



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO

ANNELISA ARRUDA DE BRITO

**PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL E AS
EXPORTAÇÕES DO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL DA SOJA**

GOIÂNIA

2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: Annelisa Arruda de Brito

Título do trabalho: Programa nacional de produção e uso de biodiesel e as exportações do complexo agroindustrial da soja

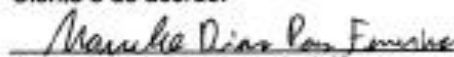
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ **SIM** ☐ **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 01/03/2018

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Versão atualizada em setembro de 2017.

² A assinatura deve ser escaneada.

ANNELISA ARRUDA DE BRITO

**PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL E AS
EXPORTAÇÕES DO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronegócio, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de mestre. **Área de Concentração:** Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais
Linha de Pesquisa: Competitividade e Gestão do Agronegócio

Orientadora: Prof.^a. Sônia Milagres Teixeira, PhD.

Co-Orientador: Prof. Dr. Marcelo Dias Paes Ferreira

GOIÂNIA

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Arruda de Brito, Annelisa
PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL
E AS EXPORTAÇÕES DO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL DA SOJA
[manuscrito] / Annelisa Arruda de Brito, Sônia Milagres Teixeira,
Marcelo Dias Paes Ferreira. - 2018.
XLIII, 43 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Sônia Milagres Teixeira; co-orientadora
Marcelo Dias Paes Ferreira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EAEA), Programa de Pós
Graduação em Agronegócio, Goiânia, 2018.

Bibliografia.

Inclui gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. ARDL. 2. Farelo de Soja. 3. Modelo de oferta de exportação. 4.
Óleo de Soja. I. Milagres Teixeira, Sônia. II. Dias Paes Ferreira, Marcelo.
III. Milagres Teixeira, Sônia, orient. IV. Dias Paes Ferreira, Marcelo, co
orient. V. Título.

CDU 33:349.42



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO - PPAGRO

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
ANNELISA ARRUDA DE BRITO – Aos vinte dias do mês de março de dois mil e dezoito (20/03/2018), às 09h00min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof.^a Dr.^a Sônia Milagres Teixeira (orientador/Presidente/ PPAGRO/EA/UFG), Prof. Dr. Guilherme Resende de Oliveira (membro externo/EMATER-GO) e Prof. Dr. Cleyzer Adrian da Cunha (membro interno/PPAGRO/UFG) para, sob a presidência da primeira, e em sessão pública realizada na Sala 09/EA/PPAGRO, procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: “**PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL E AS EXPORTAÇÕES DO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL DA SOJA**”, em nível de **Mestrado**, área de concentração em **Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais**, de autoria de **Annelisa Arruda de Brito**, discente do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.^a Dr.^a Sônia Milagres Teixeira, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida à autora da dissertação que, em 30 minutos procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu a examinanda, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1075/2011 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA** por unanimidade, sendo cumpridos os requisitos para fins de obtenção do título de **MESTRE EM AGRONEGÓCIO**, na área de concentração em **Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais** pela Universidade Federal de Goiás. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega, na secretaria do programa, da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções, no prazo de até 30 dias. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo científico, oriundo dessa dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional depois de atendidas às modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades de pauta, às 11h00min, a presidente da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação e para constar eu, Lindinalva de Oliveira Teixeira, secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada será assinada pelos membros da Banca Examinadora em três vias de igual teor.


Prof.^a Dr.^a Sônia Milagres Teixeira
Orientador-Presidente /PPAGRO/EA/UFG


Prof. Dr. Guilherme Resende de Oliveira
Membro externo/EMATER - GO


Prof. Dr. Cleyzer Adrian da Cunha
Membro interno/PPAGRO/UFG

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, que independente de qualquer coisa se dispuseram a me ajudar nessa caminhada, do começo ao fim.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio (PPAGRO) que proporcionou as condições para a realização deste trabalho.

Aos amigos companheiros do mestrado, pelas conversas, conhecimentos e experiências compartilhados ao longo desses anos que se passaram. Muito obrigada.

Aos professores do programa pelo conhecimento passado a nós, que foi de grande importância no processo da construção do trabalho.

A minha orientadora, Sônia Milagres, muito obrigada pela paciência e pela oportunidade de conviver com os ensinamentos.

Ao meu co-orientador, Marcelo Dias Paes Ferreira, por me auxiliar na preparação e realização deste trabalho, muito obrigada pelos conhecimentos e ensinamentos passados nesses últimos tempos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Problematização e justificativa.....	15
1.2. Hipótese.....	15
1.3. Objetivo Geral.....	15
1.3.1. Objetivos Específicos.....	16
2. BIODIESEL NO BRASIL.....	16
2.1. Comercialização do Biodiesel – Leilões.....	17
2.2. O Agronegócio do Biodiesel e Suas Matérias-Primas	18
2.3. Mercados do Complexo Soja – Óleo de Soja e Farelo de Soja.....	21
3. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	22
3.1. Comércio Internacional	25
3.2. Competitividade de Exportação.....	26
4. METODOLOGIA.....	27
4.1. Análise de Séries Temporais - Testes de Estacionariedade.....	28
4.2. Co-integração.....	29
4.3. Fonte de dados e descrição das variáveis.....	31
5. RESULTADOS DA ESTIMAÇÃO.....	31
6. CONCLUSÕES.....	37
REFERENCIAL.....	40

RESUMO

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) foi criado para incentivar o uso de combustíveis renováveis e promover a inclusão de agricultores familiares na produção da matéria-prima utilizada em sua fabricação, porém cabe destacar a possibilidade de se incentivar as indústrias do complexo soja a beneficiarem o grão, o qual é a principal fonte da matéria-prima utilizada e assim comercializar os coprodutos desse processamento. O objetivo deste trabalho foi determinar o modelo de oferta de exportação para o farelo de soja e para o óleo de soja no Brasil em relação a quantidade de biodiesel produzida a partir do óleo de soja como fonte de matéria-prima, destacando o papel do aumento da produção de biodiesel oriundo da soja, na variação das exportações dos coprodutos oriundos do processamento. Os modelos econométricos foram baseados no Modelo Autorregressivo de Defasagem Distribuída (ARDL). Os resultados mostraram que para a exportação do farelo de soja, a longo-prazo, o preço da saca de soja, a quantidade de biodiesel produzida, a taxa de câmbio, o PIB do Brasil e as exportações mundiais irão influenciar na quantidade exportada de farelo de soja. Para a exportação do óleo de soja, apenas o PIB brasileiro e as exportações mundiais apresentaram influência significativa a longo-prazo nas exportações. A quantidade de biodiesel possui influência positiva nas exportações do complexo agroindustrial da soja, demonstrando que um aumento na sua produção ocasiona também um aumento nas exportações, implicando o fato de que o programa governamental tem condições de incentivar a indústria processadora e assim se obter uma melhor competitividade da indústria e um maior ganho nas exportações.

Palavras-chave: ARDL, Farelo de Soja, Modelo de oferta de exportação, Óleo de Soja,

ABSTRACT

The National Program for the Production and Use of Biodiesel (PNPB) was created to encourage the use of renewable fuels and to promote the inclusion of Family farmers in the production of the feedstock used in its manufacture. However, it is worth to highlight the possibility of encouraging soybean industries to benefit the grain, which is a major source of feedstock used and thus commercialize the co-products of this process. The objective of this work was to determine the export supply model for soybean meal and for soybean oil in Brazil, highlighting the role of increased soybean biodiesel production in the variation of the export offer of co-products from processing. The econometric models were based on the Autoregressive Distributed Lag Model (ARDL). The results showed that for the soybean meal export, the significant variables in a long-run relationship was the soybean price, the quantity of biodiesel produced, the exchange rate, the Brazilian PIB and the world trade. For the soybean oil export, the only significant variables in a long-run relationship were the Brazilian PIB and the world trade. The quantity of biodiesel produced had a positive influence on the exports of the soybean agroindustrial complex, demonstrating that an increase in its production also leads to an increase in exports, implying that the government program is able to encourage the processing industry and thus obtain a better competitiveness of the industry and greater gains in exports.

