 de dezembro de 2002, e dá outras providências;
- Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004 - Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 8.631, de 4 de março de 1993, nº 9.074, de 7 de julho de 1995, nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, nº 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.

Decretos

- Decreto nº 5.457, de 06 de junho de 2005 - Reduz as alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes sobre a importação e a comercialização de biodiesel;
- Decreto nº 5.448, de 20 de maio de 2005 - Regulamenta o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências;
- Decreto nº 5.298, de 6 de dezembro de 2004 - Altera a alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) incidente sobre o biodiesel;
- Decreto nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004 - Dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas de contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS, incidentes na produção e na comercialização de biodiesel, sobre os termos e as condições para a utilização das alíquotas diferenciadas, e dá outras providências;

- Decreto de 23 de dezembro de 2003 - Institui a Comissão Executiva Interministerial encarregada da implantação das ações direcionadas à produção e ao uso de óleo vegetal - biodiesel como fonte alternativa de energia;
- Decreto de 02 de julho de 2003 - Institui o Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal - biodiesel como fonte alternativa de energia, propondo, caso necessário, as ações para o uso do biodiesel.

#### Portarias

- Portaria MME 483, de 3 de outubro de 2005 - Estabelecer as diretrizes para a realização pela ANP, de leilões públicos de aquisição de biodiesel e definir os fornecedores de biodiesel que poderão participar do leilão;
- Portaria ANP 240, de 25 de agosto de 2003 - Estabelece a regulamentação para a utilização de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos não especificados no País.

#### Resoluções

- Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) nº 6, de 16 de setembro de 2009 - Estabelece em 5%, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final;
- Resolução ANP nº 31, de 04 de novembro de 2005 - Regula a realização de leilões públicos para aquisição de biodiesel;
- Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) nº 3, de 23 de setembro de 2005 - Reduz o prazo de que trata o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, e dá outras providências;
- Resolução ANP nº 42, de 24 de novembro de 2004 - Estabelece a especificação para a comercialização de biodiesel que poderá ser adicionado ao óleo diesel na proporção de 2% em volume;
- Resolução ANP nº 41, de 24 de novembro de 2004 - Fica instituída a regulamentação e obrigatoriedade de autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel;
- Resolução BNDES nº 1.135/2004 - Programa de Apoio Financeiro a Investimentos em Biodiesel no âmbito do Programa de Produção e Uso do Biodiesel como Fonte Alternativa de Energia.

### Instruções Normativas

- Instrução Normativa MDA nº 02, de 30 de setembro de 2005 - Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos ao enquadramento de projetos de produção de biodiesel ao selo combustível social;
- Instrução Normativa MDA nº 01, de 05 de julho de 2005 - Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão de uso do selo combustível social;
- Instrução Normativa SRF nº 526, de 15 de março de 2005 - Dispõe sobre a opção pelos regimes de incidência da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS, de que tratam o art. 52 da Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003, o art. 23 da Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004, e o art. 4º da Medida Provisória nº 227, de 6 de dezembro de 2004;
- Instrução Normativa SRF nº 516, de 22 de fevereiro de 2005 - Dispõe sobre o Registro Especial a que estão sujeitos os produtores e os importadores de biodiesel, e dá outras providências.



## **ARTIGO 2 - A RELAÇÃO ENTRE OS MERCADOS AGRÍCOLAS E DE ENERGIA NO BRASIL**

### **RESUMO**

O objetivo deste artigo é verificar se há integração entre os mercados agrícolas e de energia no Brasil, através da análise da relação entre os preços agrícolas, os preços dos biocombustíveis e do petróleo e seus derivados. Para esta análise foi utilizado o método de cointegração, especificamente o Procedimento de Johansen. Os resultados obtidos com a análise dos preços da soja, cana-de-açúcar, biodiesel, etanol, petróleo, gasolina e diesel demonstraram que existe uma forte integração entre os mercados de soja e de energia no mercado brasileiro (diesel e biodiesel) para o período analisado, já no caso da cana-de-açúcar as relações se mostraram menos intensas com relação ao etanol e a gasolina.

**Palavras-chave:** Integração de mercados. Mercado agrícola. Biocombustíveis. Mercado de energia.

### **ABSTRACT**

The aim of this article is to verify whether there is integration between agricultural and energy markets in Brazil through the analysis of the relationship between the prices of agricultural goods, biofuels and oil and its derivatives. For this analysis, the cointegration method was used, specifically the Johansen procedure. The results obtained from the analysis of soya, sugar cane, biodiesel, ethanol, oil, gasoline and diesel prices showed that there is strong integration between the soya and energy markets (diesel and biodiesel) for the period analyzed. However, as sugar cane is concerned, the relationships were less intense when compared to ethanol and gasoline.

**Key words:** Market integration, Agricultural market. Biofuels. Energy market.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera aumentaram significativamente, principalmente devido à queima de combustíveis fósseis como o petróleo, associada ao aumento da população e à industrialização. Da mesma forma são crescentes as preocupações com questões ambientais e de preservação da qualidade de vida no planeta, ameaçadas pela poluição.

Nesse cenário de maior demanda por energia, de preocupações com o meio ambiente, de possível escassez de petróleo (bem não renovável) e de elevação dos preços dos combustíveis, a utilização de biocombustíveis surge como uma fonte alternativa de energia capaz de sustentar o crescimento do consumo, de contribuir com a redução da poluição, por ser uma energia renovável, e ainda possibilitar o desenvolvimento da produção agrícola, principal responsável pelas matérias-primas utilizadas na produção de biocombustíveis.

Considerando a importância dessas questões, a proposta desse artigo é fazer uma análise da relação entre os mercados agrícolas e de energia no Brasil, onde os principais biocombustíveis utilizados são: o etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar; e o biodiesel, que tem como principal matéria-prima a soja.

O objetivo é verificar se existe integração entre os mercados agrícolas e de energia, através da análise da relação entre os preços agrícolas, os preços dos biocombustíveis e do petróleo e seus derivados. Os produtos agrícolas analisados serão a soja e a cana-de-açúcar, principais matérias-primas para produção de biodiesel e etanol respectivamente, que por sua vez, são os principais biocombustíveis utilizados na Matriz Energética do Setor de Transportes no Brasil (biodiesel 1,7% e etanol 18,8%), segundo dados do Ministério de Minas e Energia, de Maio de 2010.

Esses biocombustíveis podem ser utilizados em substituição aos combustíveis derivados de petróleo, como no caso do etanol hidratado e da gasolina que podem ser utilizados simultaneamente em carros com motor bicombustível (*flex fuel*) em qualquer concentração, ou adicionados ao combustível fóssil, como no caso do biodiesel adicionado ao diesel mineral, conferindo melhores propriedades a esse combustível e diminuindo suas emissões de poluentes.

A verificação da existência de integração entre os mercados agrícolas e de energia pode ser de grande valia na análise das estratégias a serem adotadas para produção de biocombustíveis, indicando a influência de um mercado sobre o outro e suas matérias-primas.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 INTEGRAÇÃO DE MERCADOS

Segundo Meyer (2004), a integração de mercado pode ser definida como o grau de transmissão de preços entre mercados espacialmente separados. De acordo com Fackler e Goodwin (2001), a integração de mercados analisa a interdependência entre preços em regiões diferentes no longo prazo, sendo assim os preços de um mercado integrado sofrerão influências das condições locais de oferta e demanda e das demais localidades. Dessa maneira, a integração de mercados pode ser vista como uma medida de transferência dos choques de demanda e oferta de uma região para outra.