Key-words: ARDL, Economic model of export, Soybean meal, Soybean oil.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual da soja em grão processada, quantidade de farelo e óleo de soja produzidos e a quantidade de biodiesel produzida no período de 2008 a 2017.....	19
Tabela 2 – Testes de raiz unitária ADF e KPSS para as variáveis logaritmizadas, utilizadas nos modelos de exportação de farelo de soja e óleo de soja, de janeiro de 2008 a dezembro de 2017.....	32
Tabela 3 – Seleção de defasagem para os modelos de oferta de exportação.....	33
Tabela 4 – Valores dos testes estatísticos de autocorrelação e heterocedasticidade.....	34
Tabela 5 – Resultado <i>Bound Test</i> para o modelo de exportação de farelo de soja.....	34
Tabela 6 – Resultado <i>Bound Test</i> para o modelo de exportação do óleo de soja.....	35
Tabela 7 – Decomposição dos coeficientes do modelo de exportação do farelo de soja a longo-prazo.....	35
Tabela 8 – Decomposição dos coeficientes do modelo de exportação do óleo de soja a longo-prazo.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação das principais matérias-primas na produção do biodiesel.....	20
Figura 2 – Relação entre a produção de biodiesel e a produção de farelo de soja.....	20
Figura 3 – Relação entre a produção de biodiesel e a produção de óleo de soja.....	21
Figura 4 – Exportação de farelo de soja (1000t) no período de 2007 a 2016.....	26

1. INTRODUÇÃO

Segundo Demirbas (2009), os programas de biocombustíveis foram adotados por diversos países ao longo dos últimos anos com justificativas econômicas, ambientais e sociais. Tais programas visam reduzir a emissão de gases do efeito estufa e reduzir a dependência econômica de combustíveis fósseis. O Brasil possui um programa de uso de etanol bem estabelecido desde a década de 1970, tendo lançado em 2004 o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Em relação ao álcool, outra fonte de combustível e que também é um dos insumos utilizados no processo de fabricação do biodiesel, segundo Meirelles (2003) é a opção preferencial quando na forma de etanol, sendo produzido nacionalmente em larga escala, a partir da cana-de-açúcar e a custos altamente competitivos, enquanto o metanol, além de ser tóxico, necessita importação.

A grande vantagem do biodiesel é que ele não requer adaptações dos motores do ciclo diesel, como ocorre com o uso de outros combustíveis limpos tais como o gás natural ou biogás. O biodiesel pode ser utilizado misturado ao diesel mineral, ou utilizado como combustível puro (Meirelles, 2003; Brasil, 2004). Outra vantagem é que o uso do biodiesel pode reduzir as emissões líquidas de gás carbônico – CO₂. (BRASIL, 2004).

O interesse pelo biodiesel ressurgiu no final dos anos 90, devido aos aumentos nas cotações internacionais do petróleo assim como o interesse do Governo Federal em reduzir as importações visando diminuir a dependência do setor energético. Assim, no ano de 2002 em 30 de outubro, o Ministério da Ciência e Tecnologia lançou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel – PROBIODIESEL que dava continuidade ao desenvolvimento do uso dos óleos vegetais como alternativa energética e tinha o objetivo de fomentar a produção e o uso do biodiesel no país, de modo a atingir a viabilidade técnica, socioambiental e econômica desse combustível. (Meirelles, 2003). Por fim, em 06 de dezembro de 2004, foi lançado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel - PNPB, que estabeleceu as bases legais para a introdução do biodiesel por meio de parcelas a serem adicionadas na quantidade de combustível diesel na Matriz Energética Brasileira (BRASIL, 2014).

Para autores como Garcez e Vianna (2009), César e Batalha (2010a) e Pousa, Santos, e Suarez (2007), as diretrizes do PNPB eram criar a base para a oferta de biodiesel para atender questões ambientais e econômicas e inserir agricultores familiares nesse processo, sendo que

além dessas duas questões principais, segundo Demirbas (2009), a produção de biodiesel pode aumentar o valor agregado da produção agrícola por meio de processamento das oleaginosas, reduzir o risco de desabastecimento de derivados do petróleo importados e reduzir as importações de combustíveis, equilibrando as contas nacionais.

Para a produção de biocombustíveis, se faz o uso de óleos vegetais. Com o rápido crescimento das indústrias globais de biocombustíveis, a demanda por essa matéria-prima é cada vez maior. Isso resulta em um considerável crescimento nos produtos derivados da produção de óleos vegetais, como por exemplo o farelo de soja que é obtido quando se processa o grão para a obtenção do óleo vegetal no uso da fabricação do biodiesel.

Em todo o mundo a demanda por biodiesel tem sido moldada por políticas públicas que fornecem benefícios fiscais e estipulam misturas obrigatórias com o diesel originado do petróleo (Charles *et al.*, 2007; Peters; Thielmann, 2008). No Brasil não é diferente. Desde o lançamento do PNPB, a produção de biodiesel tem crescido rapidamente. Atualmente, a adição obrigatória é de 5% de biodiesel ao diesel de petróleo. No entanto, a iniciativa do PNPB vem esbarrando nos elevados custos de transação relacionados ao gerenciamento de muitas pequenas propriedades rurais. O Brasil é um grande produtor de soja em grãos, não obstante o farelo de soja ser o principal produto derivado da soja, nos últimos anos, o excedente de óleo de soja foi direcionado ao mercado de biodiesel, aumentando a competitividade comercial. Porém a demanda por esmagamento do grão depende não só do incremento no consumo de produtos derivados, mas também de outros fatores (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Um fator que colaborou para o crescimento das exportações não só do grão, mas do complexo soja, foi a desvalorização cambial de 1999, conforme pesquisa de Coronel *et al.* (2008). Outro fator que afeta a possível exportação do farelo e sua competitividade, são os custos de produção dos produtores de soja; a competitividade preço, que reflete a política de câmbio dos países; a qualidade dos produtos e a tecnologia adotada em cada região produtora; a competitividade territorial, que diz respeito aos fatores naturais da região, como as condições pluviométricas e as extensas planícies do cerrado brasileiro; e, por fim, o papel do Estado na provisão de infraestrutura e na formulação de políticas explícitas, como as políticas agrícolas, ou implícitas, como as de comércio exterior e regime cambial (SAMPAIO *et al.*, 2012).

O incentivo de políticas públicas no passado fez com que o Complexo Soja alcançasse um patamar competitivo expressivo, como um exemplo clássico, a Lei Kandir que permitiu a exportação de produtos in natura com uma completa desoneração do imposto sobre as mercadorias. Como mostram Barros *et al* (2006), a economia brasileira por ser caracterizada pela produção concentrada de commodities agrícolas, com a implementação dessa lei teve uma queda nos índices de exportação de mercadorias industrializadas.

Além disso, Barros *et al* (2006) ainda acrescentam que para produtos de maior valor agregado como óleos, produtos de couro e sucos, os controles aduaneiros e tarifas são mais rígidos, sendo importante o Brasil negociar a redução dessas tarifas sobre tais produtos. Ligada à competitividade, a distribuição do mercado está associada às políticas, tanto dos exportadores como dos importadores, como no caso da China e da Índia.

Mesmo após sua entrada na OMC a China ainda manteve sua política de barreiras diferenciadas para os derivados, com o intuito de importar grãos e processá-los internamente, promovendo sua indústria de esmagamento, embora tenha se tornado o maior importador de óleo. A Índia, apesar de não ser um grande importador, no geral, adotou a mesma política, embora também se destaque como grande importador de óleo de soja (SAMPAIO *et al.*, 2012).

Como exemplo de políticas públicas, tem-se o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), criado a princípio para incentivar a inclusão de agricultores familiares na produção da matéria-prima utilizada na fabricação do biodiesel, além de incentivar o uso do biocombustível na parcela da fabricação do diesel. Porém um ponto importante a ser destacado na criação do programa é a possibilidade de o mesmo incentivar as indústrias do complexo soja a beneficiarem o grão, o qual é a principal fonte da matéria-prima utilizada na fabricação do biodiesel, que no caso é o óleo vegetal, e assim comercializar seus produtos derivados desse processamento.

A agroindústria de óleo vegetal é um elo intermediário nas cadeias produtivas de soja, mamona, dendê e girassol, as quais são as principais fornecedoras de matéria-prima para a indústria de biodiesel (Castro *et al.*, 2010). Os principais insumos utilizados pela agroindústria são os grãos de soja, sementes de canola ou de girassol, as bagas de mamona ou os cachos de dendê, que são submetidos a várias operações – físicas e/ou químicas – que levam à produção de óleo e/ou farelo e/ou torta, conforme o insumo utilizado. A soja, por sua vez, tem como principal

produto o farelo (sendo o óleo um coproduto), sendo que a produção final de óleo bruto depende de fatores como a escala de produção agrícola e do teor de óleo (médio) no grão, além da proporção de produção agrícola destinada ao esmagamento, que neste caso foi de 41% (ABIOVE, 2017).

Castro *et al* (2010) estudaram a participação da cadeia da soja como fornecedora da matéria-prima (óleo vegetal de soja) para a indústria de biodiesel e concluíram que a cadeia da soja chega a ser superior às cadeias da canola, do girassol, da mamona e do dendê, as quais são fornecedoras de óleo vegetal. Porém, a agroindústria da soja apresenta elevada capacidade de refino pelo fato do seu principal mercado ser o alimentício, além de estarem integradas à produção agrícola, produzindo assim a matéria-prima necessária à sua produção de óleo.

1.1. PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Um aumento nas exportações de farelo de soja se torna um fator importante para a competitividade da cadeia agroindustrial da soja, uma vez que outras políticas governamentais apresentam um impacto negativo sobre esse coproduto, como por exemplo a isenção de ICMS para as exportações de soja em grão, o que acarretou na redução das exportações de farelo e óleo de soja (Souza *et al.*, 2007), e a segunda seria a política cambial, que está relacionada com a competitividade das exportações de um modo geral.

Portanto, se torna necessário avaliar a sensibilidade das exportações de tais produtos às variações da taxa de câmbio, dos preços da matéria-prima e dos coprodutos nos mercados internos e externos.

1.2. HIPÓTESE

Nesse panorama, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel teria um impacto negativo sobre as exportações de óleo de soja, uma vez que a demanda interna por essa matéria-prima aumentaria para a produção de biodiesel. Assim, essa política poderia estar gerando um ganho em receita de exportação do farelo e uma redução nas exportações do óleo de soja, dado o aumento da demanda interna para a produção do biodiesel.

1.3. OBJETIVO GERAL

Identificar os efeitos do PNPB e de outros determinantes sobre as exportações de farelo e óleo de soja do complexo agroindustrial no Brasil.

1.3.1. Objetivos Específicos

- Medir o efeito do PNPB, dos preços da matéria-prima, da taxa de câmbio e do preço dos coprodutos sobre as exportações do farelo de soja.
- Avaliar a sensibilidade das exportações de farelo e do óleo de soja às variações na taxa de câmbio, nos preços da soja em grão e dos coprodutos nos mercados internos e externos.

2. BIODIESEL NO BRASIL

Em 06 de dezembro de 2004, foi lançado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel - PNPB, que estabeleceu as bases legais para a introdução do biodiesel na Matriz Energética Brasileira. O programa teve como principal motivador a edição da Lei nº 11.097, de janeiro de 2005, que passou a determinar a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor, em qualquer parte do território nacional. A previsão era que em 2008 o percentual obrigatório seria referente à 2% de biodiesel e 98% de óleo diesel (mistura B2) e a partir de 2013, esse percentual de biodiesel na mistura aumentaria para 5% de biodiesel, com 95% de óleo diesel (mistura B5). Entre julho e outubro de 2014 o teor de mistura de biodiesel ao óleo diesel foi de 6% e entre novembro de 2014 e fevereiro de 2017 foi de 7%. A partir de março de 2017 a mistura passou a ser de 8%, em volume, conforme Lei 13.263/2016 (ANP, 2017).

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB - é um programa interministerial do Governo Federal com o objetivo de implementar de forma sustentável, técnica e economicamente, a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional. As principais diretrizes do PNPB são a implantação de um programa sustentável, promovendo inclusão social, a garantia de preços competitivos, qualidade e suprimento e a produção do biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas.

O Brasil, pela sua imensa extensão territorial, associada às excelentes condições edafoclimáticas, é considerado um país, por excelência, para a exploração da biomassa para fins

alimentícios, químico-energéticos. Estudos divulgados pelo *National Biodiesel Board*, afirmam que o Brasil tem condições de liderar a produção mundial de biodiesel, respondendo a pelo menos 60% da demanda mundial de biodiesel.

No campo das oleaginosas, as matérias-primas potenciais para a produção de óleo diesel vegetal possuem aptidões diversificadas, e dependem da região produtora a ser considerada. Por outro lado, as diversidades sociais, econômicas e ambientais geram distintas motivações regionais para a produção e consumo de combustíveis da biomassa, especialmente quando se trata do biodiesel (FREITAS, 2006).

Apesar da importância destacada do óleo diesel para o Brasil, considerado um consumidor atípico devido ao uso do combustível por parte de transportadores que utilizam caminhões, muitas dificuldades são impostas para a escalada de implementação do biodiesel. A oferta de matérias-primas parece ser uma das principais dificuldades restritivas para a implementação de um programa de produção extensiva de biodiesel. Para tanto uma alternativa seria a organização dos sistemas de produção agrícola, garantindo assim preços justos e seguros para os agricultores.

2.1. COMERCIALIZAÇÃO DO BIODIESEL – LEILÕES

Como o Governo Federal nunca teve qualquer intenção de uniformizar custos, tornou-se recomendável proporcionar estímulo para o surgimento do mercado desse novo combustível e acompanhar seus preços.

Foram então promovidos leilões de compra de biodiesel, os quais somente puderam participar empresas detentoras do Selo Combustível Social e que são conduzidos pela ANP, tendo como objetivos básicos estimular a formação/desenvolvimento do mercado interno de biodiesel, reduzir a assimetria de informações quanto a preços e custos em um mercado ainda nascente e, ao mesmo tempo, antecipar tanto quanto possível as oportunidades de promover a inclusão social. Os leilões fixam um preço de referência e as empresas vencedoras são as que oferecem biodiesel ao menor preço, atendidos os critérios de qualidade exigidos pela ANP.

Produtores e importadores de petróleo estão obrigados a adquirir o biodiesel de acordo com sua participação no mercado, no qual a Petrobras é a maior compradora, completando-se, assim, um ciclo que se inicia com a produção de matérias-primas oleaginosas se estendendo até os postos de distribuição de combustíveis.

Com as medidas em vigor no âmbito do PNPB, todo agente econômico que se interessar em produzir e comercializar biodiesel pode fazê-lo, devendo, inicialmente, obter autorização da ANP, cujos requisitos estão expressos na Resolução no 41, de 24/11/2004. Em seguida, as empresas em condições de usufruir benefícios tributários direcionados à inclusão social e ao desenvolvimento regional devem obter, adicionalmente, o Selo Combustível Social.

O mecanismo dos leilões de compra desempenhou papel importante para o início do mercado do biodiesel. Houve grande interesse das indústrias, evidenciado pela superioridade da quantidade ofertada em relação à arrematada. Os leilões também serviram para reduzir a assimetria de informações (RODRIGUES, 2006).

2.2. O AGRONEGÓCIO DO BIODIESEL E SUAS MATÉRIAS-PRIMAS

A produção mundial do biodiesel, como uma fonte renovável de energia, expandiu-se fortemente nos últimos anos, como consequência de políticas nacionais de substituição do petróleo, adotadas em diversos países. Esta expansão correspondeu a uma produção, no ano de 2007 de 24.000 toneladas para 30.000 toneladas em 2016 (ANP, 2016). O Brasil é o país com maior participação da biomassa como fonte de energia, mundialmente. A produção de biodiesel no Brasil tendo o óleo de soja como matéria-prima apresentou tendência de crescimento no período de 2008 a 2017.

Esse crescimento tímido pode ser explicado pelo fato das indústrias ainda apresentarem capacidade ociosa, como podemos observar na tabela 1, o percentual da produção da soja em grão processada apresenta esse comportamento, mesmo com a indústria do biodiesel tendo aumentado a sua produção no decorrer do período.

Essa capacidade ociosa pode ser explicada pelo fato das principais *commodities* utilizadas como matérias-primas (soja/canola) fazerem parte de cadeias que as utilizam como fonte de alimentos como, por exemplo, o uso do óleo na indústria alimentícia ou do farelo na cadeia de carnes. Outro fator para a ociosidade é a expansão da produção para abastecimento de novas cadeias, o qual toma tempo pois é necessário reestruturar toda a cadeia (implementação, infraestrutura, etc), sendo que, de forma geral, o grande gargalo para esta cadeia é a obtenção regular de matéria-prima, em larga escala (CASTRO, 2010).