Ainda segundo Fackler e Goodwin (2001), tornou-se consenso na literatura que a maioria das variáveis econômicas tem comportamento não estacionário. Com o desenvolvimento de técnicas econométricas mais apropriadas ao tratamento de variáveis não estacionárias, testes de raiz unitária e de cointegração passaram a ser utilizados nas avaliações de integração de mercados.

A seguir são apresentados alguns estudos que utilizaram métodos de cointegração para analisar a integração entre mercados, similares aos que serão desenvolvidos nesta dissertação.

Peri e Baldi (2008) estudaram o biodiesel e o mercado de óleo vegetal na União Européia, através da análise de cointegração limiar e verificaram que os preços do óleo de soja e de girassol não são influenciados pelos combustíveis fósseis, enquanto o óleo de colza é fortemente ligado aos preços do diesel.

Já Santos *et al.* (2010) analisaram as relações de cointegração entre o preço dos biocombustíveis e alimentos, comparando o etanol americano e a produção de milho no Brasil. Os resultados mostraram que existe uma relação de cointegração entre os mercados e indícios de que o preço do etanol gera aumento dos preços dos alimentos no mercado brasileiro.

Diferentemente dos trabalhos anteriores, Coelho (2004) analisou a questão da integração entre os preços domésticos e internacionais para a cultura de algodão. Coelho utilizou a metodologia de cointegração, através do procedimento de Johansen para analisar dados da década de 80 e 90. Ele concluiu que na análise da amostra completa os mercados brasileiros e norte-americano podem ser considerados perfeitamente integrados. Dividindo a

amostra, os resultados referentes à década de 80 mostram que o mercado brasileiro pode ser considerado fechado, enquanto na década de 90 os resultados indicam um mercado brasileiro integrado aos mercados internacionais, o que determina que a abertura comercial ocorrida na década de 90 representou uma influência dos preços externos do algodão sobre os preços internos no Brasil.

Cunha (2008) analisou a integração de preços no mercado internacional do café, através do modelo de cointegração de Johansen (1988). Cunha verificou que os ajustes mais rápidos ocorreram entre os preços internacionais e os do Brasil e Vietnã, e concluiu que o mercado não é segmentado e há transmissão de preços, mesmo prevalecendo uma estrutura de concorrência imperfeita.

Por fim, Bender e Alvim (2008) analisaram a transmissão de preços da carne bovina entre os países do Mercosul, utilizando a estimação de um Vetor Autoregressivo (VAR) para identificar a relação de causalidade. O estudo confirmou que existe causalidade na formação de preços entre os países do Mercosul, além de definir a intensidade e sentido dos choques nos preços em cada mercado analisado.

Os trabalhos apresentados nesta seção mostram que existem dois tipos de análise em termos de integração de mercados: no primeiro caso, quando a preocupação é verificar a integração de mercado em termos espaciais; já no segundo caso busca-se verificar a integração entre diferentes mercados de produtos dissimilares como é o caso do presente estudo que pretende verificar a relação entre os mercados agrícolas e o mercado de energia (combustíveis fósseis e biocombustíveis).

## 2.2 DADOS UTILIZADOS

Para a análise da integração entre os mercados agrícolas e de energia, foi verificada a existência de integração entre os preços agrícolas, os preços dos biocombustíveis e do petróleo e seus derivados. Para tanto foram utilizadas séries mensais de preço. A série de preços inicia em janeiro de 2006 e termina em agosto de 2010. O início da série foi assim definido, pois a partir desse momento passaram a vigorar as normas aprovadas pelo governo de adição do biodiesel ao diesel mineral em todo o território nacional, a princípio num percentual opcional de 2% e mais tarde passando a ser obrigatória e com percentuais progressivos, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Volume de Adição do Biodiesel ao Diesel em %

Ano	Volume de Adição do Biodiesel ao Diesel em %				
	Mistura Opcional	Mistura Obrigatória			
	2%	2%	3%	4%	5%
2006					
2007					
01/08 - 06/08					
07/08 - 06/09					
07/09 - 12/09					
01/10 - Atual					

Fonte: ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.  
Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 11 dez. 2010.

Os produtos agrícolas analisados são a soja e a cana-de-açúcar, a primeira por ser a principal planta oleaginosa utilizada no país para fabricação de biodiesel, sendo responsável por 81,36% da produção (ANP, Boletim Mensal de Biodiesel - Outubro de 2010) e a segunda por ser a matéria-prima utilizada para produção de etanol no Brasil.

Os biocombustíveis analisados são o etanol e o biodiesel, no entanto, devido à ausência de dados para uma série mensal de preços do biodiesel foi adotada uma série de preços mensais do óleo de soja bruto. Atualmente o biodiesel possui uma reserva de mercado para garantir sua produção e adição ao diesel, além de ser negociado através de leilões arbitrados por um órgão regulador (ANP), não podendo ser comercializado diretamente entre produtores e distribuidoras, como acontece com o etanol, por esse motivo não existe uma série de preços mensais de biodiesel, apenas os preços negociados nos leilões realizados com periodicidades acíclicas.

Outra justificativa para utilizar os preços do óleo de soja bruto em substituição ao biodiesel deve-se ao fato da soja ser a principal matéria-prima utilizada para fabricação deste biocombustível no Brasil, além de ter um peso elevado nos custos de produção.

Na maior parte dos casos, o custo do óleo vegetal utilizado na produção de biodiesel representa cerca de 80% a 85% do preço final do produto (MENDES; COSTA, 2010) a diferença seria referente a todo o restante do processo, dos insumos ao salário dos funcionários.

E finalmente, os combustíveis analisados foram o petróleo, a gasolina e o óleo diesel. O petróleo por ser a matéria-prima para produção da gasolina e do diesel, e a gasolina e o diesel por serem os principais combustíveis da Matriz Energética do setor de transportes no

Brasil, contribuindo com 23,5% e 46,7% respectivamente (Ministério de Minas e Energia, Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, Maio de 2010).

Variáveis	Fontes
<u>Soja</u> : Foram utilizadas as médias mensais dos preços da soja em grãos, preços recebidos pelo produtor de soja (kg).	IPEADATA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, acessada através do site: <a href="http://www.ipeadata.gov.br/">http://www.ipeadata.gov.br/</a> , em 12/01/2011.
<u>Cana-de-açúcar</u> : Foram utilizadas as médias mensais dos preços da cana-de-açúcar, preços recebidos pelo produtor de cana-de-açúcar (tonelada).	IPEADATA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, acessada através do site: <a href="http://www.ipeadata.gov.br/">http://www.ipeadata.gov.br/</a> , em 12/01/2011.
<u>Etanol</u> (hidratado): Foram utilizadas as médias mensais ponderadas dos preços do etanol para o Brasil.	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, acessada através do site: <a href="http://www.anp.gov.br/">http://www.anp.gov.br/</a> , em 12/01/2011.
<u>Óleo Soja</u> : Foram utilizadas as médias mensais dos preços do óleo de soja bruto no atacado para o estado do Paraná (tonelada).	IPEADATA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, acessada através do site: <a href="http://www.ipeadata.gov.br/">http://www.ipeadata.gov.br/</a> , em 11/01/2011.
<u>Petróleo</u> : Foram utilizadas as médias mensais dos preços do petróleo e derivados.	IPEADATA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, acessada através do site: <a href="http://www.ipeadata.gov.br/">http://www.ipeadata.gov.br/</a> , em 12/01/2011.
<u>Gasolina</u> : Foram utilizadas as médias mensais ponderadas dos preços da gasolina para o Brasil.	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, acessada através do site: <a href="http://www.anp.gov.br/">http://www.anp.gov.br/</a> , em 12/01/2011.
<u>Óleo Diesel</u> : Foram utilizadas as médias mensais ponderadas dos preços do óleo diesel para o Brasil.	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, acessada através do site: <a href="http://www.anp.gov.br/">http://www.anp.gov.br/</a> , em 12/01/2011.

Quadro 1- Variáveis utilizadas e respectivas fontes

Fonte: Organizado pelo autor.

### 2.3 MÉTODO UTILIZADO

Para avaliar a integração de mercados, se analisa o grau de interdependência entre os mesmos de acordo com a variação dos preços de um em relação à mudança de preços dos demais. O modelo econométrico apresentado abaixo permite estimar os efeitos permanentes (longo prazo) e transitórios (curto prazo) para cada produto.

$$p_{1t} = \alpha_i + \sum_{i=2}^n \beta_{it} p_{it}, \text{ sendo } i = 2, 3, \dots, n. \quad (1)$$

Sendo:

$p_{1t}$  o preço do produto analisado; e  
 $p_{it}$  o preço dos demais produtos.

Na análise de cointegração primeiramente deve ser verificada a ordem de integração das variáveis de interesse, ou seja, é preciso verificar a existência ou não de raízes unitárias nas séries temporais e, em caso afirmativo, determinar se a ordem de integração é a mesma para todas as variáveis envolvidas. Nesse caso utilizaremos dois testes, o primeiro e mais usualmente utilizado na literatura é o teste *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), desenvolvido por Dickey & Fuller (1979, 1981), este teste tem na hipótese nula a presença de raiz unitária ou não estacionariedade da série e é expresso da seguinte forma:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \eta y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \lambda_i \Delta y_{t-1} + \mu \quad (2)$$

Sendo que,

$$\lambda_i = - \sum_{j=i+1}^p \rho_j \quad (3)$$

Tendo como teste de hipótese,

$H_0 : \rho = 0$ , existe raiz unitária, a série é não estacionária.

$H_a : \rho < 0$ , a série é estacionária

Por outro lado, se a série for não estacionária, essa análise será realizada através do método de Johansen (1988), já que não é possível o uso do modelo de regressão padrão através de Mínimos Quadrados Ordinários, para estabelecer a relação entre as variáveis. Isto ocorre porque as propriedades usuais dos estimadores de Mínimos Quadrados não são observadas e as inferências baseadas nos testes t e F não são válidas.

O método de Johansen utiliza Máxima Verossimilhança para estimar os vetores de cointegração, o que permite testar e estimar a presença de vários vetores e não só de um único vetor de cointegração (MARGARIDO *et al.*, 1994). Além disso, podem ser realizados testes sobre a significância dos parâmetros que compõem os vetores de cointegração, o que será fundamental para se estabelecer a existência ou não da transmissão de preços entre mercados e o grau de integração entre eles.





Séries	ADF
Preço da cana-de-açúcar (PCA)	I(1)
Preço da soja (PS)	I(1)
Preço do etanol (PE)	I(1)
Preço do biodiesel (PB)	I(1)
Preço da gasolina (PG)	I(1)
Preço do petróleo (PP)	I(1)
Preço do diesel (PD)	I(1)

Quadro 2 - Resultados do Teste de Dickey Fuller Aumentado (ADF) - Anexo A

Fonte: Resultados de pesquisa.

Conforme os resultados do Quadro 2, todas as séries de variáveis utilizadas são integradas de ordem um I(1), ou seja, são não estacionárias em nível e estacionárias em primeira diferença a um nível de significância de 5%. Em função deste resultado, é necessário verificar se a séries são cointegradas para testar se existe ou não o problema de regressão espúria.

Desta forma, o próximo passo é estimar o número ótimo de defasagens que o vetor de cointegração deve ter, conforme o critério de informação de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn. Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos.

Tabela 2 - Teste do número de defasagens do modelo VAR (Akaike; Schwarz; Hannan-Quinn) - Anexo B

Número de Defasagens	Akaike	Schwarz	Hannan-Quinn
0	-12,45052	-12,18537	-12,34920
1	-25,03030	-22,90908*	-24,21972
2	-25,43218	-21,45489	-23,91234
3	-25,91679	-20,08344	-23,68769
4	-26,76029	-19,07087	-23,82194
5	-28,72795*	-19,18246	-25,08034*

\* Números de defasagens escolhidos, segundo os três critérios.

Fonte: Resultados de pesquisa.

Conforme os três critérios de informação AIC, SC e HQ, os resultados são mais ajustados quanto menores forem os valores obtidos. Neste caso, o teste de AIC e HQ mostram que o número ótimo de defasagens é cinco (os valores ótimos são destacados com asterisco).

Definido o número ótimo de defasagens, realiza-se o teste de Johansen e estima-se o VAR e a causalidade de Granger, dado os preços dos produtos considerados.

Primeiramente, apresenta-se o teste de cointegração, o qual consiste em verificar o número de vetores cointegrantes que podem ser considerados estatisticamente significante no modelo proposto. Os resultados desse teste encontram-se expostos a seguir, na Tabela 3.

Os resultados do teste de cointegração de Johansen indicam que as séries de preços dos produtos selecionados possuem no máximo seis vetores de cointegração, a um nível de 1% de significância, indicando a existência de uma relação de equilíbrio entre essas séries em longo prazo.

Tabela 3 - Resultados do Teste de Cointegração (Johansen Cointegration Test) para as Séries Temporais de Preços - Anexo C

Cointegrações	Eigenvalue	Trace Statistic	Valores Críticos 5%	Prob.
Nenhuma*	0,998576	786,1085	125,6154	0,0001
No máximo 1*	0,956545	458,3883	95,75366	0,0001
No máximo 2*	0,915923	301,5868	69,81889	0,0001
No máximo 3*	0,831399	177,7856	47,85613	0,0000
No máximo 4*	0,729300	88,77449	29,79707	0,0000
No máximo 5*	0,358351	23,43721	15,49471	0,0026
No máximo 6*	0,024720	1,251545	3,84841	0,2633

\* Denota a rejeição da hipótese nula a um nível de 5%.

Fonte: Resultado da pesquisa, elaborado pelo autor.