Tabela 1 – Percentual da soja em grão processada, quantidade de farelo e óleo de soja produzidos e a quantidade de biodiesel produzida no período de 2008 a 2017.

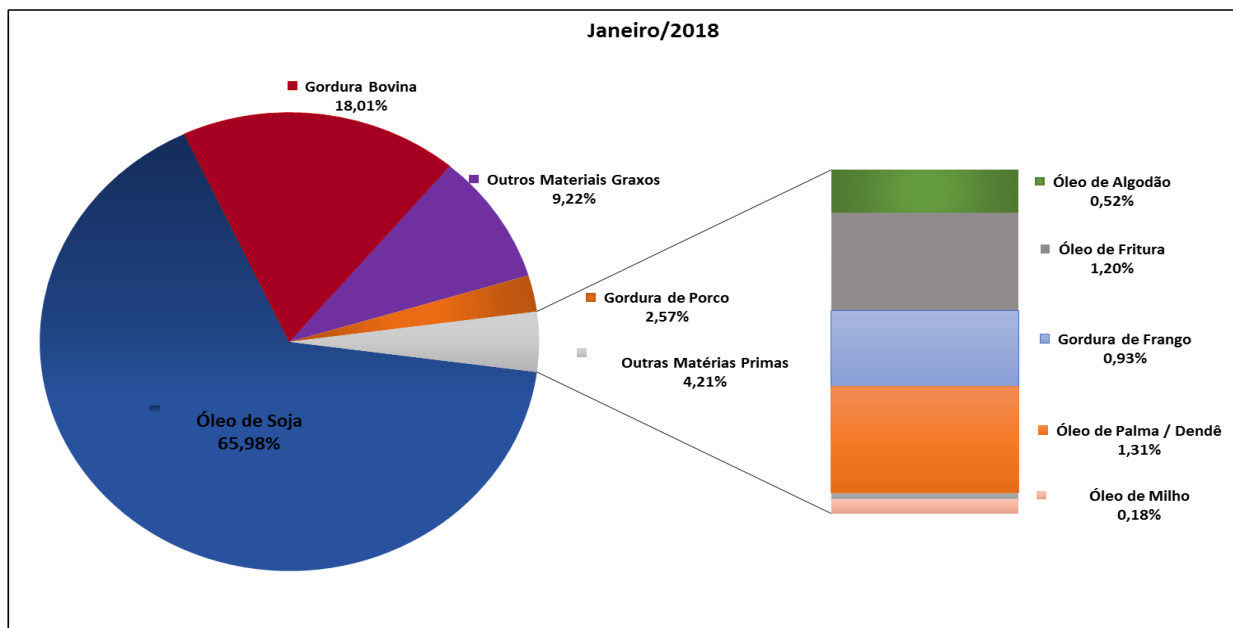
Ano	Produção de soja em grão(1.000t)	Processamento soja em grão (1.000t)	(%)	Produção Farelo de Soja(1.000t)	Produção Óleo de Soja(1.000t)	Produção de biodiesel (m³)
2008	59.936	32.325	53,93	24.502	6.267	801.320
2009	57.383	30.426	53,02	23.287	5.896	1.250.577
2010	68.919	35.506	51,52	26.998	6.928	1.960.822
2011	75.248	37.270	49,53	28.322	7.340	2.152.298
2012	67.920	36.434	53,64	27.767	7.013	2.041.667
2013	81.593	36.238	44,41	27.621	7.075	2.142.990
2014	86.397	37.622	43,55	28.752	7.443	2.551.813
2015	96.994	40.556	41,81	30.765	8.074	3.038.835
2016	96.199	39.531	41,09	30.229	7.885	2.918.031
2017	113.800	41.800	36,73	31.400	8.250	2.747.951

Fonte: ABIOVE, adaptado pela autora.

Apesar da indústria apresentar uma capacidade de processamento ociosa, podemos observar que quase metade do que é produzido ainda é processado (tabela 1) e pelo fato do biodiesel passar a demandar cada vez mais o óleo de soja como fonte principal de matéria-prima, o grão de soja passou a ter um maior processamento para obtenção do óleo, mantendo um comportamento constante à medida em que a produção de biodiesel crescia.

Entre as principais matérias-primas utilizadas para a produção do biodiesel sugeridas pelo PNPB, o óleo de soja desponta como a principal fonte. A cadeia da soja fornece produtos demandados mundialmente, quais sejam a soja em grão, o farelo de soja e o óleo de soja. Devido a uma maior participação do óleo de soja na produção de biodiesel, como apresentado na figura 1, podemos observar um maior processamento de grãos, assim com o aumento da participação do óleo de soja no processamento do biodiesel, a produção de farelo de soja aumenta, como apresentado nas figuras 2 e 3.

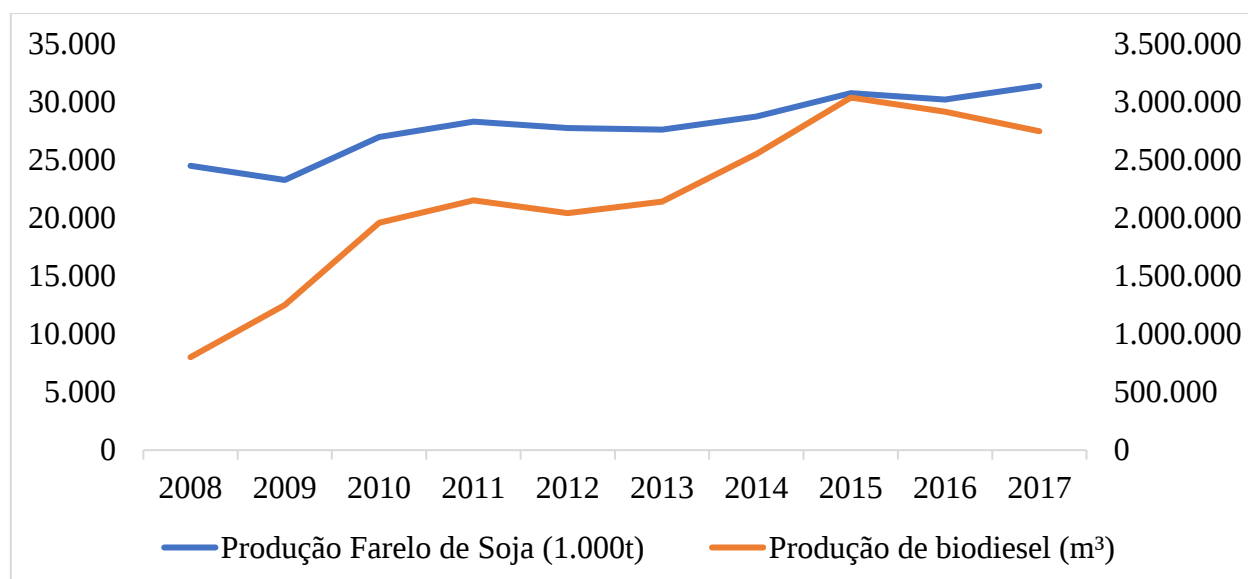
Figura 1 – Participação das principais matérias-primas na produção do biodiesel.



Fonte: Boletim Mensal do Biodiesel – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

No período analisado, podemos observar que a partir de outubro de 2008, com o início da produção de biodiesel com o óleo de soja como principal fonte de matéria-prima, a quantidade produzida de farelo de soja – o seu coproduto – passou a ter um aumento e assim continuou a tendência na sua produção.