A última etapa da análise econométrica apresenta os testes de causalidade de Granger (conforme Quadro 3) no sentido de se avaliar a ocorrência (ou não) de causalidade entre os preços dos produtos selecionados. Os testes foram aplicados ao conjunto das variáveis de duas a duas. Para simplificar a leitura dos resultados foram utilizadas as seguintes representações:

- a) PCA = Preço da cana-de-açúcar;
- b) PS = Preço da soja;
- c) PE = Preço do etanol;
- d) PB = Preço do biodiesel (óleo de soja);
- e) PG = Preço da gasolina;
- f) PP = Preço do petróleo;
- g) PD = Preço do diesel;

- h)  $P1 \rightarrow P2$  = O sentido da seta indica que o preço do produto 1 afeta o preço do produto 2, mas o contrário não é verdadeiro;
- i)  $P1 \leftrightarrow P2$  = O sentido duplo da seta indica que o preço do produto 1 afeta o preço do produto 2 e o preço do produto 2 também afeta o preço do produto 1;
- j)  $P1 - P2$  = Quando não houver uma indicação de sentido entre os preços não existe influência de um produto sobre o outro.

Causalidade	Interpretação
PCA – PS	Não há causalidade entre o preço da cana-de-açúcar e da soja.
PCA – PD	Não há causalidade entre o preço da cana-de-açúcar e do diesel.
PCA ← PE	O preço do etanol afeta o preço da cana.
PCA – PB	Não há causalidade entre o preço da cana-de-açúcar e do biodiesel.
PCA ← PG	O preço da gasolina afeta o preço da cana.
PCA – PP	Não há causalidade entre o preço do petróleo e da cana-de-açúcar.
PS ↔ PD	O preço do diesel afeta e é afetado pelo da soja.
PS – PE	Não há causalidade entre o preço da soja e do etanol.
PS ↔ PB	O preço do biodiesel afeta e é afetado pelo da soja.
PS ← PG	O preço da gasolina afeta o preço da soja.
PS ← PP	O preço do petróleo afeta o preço da soja.
PD – PE	Não há causalidade entre o preço do diesel e do etanol.
PD ↔ PB	O preço do diesel afeta e é afetado pelo do biodiesel.
PD – PG	Não há causalidade entre o preço da gasolina e do diesel.
PD → PP	O preço do diesel afeta o preço do petróleo.
PE → PB	O preço do etanol afeta o preço do biodiesel.
PE → PG	O preço do etanol afeta o preço da gasolina.
PE – PP	Não há causalidade entre o preço do etanol e do petróleo.
PB – PG	Não há causalidade entre o preço do biodiesel e da gasolina.
PB ↔ PP	O preço do petróleo afeta e é afetado pelo do biodiesel.
PG – PP	Não há causalidade entre o preço da gasolina e do petróleo.

Quadro 3 - Causalidade de Granger Estimada a partir de um VAR - Anexo D

Fonte: Resultados de pesquisa.

Conforme o Quadro 3, observa-se que existe transmissão de preço da gasolina e do etanol para a cana-de-açúcar, contudo o preço da cana-de-açúcar não afeta os preços da gasolina e do etanol. Este sentido unidirecional pode ser explicado pelo fato da gasolina ser um bem substituto do etanol (automóveis flex), o que determina que aumentos nos preços da cana-de-açúcar não sejam repassados para os combustíveis devido ao efeito de substituição existente.

Observou-se que não existe transmissão de preços entre o mercado da cana-de-açúcar e a soja, pois estes não são bens substitutos, assim como não há causalidade entre a cana-de-açúcar e o diesel pelo mesmo motivo, ou seja, o diesel não é substituto do etanol.

O biodiesel e o petróleo também não apresentaram causalidade com a cana-de-açúcar. Este último, provavelmente devido à estratégia da Petrobrás de desvincular os preços dos combustíveis, no curto prazo, das variações dos preços do petróleo no mercado internacional.

Já com relação ao mercado da soja, observou-se que existe transmissão entre os preços da soja e do diesel; entre os preços da soja e do biodiesel; e entre o diesel e o biodiesel no sentido bidirecional, simultaneamente.

Por fim, parece que os efeitos de transmissão no mercado de etanol brasileiro não se propagam no mercado agrícola de forma tão acentuada como no caso do biodiesel. As relações entre os mercados de soja, biodiesel e diesel se mostraram mais intensas do que no caso dos elos entre os mercados de cana-de-açúcar, etanol e gasolina.

O principal objetivo deste trabalho foi verificar a existência de integração entre os mercados agrícolas e de energia e os resultados obtidos indicam que os mercados de soja, biodiesel e diesel estão fortemente integrados. Ou seja, existe uma forte integração entre os mercados de soja e de energia no mercado brasileiro para o período analisado. Uma análise mais específica, com a verificação das relações de longo prazo entre as variáveis poderia explicar melhor alguns dos resultados obtidos, mas este será o objeto para estudos futuros.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A soja e seus derivados constituem um dos produtos agrícolas mais comercializados mundialmente, devido a sua utilização tanto para alimentação humana quanto animal, além de servir como insumo para a indústria farmacêutica e siderúrgica. As indústrias de processamento de soja produzem subprodutos, farelo e óleo, que se constituem em importante matéria-prima para diferentes setores industriais (FREITAS *et al.*, 2001).

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) a soja é a principal cultura agrícola do Brasil, em volume de produção e geração de renda e é cultivada em todas as regiões do país, essas são as maiores vantagens para produção de biodiesel utilizando o óleo de soja, pois o setor produz em escala, e é consolidado e competitivo em relação às demais matérias-primas utilizadas.

A utilização da soja como principal matéria-prima para produção de biodiesel no Brasil tornou possível alcançar e até mesmo antecipar as metas de mistura impostas pela

legislação e tornou o Brasil o terceiro maior produtor mundial de biodiesel, segundo dados da ABIOVE de novembro de 2010, perdendo apenas para Alemanha e França.

Nesse contexto de produção do biodiesel no Brasil e com os resultados obtidos demonstrando que existe uma forte integração entre os mercados de soja e de energia no mercado brasileiro, com transmissão bidirecional entre os preços da soja e do diesel, da soja e do biodiesel e entre o diesel e o biodiesel, as conclusões são de que é importante o conhecimento e desenvolvimento de novas fontes de matéria-prima, promovendo a diversificação da produção.

A diversificação da produção atuaria de maneira positiva, reduzindo a dependência por uma única matéria-prima e diminuindo as influências de um mercado sobre o outro. Nesse caso, reduzindo a dependência pela soja, que é um produto alimentício.

Os resultados obtidos nesse trabalho vão ao encontro das conclusões obtidas anteriormente no primeiro artigo, e numa análise geral pode-se dizer que existem muitas vantagens na utilização dos biocombustíveis, mas é necessário desenvolver novas matérias-primas para a extração de óleo e novas tecnologias de produção, pois usar óleos de plantas que servem de alimento pode influenciar nos seus preços, como observado no caso da soja, que está fortemente integrada ao diesel e ao biodiesel.

## REFERÊNCIAS

ABIOVE, Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em: 11 dez. 2010.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 11 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. Superintendência de Refino e Processamento de Gás Natural - SRP. **Boletim Mensal de Biodiesel - Outubro de 2010**. 9 p. Disponível em <http://www.anp.gov.br>, acesso em 11/12/2010.