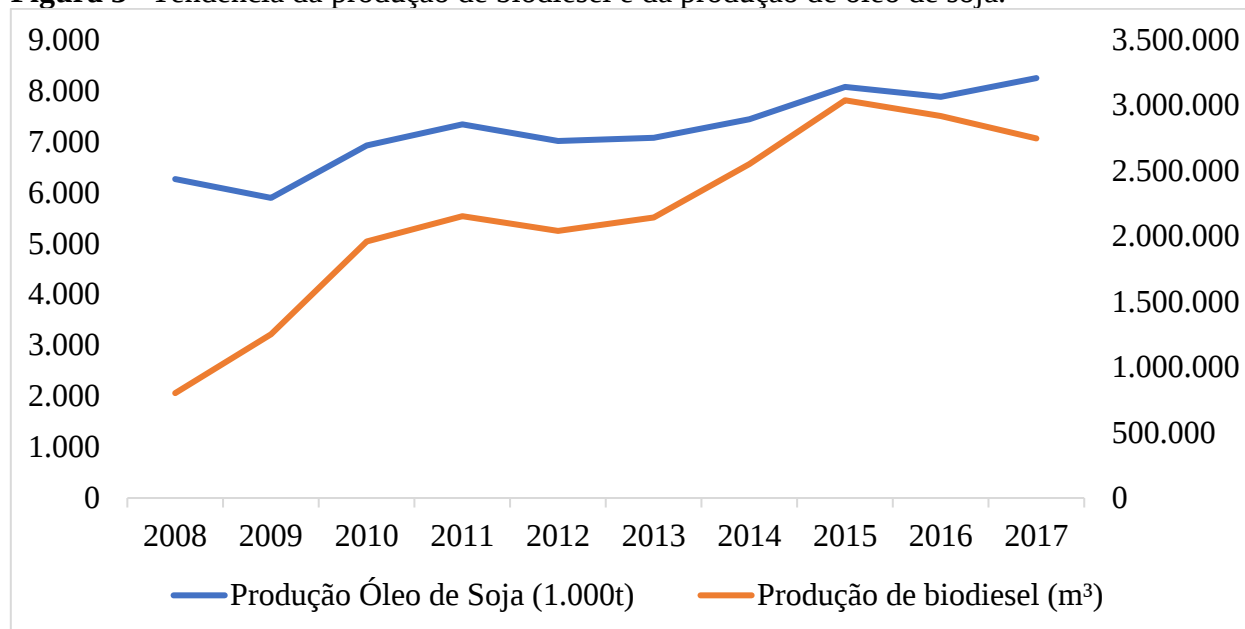
Figura 2 – Comportamento da produção de biodiesel e da produção de farelo de soja.



Fonte: ABIOVE, adaptado pela autora.

Pelo fato do farelo de soja ser um co-produto consequente da produção do óleo de soja, eles apresentam um comportamento semelhante em termos de produção como apresentado na figura abaixo.

Figura 3 –Tendência da produção de biodiesel e da produção de óleo de soja.



Fonte: ABIOVE, adaptado pela autora.

2.3. MERCADOS DO COMPLEXO SOJA – ÓLEO DE SOJA E FARELO DE SOJA

Teoricamente, uma indústria de processamento de soja em concorrência perfeita atinge seu lucro máximo no curto prazo, produzindo o nível de produção fixado, para o qual o custo marginal se iguala à receita marginal. A oferta de exportação, nos mercados do complexo soja, representa o excesso de oferta doméstica, ou seja, a diferença horizontal entre a curva de oferta interna e a curva de demanda interna, considerando nulas as variações de estoque doméstico desses produtos.

No caso do farelo e do óleo, as participações das exportações nacionais desses produtos no comércio mundial têm crescido consideravelmente e, nos últimos anos, ambos os produtos assumiram as posições de maiores exportadores mundiais ao lado de outros exportadores, apresentando no ano de 2016, uma exportação de 14.443.791 toneladas (ANEC, 2016), sendo que de acordo com Siqueira (2004), as exportações brasileiras de farelo de soja foram afetadas significativamente pela Lei Kandir. Os maiores exportadores de farelo de soja são Argentina,

Estados Unidos e Brasil, os quais em conjunto são responsáveis por aproximadamente 60% das exportações mundiais, visto que o crescimento médio anual das exportações dessa *commodity* ficou muito aquém das exportações da década de 1980 (ANEC, 2016).

Os maiores importadores do farelo de soja brasileiro entre os anos de 2008 e 2016 foram Países Baixos (Holanda), França, Alemanha e Tailândia e Coreia do Sul (ANEC, 2016). Conforme já destacado, vários fatores favorecem o efeito competitividade, mas, no caso do farelo de soja, podem-se citar: a estabilização econômica da economia brasileira, com baixas taxas de inflação a partir da implantação do Plano Real, e a desvalorização cambial a partir de 1999, que favoreceu todo o complexo soja, como mostram Fraga *et al.* (2008).

O estudo empírico de funções de importação e de exportação tem sido intenso desde os anos 50 devido à sua utilidade para investigar questões relacionadas com a performance comercial dos países, o papel das políticas comerciais e as implicações de programas de ajustamento (ZINI JÚNIOR, 1988).

Segundo Leamer e Stern (1970) existem duas formulações teóricas que fornecem o cenário geral para a especificação das equações de comércio exterior, uma em que o modelo da economia pequena em que o volume de comércio de um país depende de suas condições internas e assim assumindo que essa economia apresenta uma função de demanda infinitamente preço-elástica por suas exportações e com uma função de oferta de importações também infinitamente preço-elástica. O outro modelo abordado pelos autores consiste na competitividade de dois países, que remove as hipóteses de elasticidades infinitas e explica o volume e o preço do comércio com o auxílio de quatro funções: a oferta e a demanda por exportação e a oferta e a demanda por importação. As relações preço-quantidade que emergem das teorias do consumidor e da produção dão a estrutura teórica para a especificação destas funções.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O preço do bem é uma das variáveis para se explicar a demanda, além de que na curva de demanda a quantidade demandada de um bem ou serviço varia na relação inversa de seu preço, dado as condições constantes. Já para a variável referente a quantidade de biodiesel produzida, tem-se um impacto no quanto de óleo de soja será produzido e assim o quanto de grão será processado para suprir a demanda da matéria-prima a ser utilizada no processo de produção do biodiesel.

O Produto Interno Bruto (PIB) é o principal indicador da atividade econômica de um país, portanto sua escolha como variável é justificada ao expressar o valor da produção dentro das fronteiras geográficas, durante um período determinante, e assim poder representar a renda doméstica na formulação do modelo, além de ser um deslocador da demanda interna, alterando a oferta de exportação.

Exportações são caracterizadas por uma função do crescimento da renda mundial e da taxa real de câmbio, portanto, dada a renda mundial, desvalorizações na taxa real de câmbio estimulam as exportações totais de uma economia, mantidos constantes seus preços internacionais e as elasticidades preço e renda dos bens exportados (Machoski *et al.*, 2015). Assim ao sofrer uma desvalorização cambial, irá apresentar uma alta (como por exemplo, o preço do dólar irá aumentar, em reais) e ao tomarmos a parte da demanda, os compradores estrangeiros irão apresentar uma tendência a comprar mais produtos nacionais e assim os países exportadores irão exportar mais. Já com uma valorização da moeda e consequente concorrência dos produtos estrangeiros, pode ocorrer redução nos preços domésticos. Quando a moeda nacional (Real) se desvaloriza o efeito é contrário e importar se torna mais caro para o país, beneficiando a produção local.

Portanto quanto mais um país exporta do que importa, ou seja, quanto melhores forem os saldos da balança comercial, maior será a quantidade de dólares a entrar no país, podendo levar a uma valorização da moeda.. Já pelo lado da oferta, os exportadores nacionais irão receber mais por dólar exportado, enquanto os exportadores estrangeiros vão receber menos dólares por real. Nesse cenário é possível perceber como uma desvalorização cambial tende a estimular as exportações e a desestimular as importações.

Com as variáveis definidas, uma função linear pode ser usada para expressar cada relação, uma para a quantidade exportada de farelo de soja e a quantidade produzida de biodiesel, apresentada na equação (1) e outra para a quantidade de óleo de soja exportada e a quantidade de biodiesel produzida, apresentada na equação (2).