BENDER FILHO, Reisoli; ALVIM, A. M. Análise de transmissão de preços no mercado de carne bovina entre os países do Mercosul e os Estados Unidos. **Revista de Economia e Administração**, v. 7, p. 402-418, 2008.

COELHO, A. B. A cultura do algodão e a questão da integração entre preços internos e externos. **Revista de Economia e Sociologia Rural** [online], vol. 42, n. 1, p. 153-169, 2004.

CUNHA, D. A. da. **Integração de preços no Mercado internacional de café**. 2008. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of American Statistical Association**, v. 74, p. 427-431, 1979.

\_\_\_\_\_. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, v. 49, p. 1057-1072, 1981.

FACKLER, P. L.; GOODWIN, B. K. **Handbook of agricultural economics**. Amsterdam: North-Holland Press, p. 971-1024, 2001.

FEIJÓ, F. T.; ALVIM, A. M. Impactos Econômicos para o Brasil de um Choque Tecnológico na Produção de Etanol. **Economia**, ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pós Graduação em Economia, v. 11, n. 3, p. 691-710, 2010.

FREITAS, S. M.; MARGARIDO, M. A.; BARBOSA, M. Z.; FRANCA, T. J. F. Análise da dinâmica de transmissão de preços no mercado internacional de farelo de soja, 1990-99. **Agricultura em São Paulo**, v. 48, n.1, p. 1-20, 2001.

GAIO, L. E.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; OLIVEIRA, A. R. Causalidade e elasticidade na transmissão de preço do boi gordo entre regiões do Brasil e a bolsa de mercadorias e futuros (BM&F). **Organizações Rurais & Agroindustriais**, São Paulo: Lavras, v. 7, n. 3, p. 282-297, 2005.

IPEA DATA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 13 dez. 2010.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 12, p. 231-254, 1988.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 08 dez. 2010.

MARGARIDO, M. A.; KATO, H. T.; UENO, L. H. Análise da transmissão de preços no mercado de tomate no estado de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, v. 41, n. 3, p. 135-159, 1994.

MARGARIDO, M. A.; FERNANDES, J. M. **Análise da formação de preços no mercado internacional de soja: o caso do Brasil**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 06 dez. 2010.

MENDES, A. P. do A.; COSTA, R. C. da. Mercado Brasileiro de Biodiesel e Perspectivas Futuras. Biocombustíveis. **BNDES Setorial** 31, p. 253-280. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta\\_Expressa/Setor/Biocombustiveis/201003\\_07.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Biocombustiveis/201003_07.html)>. Acesso em: 02 fev. 2011.

MEYER, J. Measuring market integration in the presence of transaction costs - a threshold vector error correction approach. **Agricultural Economics**, v. 31, p. 327-334, 2004.

MME, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis, Departamento de Combustíveis Renováveis. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis**, n. 29, Maio de 2010. 10 p. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 06 mar. 2011.

PERI, M.; BALDI, L. Biodiesel and vegetable oil market in European Union: some evidences from threshold cointegration analysis. **European Association of Agricultural Economists, 2008 International Congress**. Ghent, Belgium, 26 a 29 Aug. 2008.

REVISTA Biodieselbr, ano 3, n. 18, ago./set. 2010.

REVISTA Biodieselbr, ano 4, n. 20, dez. 2010/jan. 2011.

SANTOS, R. B. N. dos; AMORIM, A. L.; CORONEL, D. A.; SANTOS, F. T. P. dos. Relações de co-integração entre preço dos biocombustíveis e alimentos: comparativo entre o etanol americano e a produção de milho no Brasil. 48. **Congresso, Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. 25 a 28 jul. 2010.

## **ANEXOS**



## ANEXO A - Resultados do teste de Dickey Fuller Aumentado (ADF)

**CANA-DE-ACÚCAR**

Null Hypothesis: CANA has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.363583	0.5933
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: CANA has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.356731	0.8624
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: CANA has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.241755	0.7526
Test critical values: 1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

**CANA-DE-ACÚCAR**

Null Hypothesis: D(CANA) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.659074	0.0004
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: D(CANA) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.640948	0.0024
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: D(CANA) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.684142	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

**ÓLEO DIESEL MINERAL**

Null Hypothesis: DIESEL has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.634639	0.4582
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: DIESEL has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.564640	0.7939
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: DIESEL has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.150954	0.7259
Test critical values: 1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

**ÓLEO DIESEL MINERAL**

Null Hypothesis: D(DIESEL) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.409136	0.0008
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: D(DIESEL) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.415456	0.0046
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: D(DIESEL) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.442802	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

**ETANOL**

Null Hypothesis: ETANOL has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.442103	0.0136
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: ETANOL has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.346006	0.0698
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: ETANOL has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.526633	<b>0.4838</b>
Test critical values: 1% level	-2.611094	
5% level	-1.947381	
10% level	-1.612725	

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

**ETANOL**

Null Hypothesis: D(ETANOL) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.256888	0.0014
Test critical values: 1% level	-3.565430	
5% level	-2.919952	
10% level	-2.597905	

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

Null Hypothesis: D(ETANOL) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.291365	0.0068
Test critical values: 1% level	-4.148465	
5% level	-3.500495	
10% level	-3.179617	

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

Null Hypothesis: D(ETANOL) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.306000	0.0001
Test critical values: 1% level	-2.611094	
5% level	-1.947381	
10% level	-1.612725	

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

**GASOLINA**

Null Hypothesis: GASOL has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.624113	0.0944
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: GASOL has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.699179	0.2412
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: GASOL has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 4 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.688265	0.4139
Test critical values: 1% level	-2.611094	
5% level	-1.947381	
10% level	-1.612725	

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

**GASOLINA**

Null Hypothesis: D(GASOL) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.216647	0.0016
Test critical values: 1% level	-3.565430	
5% level	-2.919952	
10% level	-2.597905	

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

Null Hypothesis: D(GASOL) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.380815	0.0053
Test critical values: 1% level	-4.148465	
5% level	-3.500495	
10% level	-3.179617	

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

Null Hypothesis: D(GASOL) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.191790	0.0001
Test critical values: 1% level	-2.611094	
5% level	-1.947381	
10% level	-1.612725	

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



**ÓLEO DE SOJA (BIODIESEL)**

Null Hypothesis: OLEO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.946241	0.3093
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: OLEO has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.744032	0.7177
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: OLEO has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.160265	0.7287
Test critical values: 1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

**ÓLEO DE SOJA (BIODIESEL)**

Null Hypothesis: D(OLEO) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.722318	0.0003
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: D(OLEO) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.771416	0.0016
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: D(OLEO) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.714380	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

**PETRÓLEO**

Null Hypothesis: PETROL has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.453089	0.0133
Test critical values:		
1% level	-3.560019	
5% level	-2.917650	
10% level	-2.596689	

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

Null Hypothesis: PETROL has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.425025	0.0588
Test critical values:		
1% level	-4.140858	
5% level	-3.496960	
10% level	-3.177579	

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

Null Hypothesis: PETROL has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.481488	0.5026
Test critical values:		
1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

**PETRÓLEO**

Null Hypothesis: D(PETROL) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.963915	0.0032
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: D(PETROL) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.935413	0.0171
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: D(PETROL) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.996074	0.0001
Test critical values: 1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