O Modelo empírico proposto é apresentado a seguir:

$$LQTDEXPFARELO_t = f(LQTD_EXPF_t, LPD_FARELO_t, LPD_OLEO_t, LPDSACA_t, LQTDBIODIESEL_t, LPIB_t, LTXCAMB_t, LEXPMUNDI_t), \quad (1)$$

em que:

$LQTDEXPFARELO_t$ – Variável dependente referente à quantidade de farelo de soja em toneladas exportada em um período t ;

$LQTD_EXPF_t$ – Quantidade em toneladas de óleo de soja exportado, em um período t

LPD_FARELO_t – Preço doméstico do farelo de soja, em um período t ;

LPD_OLEO_t – Preço doméstico do óleo de soja, em um período t ;

LPD_SACA_t – Preço doméstico da saca de soja, em um período t ;

$LQTDBIODIESEL_t$ – Quantidade de biodiesel em m^3 produzida a partir de óleo de soja, em um período t ;

$LPIB_t$ – Produto Interno Bruto do Brasil, expresso por milhões de reais, em um período t ;

$LTXCAMB_t$ – Taxa de câmbio para produtos agropecuários, em um período t ;

$LEXPmundi_t$ – Exportações mundiais, em um período t .

$$\begin{aligned} LQTDEXPOLEO_t = f(LQTDEXPORT_t, LPPRNGOLEO_t, LPDFARELO_t, \\ LPDOLEO_t, LPDSACA_t, LQTDBIODIESEL_t, \\ LPIB_t, LTXCAMB_t, LEXPmundi_t), \end{aligned} \quad (2)$$

em que:

$LQTDEXPOLEO_t$ – Variável dependente referente à quantidade de óleo de soja em toneladas a ser exportado em um período t

$LQTDEXPORT_t$ – Quantidade em toneladas de óleo de soja exportado, em um período t ;

$LPPRNGOLEO_t$ – Preço em reais do óleo de soja praticado no Porto de Paranaguá, em um período t ;

$LPDFARELO_t$ – Preço doméstico do farelo de soja, em um período t ;

$LPDOLEO_t$ – Preço doméstico do óleo de soja, em um período t ;

LPD_SACA_t – Preço doméstico da saca de soja, em um período t ;

$LQTDBIODIESEL_t$ – Quantidade de biodiesel em m^3 produzida a partir de óleo de soja, em um período t ;

$LPIB_t$ – Produto Interno Bruto do Brasil, em um período t expresso em milhões de reais;

$LTXCAMB_t$ – Taxa de câmbio para produtos agropecuários, em um período t ;

$LEXPmundi_t$ – Exportações mundiais, em um período t .

3.1. COMÉRCIO INTERNACIONAL

A teoria que dá suporte a esse trabalho é a do comércio internacional. A curva de oferta de exportação é a diferença entre a demanda interna e oferta interna (Krugman; Obstfeld, 2005). Assim, só haverá comércio internacional se o preço externo for maior que o preço de equilíbrio no mercado interno do país exportador, na ausência de comércio. Em outras palavras, as condições do mercado interno determinam a curva de oferta de exportação ou demanda de importação, expressas em excesso de oferta do exportador e excesso de demanda, portanto preços mais altos, nos países importadores. Se a determinado nível de preços internacionais a oferta doméstica for maior que a demanda doméstica, o país será exportador. Caso contrário, o país será importador do referido produto.

Por ser determinada tanto pela demanda quanto pela oferta interna, a oferta de exportação também é influenciada pelas variáveis deslocadoras dessas duas curvas., assim, aumentos nos preços desses produtos estariam associados a deslocamentos na demanda por esses produtos internamente. Como deslocadores da oferta interna estão o preço dos coprodutos e o preço da matéria-prima. No caso da exportação de farelo de soja, um aumento no preço do óleo, tudo mais constante, elevaria a produção de farelo, uma vez que esse é produzido conjuntamente com o óleo. Assim, dependendo da elasticidade da demanda, ao aumentar o preço do óleo desloca-se a oferta interna de farelo para direita, diminuindo o preço e aumentando a quantidade de equilíbrio e deslocando a oferta de exportação de farelo para direita. Dessa forma, mantendo-se o preço internacional constante, o país exportaria mais farelo de soja. Esse raciocínio também vale para as exportações de óleo de soja quando há aumentos no preço do farelo no mercado doméstico.

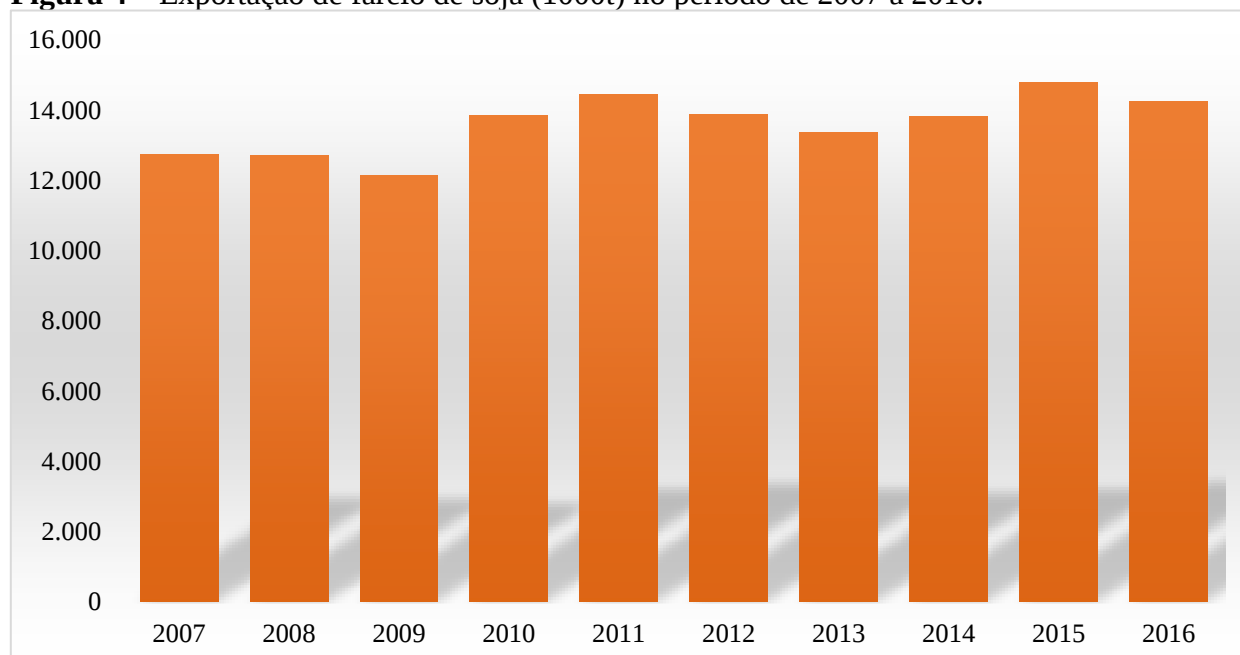
Barros *et al.* (2002) resumiram em três as alternativas básicas de especificação de um modelo de exportações, entre eles o país é considerado pequeno, onde exportações não influenciam os preços internacionais; a função de oferta considerada perfeitamente elástica resumindo-se a modelagem a função de demanda; e a oferta e demanda com elasticidade finita, com preço e quantidade determinados simultaneamente. Os autores consideraram como condicionantes da demanda por exportações uma variável que retrate o nível de renda externa (real) alocada ao consumo de bens comercializáveis externamente sendo que para tal foi abordado o uso da quantidade de exportações mundiais, e uma variável que representa os preços relativos dos produtos exportados, como os preços relativos ao farelo de soja, a saca de soja e óleo de soja, e dos produtos substitutos no mercado internacional (ambos expressos em moeda estrangeira).

3.2. COMPETITIVIDADE DE EXPORTAÇÃO

Participações nas exportações e tendências de crescimento também dependem da demanda doméstica, dos retornos relativos a outros grãos e outras condições (Dohlman; Schnepf; Bolling, 2001). Segundo Sampaio *et al.* (2012), quando esses fatores estão reunidos, o país produtor de soja tem formada a sua competitividade global/sistêmica, a qual determina a sua capacidade de expansão no mercado mundial e pelo fato dos outros países importadores da soja em grão processarem o produto dentro de suas próprias fronteiras, acaba que a concentração das exportações de grãos nos Estados Unidos, Brasil e Argentina não é válida para os mercados exportadores dos produtos derivados da soja, com maior valor agregado (Sampaio *et al* 2012). As políticas setoriais são favoráveis para a indústria brasileira de biodiesel.

Fatores macroeconômicos como tributação para a indústria de biodiesel, são favoráveis pois não há incidência de Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI) sobre o biodiesel e as empresas ainda podem usufruir de descontos diferenciados no pagamento do PIS/PASEP. É possível observar por meio da figura 1 o comportamento das exportações do derivado da produção de óleo vegetal, sendo que nos anos iniciais à implementação do PNPB, a quantidade exportada era menor, gerando em torno de 12.000 toneladas e tendo aumento a partir do ano de 2010 com uma exportação de 13.000 toneladas.