**SOJA EM GRÃO**

Null Hypothesis: SOJA has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.193509	0.6712
Test critical values: 1% level	-3.555023	
5% level	-2.915522	
10% level	-2.595565	

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

Null Hypothesis: SOJA has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.696197	0.9682
Test critical values: 1% level	-4.133838	
5% level	-3.493692	
10% level	-3.175693	

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

Null Hypothesis: SOJA has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.703642	0.8645
Test critical values: 1% level	-2.607686	
5% level	-1.946878	
10% level	-1.612999	

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

**SOJA EM GRÃO**

Null Hypothesis: D(SOJA) has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.320211	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.557472	
5% level	-2.916566	
10% level	-2.596116	

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

Null Hypothesis: D(SOJA) has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.351907	0.0003
Test critical values: 1% level	-4.137279	
5% level	-3.495295	
10% level	-3.176618	

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

Null Hypothesis: D(SOJA) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.275530	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.608490	
5% level	-1.946996	
10% level	-1.612934	

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

ANEXO B - Teste do número de defasagens do modelo Var  
(Akaike; Schwarz; Hannan-Quinn)

Endogenous variables: SOJA CANA DIESEL ETANOL OLEO GASOL PETROL  
Exogenous variables: C  
Date: 01/12/11 Time: 17:07  
Sample: 2006M01 2010M08  
Included observations: 51

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	324.4884	NA	9.24e-15	<b>-12.45052</b>	<b>-12.18537</b>	<b>-12.34920</b>
1	694.2726	623.5578	3.24e-20	<b>-25.03030</b>	<b>-22.90908*</b>	<b>-24.21972</b>
2	753.5205	83.64402	2.41e-20	<b>-25.43218</b>	<b>-21.45489</b>	<b>-23.91234</b>
3	814.8782	69.77939*	2.00e-20	<b>-25.91679</b>	<b>-20.08344</b>	<b>-23.68769</b>
4	885.3875	60.83150	1.65e-20	<b>-26.76029</b>	<b>-19.07087</b>	<b>-23.82194</b>
5	984.5628	58.33845	8.88e-21*	<b>-28.72795*</b>	<b>-19.18246</b>	<b>-25.08034*</b>

\* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Date: 01/12/11 Time: 17:10  
Sample (adjusted): 2006M07 2010M08  
Included observations: 50 after adjustments  
Trend assumption: Linear deterministic trend  
Series: SOJA CANA DIESEL ETANOL OLEO GASOL PETROL  
Lags interval (in first differences): 1 to 5

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Trace Critical Value	0.05 Prob.**
None *	0.998576	786.1085	125.6154	0.0001
At most 1 *	0.956545	458.3883	95.75366	0.0001
At most 2 *	0.915923	301.5868	69.81889	0.0001
At most 3 *	0.831399	177.7856	47.85613	0.0000
At most 4 *	0.729300	88.77449	29.79707	0.0000
At most 5 *	0.358351	23.43721	15.49471	0.0026
At most 6	0.024720	1.251545	3.841466	0.2633

Trace test indicates 6 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

ANEXO C - Resultados do teste de cointegração (Johansen Cointegration Test) para as séries temporais de preços

Vector Autoregression Estimates

Date: 01/12/11 Time: 17:13

Sample (adjusted): 2006M06 2010M08

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	SOJA	CANA	DIESEL	ETANOL	OLEO	GASOL	PETROL
SOJA(-1)	0.591007 (0.22144) [2.66899]	0.013869 (0.01159) [1.19641]	0.312272 (0.19251) [1.62208]	0.569698 (0.67684) [0.84170]	2.315182 (0.99837) [2.31896]	0.041453 (0.15646) [0.26495]	-26.60418 (58.5754) [-0.45419]
SOJA(-2)	0.239061 (0.27108) [0.88187]	-0.007645 (0.01419) [-0.53874]	-0.115632 (0.23568) [-0.49064]	-0.658279 (0.82860) [-0.79444]	0.789792 (1.22222) [0.64619]	-0.084604 (0.19154) [-0.44171]	55.77645 (71.7090) [0.77782]
SOJA(-3)	0.111661 (0.22651) [0.49296]	0.014161 (0.01186) [1.19424]	0.149390 (0.19693) [0.75860]	1.369566 (0.69237) [1.97809]	1.140007 (1.02126) [1.11627]	0.174271 (0.16004) [1.08889]	16.23973 (59.9187) [0.27103]
SOJA(-4)	0.494656 (0.27544) [1.79589]	-0.011677 (0.01442) [-0.80983]	0.310275 (0.23946) [1.29572]	-1.524864 (0.84191) [-1.81120]	1.419040 (1.24185) [1.14269]	-0.118676 (0.19461) [-0.60981]	36.89531 (72.8604) [0.50638]
SOJA(-5)	-0.394459 (0.26078) [-1.51261]	-0.006927 (0.01365) [-0.50743]	-0.524848 (0.22672) [-2.31496]	0.607813 (0.79711) [0.76252]	-2.970949 (1.17576) [-2.52683]	0.031889 (0.18426) [0.17307]	-9.909906 (68.9833) [-0.14366]



Vector Autoregression Estimates

Date: 01/12/11 Time: 17:13

Sample (adjusted): 2006M06 2010M08

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	SOJA	CANA	DIESEL	ETANOL	OLEO	GASOL	PETROL
CANA(-1)	-0.624976 (4.82285) [-0.12959]	0.469329 (0.25247) [1.85893]	-6.242695 (4.19293) [-1.48886]	-6.324456 (14.7416) [-0.42902]	23.45498 (21.7444) [1.07867]	-1.207982 (3.40760) [-0.35450]	1411.405 (1275.77) [1.10632]
CANA(-2)	-0.564993 (5.27608) [-0.10709]	-0.024340 (0.27620) [-0.08813]	-1.324746 (4.58697) [-0.28881]	10.57474 (16.1270) [0.65572]	-32.09222 (23.7879) [-1.34910]	5.241445 (3.72784) [1.40603]	-2457.262 (1395.66) [-1.76064]
CANA(-3)	2.538070 (5.71010) [0.44449]	0.216971 (0.29892) [0.72585]	2.020549 (4.96430) [0.40702]	-34.88274 (17.4536) [-1.99859]	24.40002 (25.7447) [0.94777]	-9.180660 (4.03449) [-2.27554]	684.5175 (1510.47) [0.45318]
CANA(-4)	2.144538 (6.14733) [0.34886]	0.080092 (0.32181) [0.24888]	2.141450 (5.34442) [0.40069]	43.92555 (18.7901) [2.33770]	-18.80809 (27.7161) [-0.67860]	9.258978 (4.34342) [2.13172]	-852.9504 (1626.13) [-0.52453]
CANA(-5)	-2.714244 (5.02102) [-0.54058]	-0.013905 (0.26285) [-0.05290]	3.150048 (4.36522) [0.72162]	-12.12071 (15.3474) [-0.78976]	12.86436 (22.6379) [0.56827]	-4.579367 (3.54762) [-1.29083]	496.0719 (1328.19) [0.37349]