Figura 4 – Exportação de farelo de soja (1000t) no período de 2007 a 2016.



Fonte: ABIOVE – Adaptado pela autora.

4. METODOLOGIA

O presente estudo avalia a oferta de exportação de dois produtos obtidos a partir do processamento do grão de soja – o óleo de soja e o seu coproduto, o farelo de soja – em função da quantidade de biodiesel produzida a partir do óleo de soja como fonte de matéria-prima. Na literatura, tem-se diversos testes de co-integração como Engle e Granger (1987), Stock e Watson (1988) e Johansen (1988, 1991). Um dos métodos mais utilizados, de Johansen, parte de um sistema de vetores auto-regressivos (VAR), que permite a estimação conjunta dos vetores de cointegração e dos parâmetros do modelo de correção de erros, tornando o método mais eficiente assintoticamente. Para amostras que apresentam variáveis de diferentes ordens de integração, como as utilizadas nesse trabalho, a estimação do sistema VAR se torna inviável, principalmente levando-se em conta a diferença de ordem dos dados utilizados. Assim, foi desenvolvido um modelo ARDL, baseado no método de cointegração proposto por Pesaran *et al.* (2001) em que se é possível abranger um conjunto de variáveis cujas ordens de integração se diferem entre si, o que auxilia muito na utilização de dados puramente $I(0)$, puramente $I(1)$, ou com as duas ordens de integração. O modelo ARDL é então estimado na forma de vetores de correção de erros (ARDL-ECM) os quais verificam a existência de vetores de longo prazo. A partir disto, é possível estimar os coeficientes de longo e curto prazo, assim como a velocidade de ajuste ao equilíbrio de longo prazo.

Outro tratamento dado às variáveis foi a transformação logarítmica dos dados. Há duas razões para que transformações como esta sejam aplicadas aos dados, uma estatística e uma proporcional. Supondo que a distribuição da variável em questão possui um viés, ou seja, uma das extremidades elevadas e uma cauda longa, medidas como correlação ou regressão podem ser bastante influenciadas pelo pico da distribuição, outliers, dentre outros, assim, essa transformação pode reduzir o efeito do viés.

A segunda razão se dá pelo fato de que alguns conceitos são melhores compreendidos quando são tratados sobre a proporção das elasticidades – preço da demanda, em que é possível medir a intensidade da variação da quantidade demandada de um bem diante da variação do seu preço. Quando logartimizadas, as variáveis geram coeficientes de elasticidade, assim é possível inferir no quanto a variável independente irá influenciar na dependente. Neste caso a

transformação logarítmica nos dados é utilizada para se comparar de forma justa as variáveis analisadas. Portanto, ao analisar a variável transformada, ajuda a estabilizar a variância e tornar a distribuição normal.

As *dummies* utilizadas no modelo foram utilizadas para controlar a sazonalidade das séries de dados. Para tanto, foram utilizadas *dummies* sazonais trimestrais, o que possibilitou uma melhor análise do comportamento das variáveis.

4.1. ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS - TESTES DE ESTACIONARIEDADE

Para verificar se as séries são estacionárias, utiliza-se testes de raízes unitárias e entre os diversos testes empregados para avaliar a estacionariedade de uma série temporal, tem-se o Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS), que são utilizados para testar a presença de raiz unitária, o que constitui uma situação de não estacionariedade.

O teste ADF considera a seguinte equação:

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta T + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que Δ é o operador de primeira diferença ($\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$); α , o termo de intercepto; T a tendência; δ ($= t - 1$) o coeficiente de teste da presença ou ausência de raiz unitária; ΔY_{t-1} , a própria variável dependente, diferenciada e defasada; e ε_t , a estrutura de erros, que se pressupõe ter média zero, variância constante e ausência de auto correlação.

Mesmo apresentando o termo intercepto e a variável tendência na equação, ao utilizar o teste de ADF é necessário testar, também, variações na referida expressão, ou seja, testar a presença de raiz unitária por meio da estimação em que se exclui apenas a variável tendência e, na outra, além dessa variável, se exclui o termo de intercepto. As hipóteses testadas são:

$H_0: \delta = 0$ (o modelo possui raiz unitária, a série não é estacionária);

$H_1: \delta = 1$ (o modelo não possui raiz unitária, a série é estacionária).

Se a hipótese nula não for rejeitada, a série da variável Y_t será não estacionária em nível, existindo, portanto, o problema de raiz unitária (LÜTKEPOHL e KRÄTZIG, 2004).

O teste KPSS, proposto em Kwiatkowski *et al.* (1992), considera a seguinte equação, com tendência, passeio aleatório e erro:

$$X_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

onde r_t é o passeio aleatório ($r_t = r_{t-1} + \mu_t$), ξ é uma constante que representa o coeficiente de t , ε_t é um erro estacionário e X_t a variável estudada. Tomando $e_t = 1, 2, \dots, T$ como os resíduos da regressão de X com uma tendência e intercepto, e $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ como o estimador da variância de erros da regressão, de acordo com Kwiatkowski *et al* (1992) define-se a soma parcial dos resíduos:

$$S_t = \sum_{i=1}^t e_i, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

Assim, a estatística LM é dada pela equação:

$$LM = \sum_{t=1}^T S_t^2 / \hat{\sigma}_\varepsilon^2 \quad (4)$$

As hipóteses testadas são:

$H_0: = 0$ (o modelo não possui raiz unitária, a série é estacionária);

$H_1: > 1$ (o modelo possui raiz unitária, a série não é estacionária).

Com base nos testes de ADF e KPSS, pode-se, portanto, identificar a ordem de integração de determinada série, ou seja, qual é a ordem de diferenciação que torna a série estacionária, como por exemplo I (1), indica que a série é estacionária na primeira diferença.

4.2. CO-INTEGRAÇÃO

A regressão de uma variável de série temporal sobre uma ou mais variáveis de series temporais pode proporcionar resultados sem sentido ou espúrios. Esse fenômeno é conhecido como regressão espúria. Uma forma de prevenção é descobrir se essas series são cointegradas (GUJARATI; PORTER, 2011).

Se y_t e x_t são variáveis não estacionarias I(1), espera-se que sua diferença, ou qualquer combinação linear delas, tal como $e_t = y_t - \beta_1 - \beta_2 x_t$, seja também I(1). Entretanto, há casos importantes em que $e_t = y_t - \beta_1 - \beta_2 x_t$ é um processo estacionário I(0). Nesse caso, y_t e x_t são chamadas cointegradas.

A co-integração implica que y_t e x_t compartilham tendências estocásticas semelhantes e, de fato, como sua diferença e_t é estacionaria, elas nunca divergem muito uma da outra. As variáveis cointegradas y_t e x_t exibem uma relação de equilíbrio de longo prazo definida por $y_t = \beta_1 + \beta_2 x_t$ e e_t é o erro de equilíbrio, que representa desvios de curto prazo a partir da relação de longo prazo.

É possível testar se as variáveis são, ou não, cointegradas, testando se os erros são estacionários, porém como não é possível se observar e_t testa-se a estacionariedade dos resíduos

de mínimos quadrados, $\hat{e}_t = y_t - b_1 - b_2x_t$, usando o teste de Dickey-Fuller (Hill *et. al.*, 2006) e utilizando os testes de Engle-Granger e Engle-Granger aumentado (Gujarati e Porter, 2011).

O teste de co-integração entre duas variáveis consiste em verificar se elas têm caminho temporal ligados. No teste de cointegração de Pesaran *et al.* (2001) é realizado um teste de significância do tipo Teste de Wald (teste F) para a observação da significância conjunta dos parâmetros de longo prazo.

Todavia, os valores críticos do teste Wald não possuem uma distribuição assintótica padrão para qualquer ordem de integração dos regressores quando a hipótese nula (H_0) é de não existência de cointegração. A fim de sanar este problema, Pesaran *et al.* (2001) fornecem uma banda de valores críticos em que a banda superior equivale a hipótese de que todas as variáveis são I (1) e o nível inferior determina que as variáveis do modelo ARDL são estacionárias. A utilização (ou não) de intercepto e tendência são hipóteses também consideradas, por isso dá completude do modelo.