Vector Autoregression Estimates

Date: 01/12/11 Time: 17:13

Sample (adjusted): 2006M06 2010M08

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	SOJA	CANA	DIESEL	ETANOL	OLEO	GASOL	PETROL
DIESEL(-1)	0.622642 (0.23534) [2.64566]	0.002181 (0.01232) [0.17701]	0.909860 (0.20461) [4.44688]	-0.211749 (0.71936) [-0.29436]	0.076700 (1.06108) [0.07228]	0.009332 (0.16628) [0.05612]	-37.04005 (62.2549) [-0.59497]
DIESEL(-2)	0.101942 (0.33621) [0.30321]	-0.010883 (0.01760) [-0.61836]	-0.428728 (0.29230) [-1.46676]	0.160873 (1.02766) [0.15654]	-0.193352 (1.51584) [-0.12755]	-0.001044 (0.23755) [-0.00439]	0.154039 (88.9358) [0.00173]
DIESEL(-3)	-0.689235 (0.33666) [-2.04729]	0.015628 (0.01762) [0.88675]	0.031124 (0.29269) [0.10634]	0.503407 (1.02904) [0.48920]	-2.849873 (1.51786) [-1.87756]	0.125866 (0.23787) [0.52914]	-80.82931 (89.0547) [-0.90764]
DIESEL(-4)	0.027528 (0.34872) [0.07894]	0.004698 (0.01826) [0.25737]	-0.067386 (0.30318) [-0.22227]	-0.611070 (1.06591) [-0.57328]	-0.028226 (1.57226) [-0.01795]	-0.193622 (0.24639) [-0.78583]	-102.1537 (92.2462) [-1.10740]
DIESEL(-5)	0.090265 (0.30414) [0.29679]	0.021793 (0.01592) [1.36878]	0.423029 (0.26442) [1.59987]	0.873292 (0.92964) [0.93939]	-0.226204 (1.37125) [-0.16496]	0.142029 (0.21489) [0.66094]	19.37891 (80.4528) [0.24087]

Vector Autoregression Estimates

Date: 01/12/11 Time: 17:13

Sample (adjusted): 2006M06 2010M08

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	SOJA	CANA	DIESEL	ETANOL	OLEO	GASOL	PETROL
ETANOL(-1)	-0.192191 (0.20365) [-0.94372]	0.011694 (0.01066) [1.09687]	-0.198568 (0.17705) [-1.12152]	1.383620 (0.62249) [2.22272]	-2.145728 (0.91819) [-2.33690]	0.129154 (0.14389) [0.89758]	-60.50670 (53.8714) [-1.12317]
ETANOL(-2)	0.071862 (0.17561) [0.40922]	-0.000810 (0.00919) [-0.08809]	0.077165 (0.15267) [0.50543]	-1.248528 (0.53676) [-2.32603]	1.128805 (0.79174) [1.42572]	-0.251011 (0.12408) [-2.02305]	-0.257516 (46.4525) [-0.00554]
ETANOL(-3)	-0.068349 (0.14726) [-0.46415]	0.006630 (0.00771) [0.86003]	0.073158 (0.12802) [0.57144]	1.316792 (0.45011) [2.92549]	-0.651038 (0.66393) [-0.98059]	0.294713 (0.10404) [2.83255]	-17.41010 (38.9534) [-0.44695]
ETANOL(-4)	0.314629 (0.16721) [1.88166]	0.012742 (0.00875) [1.45566]	0.171302 (0.14537) [1.17839]	-0.287407 (0.51109) [-0.56234]	1.961542 (0.75388) [2.60193]	-0.119957 (0.11814) [-1.01537]	69.37128 (44.2310) [1.56839]
ETANOL(-5)	-0.125727 (0.12676) [-0.99187]	-0.017493 (0.00664) [-2.63626]	-0.164415 (0.11020) [-1.49194]	-0.477533 (0.38745) [-1.23250]	-1.110665 (0.57150) [-1.94340]	-0.020795 (0.08956) [-0.23218]	-13.74080 (33.5308) [-0.40980]

Vector Autoregression Estimates

Date: 01/12/11 Time: 17:13

Sample (adjusted): 2006M06 2010M08

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	SOJA	CANA	DIESEL	ETANOL	OLEO	GASOL	PETROL
OLEO(-1)	-0.051123 (0.05031) [-1.01626]	0.000514 (0.00263) [0.19524]	-0.123985 (0.04373) [-2.83493]	-0.169990 (0.15376) [-1.10552]	0.545424 (0.22681) [2.40479]	-0.043262 (0.03554) [-1.21717]	-11.01264 (13.3070) [-0.82758]
OLEO(-2)	0.059061 (0.06412) [0.92106]	0.002846 (0.00336) [0.84785]	0.174738 (0.05575) [3.13444]	0.305866 (0.19600) [1.56054]	-0.280122 (0.28911) [-0.96892]	0.054258 (0.04531) [1.19759]	17.74426 (16.9622) [1.04611]
OLEO(-3)	0.048196 (0.07566) [0.63701]	-0.004718 (0.00396) [-1.19126]	-0.050640 (0.06578) [-0.76986]	-0.335964 (0.23127) [-1.45272]	0.417158 (0.34113) [1.22289]	-0.062469 (0.05346) [-1.16857]	5.729805 (20.0142) [0.28629]
OLEO(-4)	-0.101511 (0.06397) [-1.58673]	0.001559 (0.00335) [0.46538]	-0.009368 (0.05562) [-0.16844]	0.303679 (0.19555) [1.55297]	-0.600470 (0.28844) [-2.08179]	0.053747 (0.04520) [1.18905]	12.73873 (16.9230) [0.75275]
OLEO(-5)	-0.101166 (0.05585) [-1.81152]	-0.005060 (0.00292) [-1.73078]	0.041514 (0.04855) [0.85505]	-0.405505 (0.17070) [-2.37554]	0.357614 (0.25179) [1.42029]	-0.068556 (0.03946) [-1.73744]	1.643800 (14.7727) [0.11127]

Vector Autoregression Estimates

Date: 01/12/11 Time: 17:13

Sample (adjusted): 2006M06 2010M08

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	SOJA	CANA	DIESEL	ETANOL	OLEO	GASOL	PETROL
GASOL(-1)	0.043619 (0.81509) [0.05351]	-0.019475 (0.04267) [-0.45643]	0.909859 (0.70863) [1.28397]	0.625290 (2.49142) [0.25098]	3.971990 (3.67493) [1.08083]	1.109643 (0.57590) [1.92679]	142.0152 (215.612) [0.65866]
GASOL(-2)	0.152859 (0.91716) [-0.16667]	0.029856 (0.04801) [0.62184]	0.164959 (0.79737) [0.20688]	0.898834 (2.80342) [0.32062]	-1.763183 (4.13514) [-0.42639]	-0.305298 (0.64802) [-0.47112]	33.38893 (242.613) [0.13762]
GASOL(-3)	-0.386726 (0.67881) [-0.56971]	-0.046314 (0.03554) [-1.30333]	-0.758915 (0.59015) [-1.28597]	-2.780550 (2.07487) [-1.34011]	-0.299317 (3.06051) [-0.09780]	-0.477701 (0.47962) [-0.99601]	58.64067 (179.563) [0.32657]
GASOL(-4)	-1.072642 (0.64254) [-1.66938]	-0.010235 (0.03364) [-0.30430]	0.119697 (0.55862) [0.21427]	0.055087 (1.96400) [0.02805]	-4.061627 (2.89697) [-1.40202]	0.152115 (0.45399) [0.33506]	-315.5518 (169.969) [-1.85653]
GASOL(-5)	0.392983 (0.62921) [0.62456]	0.088396 (0.03294) [2.68364]	0.769301 (0.54703) [1.40632]	2.418062 (1.92327) [1.25727]	2.588106 (2.83689) [0.91230]	0.177892 (0.44457) [0.40014]	167.6710 (166.443) [1.00738]

Vector Autoregression Estimates

Date: 01/12/11 Time: 17:13

Sample (adjusted): 2006M06 2010M08

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	SOJA	CANA	DIESEL	ETANOL	OLEO	GASOL	PETROL
PETROL(-1)	-0.000291 (0.00102) [-0.28515]	0.000103 (5.3E-05) [1.92241]	0.000462 (0.00089) [0.52149]	0.003354 (0.00311) [1.07669]	-0.005848 (0.00459) [-1.27278]	0.000597 (0.00072) [0.82872]	0.403206 (0.26956) [1.49577]
PETROL(-2)	0.000592 (0.00105) [0.56592]	-1.10E-06 (5.5E-05) [-0.02002]	0.001222 (0.00091) [1.34361]	0.000663 (0.00320) [0.20722]	0.001251 (0.00472) [0.26511]	5.65E-05 (0.00074) [0.07638]	-0.038486 (0.27675) [-0.13906]
PETROL(-3)	-0.000456 (0.00095) [-0.47929]	-1.89E-05 (5.0E-05) [-0.37904]	-0.001518 (0.00083) [-1.83377]	-0.001837 (0.00291) [-0.63110]	-0.000161 (0.00429) [-0.03747]	-0.000334 (0.00067) [-0.49632]	-0.043235 (0.25185) [-0.17167]
PETROL(-4)	-0.000842 (0.00102) [-0.82859]	6.75E-05 (5.3E-05) [1.26899]	-0.000307 (0.00088) [-0.34713]	0.002295 (0.00311) [0.73906]	0.001171 (0.00458) [0.25570]	0.000286 (0.00072) [0.39791]	-0.099821 (0.26877) [-0.37140]
PETROL(-5)	0.002112 (0.00087) [2.43404]	-2.40E-05 (4.5E-05) [-0.52919]	0.001326 (0.00075) [1.75856]	0.001446 (0.00265) [0.54545]	0.004057 (0.00391) [1.03726]	0.000436 (0.00061) [0.71102]	-0.120904 (0.22950) [-0.52681]

Vector Autoregression Estimates

Date: 01/12/11 Time: 17:13

Sample (adjusted): 2006M06 2010M08

Included observations: 51 after adjustments

Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

	SOJA	CANA	DIESEL	ETANOL	OLEO	GASOL	PETROL
C	2.428581 (1.21375) [2.00088]	-0.158602 (0.06354) [-2.49614]	-2.556276 (1.05522) [-2.42249]	-3.648646 (3.71000) [-0.98346]	4.750089 (5.47237) [0.86801]	0.595907 (0.85758) [0.69487]	192.5693 (321.070) [0.59977]
R-squared	0.993633	0.986031	0.990954	0.946253	0.987373	0.957121	0.984392
Adj. R-squared	0.978778	0.953435	0.969847	0.820842	0.957909	0.857070	0.947975
Sum sq. resids	0.004870	1.33E-05	0.003681	0.045501	0.098997	0.002431	340.7782
S.E. equation	0.018019	0.000943	0.015665	0.055076	0.081239	0.012731	4.766398
F-statistic	66.88656	30.25072	46.94922	7.545237	33.51111	9.566350	27.03073
Log likelihood	163.6743	314.1151	170.8124	106.6913	86.86858	181.3894	-120.8007
Akaike AIC	-5.006833	-10.90647	-5.286762	-2.772209	-1.994846	-5.701545	6.149048
Schwarz SC	-3.643192	-9.542831	-3.923121	-1.408568	-0.631205	-4.337904	7.512690
Mean dependent	0.613333	0.037163	1.754843	1.280647	1.878065	2.176255	75.03745
S.D. dependent	0.123688	0.004371	0.090214	0.130121	0.395976	0.033675	20.89700
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.11E-22					
Determinant resid covariance		4.02E-26					
Log likelihood		984.5628					
Akaike information criterion		-28.72795					
Schwarz criterion		-19.18246					

## ANEXO D - Causalidade de Granger estimada a partir de um VAR

## VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Date: 01/12/11 Time: 17:19

Sample: 2006M01 2010M08

Included observations: 51

## Dependent variable: SOJA

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CANA	0.878261	5	0.9718
DIESEL	19.14836	5	0.0018
ETANOL	7.830337	5	0.1658
OLEO	17.07952	5	0.0044
GASOL	18.26568	5	0.0026
PETROL	10.77905	5	0.0559
All	85.12917	30	0.0000

## Dependent variable: CANA

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SOJA	3.908493	5	0.5627
DIESEL	5.758270	5	0.3305
ETANOL	10.74194	5	0.0567
OLEO	5.367783	5	0.3727
GASOL	10.10639	5	0.0723
PETROL	6.919798	5	0.2267
All	39.48339	30	0.1153

## Dependent variable: DIESEL

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SOJA	10.28074	5	0.0677
CANA	8.886665	5	0.1137
ETANOL	5.479425	5	0.3602
OLEO	18.58621	5	0.0023
GASOL	8.204883	5	0.1453
PETROL	6.842703	5	0.2326
All	66.93651	30	0.0001



## VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Date: 01/12/11 Time: 17:19

Sample: 2006M01 2010M08

Included observations: 51

## Dependent variable: ETANOL

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SOJA	7.778577	5	0.1689
CANA	6.928205	5	0.2260
DIESEL	1.467443	5	0.9168
OLEO	7.868947	5	0.1636
GASOL	3.448745	5	0.6312
PETROL	3.906320	5	0.5630
All	37.58138	30	0.1608

## Dependent variable: OLEO

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SOJA	18.97832	5	0.0019
CANA	2.306529	5	0.8053
DIESEL	16.91954	5	0.0047
ETANOL	12.98903	5	0.0235
GASOL	7.473788	5	0.1877
PETROL	14.49180	5	0.0128
All	58.52100	30	0.0014

## Dependent variable: GASOL

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SOJA	1.536613	5	0.9088
CANA	6.949333	5	0.2244
DIESEL	0.813238	5	0.9762
ETANOL	9.835581	5	0.0800
OLEO	5.678133	5	0.3388
PETROL	2.480276	5	0.7795
All	32.47636	30	0.3457

## VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Date: 01/12/11 Time: 17:19

Sample: 2006M01 2010M08

Included observations: 51

Dependent variable: PETROL

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
SOJA	3.728558	5	0.5891
CANA	5.179169	5	0.3944
DIESEL	14.74819	5	0.0115
ETANOL	7.980818	5	0.1573
OLEO	9.912254	5	0.0778
GASOL	6.189589	5	0.2882
All	59.82095	30	0.0010