Caso exista a cointegração, isso significa que há uma relação de longo prazo, ou de equilíbrio, entre as duas séries temporais combinadas linearmente. Deste modo, o modelo é então estimado na forma de correção de erros (ARDL-ECM), originado da equação genérica do modelo ARDL e pode ser especificado a partir da primeira diferença, conforme a equação abaixo:

$$\Delta y_t = a_0 + a_1t + \delta_i y_{t-1} + \delta_2 x_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_{1i} \Delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_{2i} \Delta x_{t-1} + \varepsilon_t$$

em que a variável Δ representa o operador de diferença, a_0 e a_1 são termos de constante e tendência; δ_i , $i=1,2$ são parâmetros de longo prazo; θ_i $i=1,2$ são parâmetros de curto prazo; x_{t-1} são as variáveis explicativas; e ε_t é o termo de erro, ou distúrbios do tipo ruído branco. Com base na equação genérica, foi possível estipular os modelos para oferta de exportação do farelo de soja (equação 1) e óleo de soja (equação 2), como apresentados a seguir:

$$\begin{aligned} LQTDEXPFARELO_t = f(LQTD_EXPF_t, LPD_FARELO_t, LPD_OLEO_t, \\ LPDSACA_t, LQTD BIODIESEL_t, LPIB_t, \\ LTXCAMB_t, LEXPMUNDI_t), \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} LQTDEXPOLEO_t = f(LQTDEXPORT_t, LPPRNGOLEO_t, LPDFARELO_t, \\ LPDOLEO_t, LPDSACA_t, LQTDBIODIESEL_t, \\ LPIB_t, LTXCAMB_t, LEXPMUNDI_t), \end{aligned} \quad (2)$$

4.3. FONTE DE DADOS E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Os dados empregados no presente trabalho são referentes ao período de janeiro de 2008 a dezembro de 2017, coletados de boletins e banco de dados. A quantidade exportada (em 1.000t) de farelo de soja, o preço doméstico (R\$/t) do farelo de soja, o preço doméstico (R\$/t) de óleo de soja, o preço (US\$/t) do óleo de soja comercializado no Porto de Paranaguá e os preços (R\$/t) praticados nas principais praças comercializadoras de saca de soja utilizados na formação do preço médio da saca da soja, foram obtidos da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE).

A quantidade de biodiesel (m³) e a porcentagem de óleo de soja utilizada na produção, utilizados no cálculo da quantidade de biodiesel produzida a partir do óleo de soja, foram obtidos através dos boletins disponibilizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. A quantidade de exportação mundial foi obtida através do banco de dados disponibilizado pelo Fundo Monetário Internacional (FMI), a taxa de câmbio real e o Produto Interno Bruto do Brasil foram obtidos através do banco de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Os preços comercializados em real foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas – Conjuntura Econômica (FGV/Conjuntura Econômica) e os que são comercializados em dólar foram deflacionados pelo Índice de Preços por Atacado (IPA), para o mês base de dezembro de 2017. Os dados utilizados apresentam frequência mensal e foram transformados em logaritmos, para melhor ajustamento do modelo. Na operacionalização do modelo foi empregado o software econométrico Eviews 9.0.

5. RESULTADOS DA ESTIMAÇÃO

Inicialmente, foram realizados os testes de raiz unitária ADF e KPSS em nível e em primeira diferença nas variáveis logaritimizadas, para se assegurar de que nenhuma era integrada em ordem I(2) ou maior. Os resultados são apresentados na tabela 2. Os resultados do teste ADF

demonstraram que as variáveis LQTD_EXPF (quantidade de farelo de soja exportada), LQTD_EXPORT (quantidade de óleo de soja exportado), e LQTDBIODIESEL (quantidade de biodiesel produzida) são estacionárias em nível à 1% de significância, sendo apenas o resultado da variável LQTDBIODIESEL apresentado pelo teste KPSS diferente do encontrado pelo ADF.

Já as variáveis LPD_FARELO (preço doméstico do farelo de soja), LPD_OLEO (preço doméstico do óleo de soja), LPPRNG_OLEO (preço do óleo de soja no porto de Paranaguá), LPD_SACA (preço doméstico da saca de soja), LEXPOMUNDI (exportações mundiais), e LTXCAMB (taxa de câmbio real) foram estacionárias em primeira diferença, à 1% de significância segundo o teste ADF; os resultados obtidos pelo teste KPSS mostraram que as variáveis LPD_FARELO, LPD_OLEO, LPPRNG_OLEO, LPD_SACA e LTXCAMB são estacionárias em nível, à 1% de significância. Apenas o teste KPSS acusou que a variável LPIB era estacionária em nível, à 1% de significância, enquanto que o teste ADF constatou que a variável era estacionária em nível à 5% de significância.

Tabela 2 – Testes de raiz unitária ADF e KPSS para as variáveis logaritmizadas, utilizadas nos modelos de exportação de farelo de soja e óleo de soja, de janeiro de 2008 a dezembro de 2017.

	ADF			KPSS	
	Eq. de teste	Defasagens	Est-calc	Eq. de teste	Est-calc
LQTD_EXPF	CCST	0	-7.39*	CCST	0.15 ^{NS}
Δ LQTD_EXPF	SCST	3	-9.07*	SCST	0.21 ^{NS}
LPD_FARELO	CCST	1	-3.08**	CCST	0.26 ^{NS}
Δ LPD_FARELO	SCST	0	-8.90*	SCST	0.04**
LQTD_EXPORT	CCST	0	-6.11*	CCST	0.23 ^{NS}
Δ LQTD_EXPORT	SCST	0	-13.98*	SCST	0.04**
LPD_OLEO	CCST	1	-3.43**	CCST	0.62 ^{NS}
Δ LPD_OLEO	SCST	0	-9.13*	SCST	0.09***
LPPRNG_OLEO	SCST	0	-0.65 ^{NS}	CCCT	0.14 ^{NS}
Δ LPPRNG_OLEO	SCST	0	-8.31*	SCST	0.06***
LPD_SACA	CCST	1	-3.12**	CCST	0.25 ^{NS}
Δ LPD_SACA	SCST	0	-8.00*	SCST	0.04**
LQTDBIODIESEL	CCCT	0	-4.29*	CCCT	0.12 ^{NS}
Δ LQTDBIODIESEL	SCST	0	-12.86*	SCST	0.06***
LPIB	CCST	12	-3.28**	SCST	0.96 ^{NS}

ADF				KPSS	
Δ PIB	Eq. de teste	Defasagens	Est-calc	Eq. de teste	Est-calc
LEXPOMUNDI	CCST	12	-2.88***	CCCT	0.14 ^{NS}
Δ LEXPOMUNDI	CCCT	12	-5.12*	SCST	0.13 ^{NS}
LTXCAMB	CCST	1	-2.42 ^{NS}	CCST	0.16 ^{NS}
Δ LTXCAMB	SCST	0	-7.70*	SCST	0.08***

* significativo a 1%, **significativo a 5%, ***significativo a 10% e NS não significativo a 10%.

CC com constante; SC sem constante; CT com tendência; ST sem tendência.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com a realização dos testes de raiz unitária, constatou-se que as variáveis são ou de ordem $I(0)$ ou de ordem $I(1)$, portanto seguiu-se para a estimação dos modelos utilizando o método de estimação ARDL para verificar a relação a longo-prazo das variáveis. Para tanto, foi utilizado o critério Akaike (AIC) para seleção de defasagens adequadas aos modelos estimados, apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Seleção de defasagem para os modelos de oferta de exportação.

Modelo	Modelo ARDL Selecionado
QTD_EXPF	1, 0, 0, 0, 3, 0, 6, 6
QTD_EXPORT	1, 1, 0, 5, 5, 0, 6, 5, 0

Fonte: Dados da pesquisa.

A seguir, foram realizados os testes de autocorrelação de Breusch-Godfrey Correlação Serial e o Teste de Breusch-Pagan-Godfrey para determinação de Heterocedasticidade. Os resultados do teste de autocorrelação mostraram que, para o modelo de oferta de exportação de farelo de soja, o p -valor encontrado foi de 0.3958 e para o modelo de oferta de exportação do óleo de soja o p -valor encontrado foi de 0.9181, com isso concluiu-se que as variáveis não possuem autocorrelação.

Já os resultados do teste de heterocedasticidade apresentaram para o modelo de oferta de exportação do farelo de soja um p -valor de 0.1211 e para o modelo de oferta de exportação do óleo de soja um p -valor de 0.1816, concluindo assim que as variáveis não apresentam homocedasticidade. Os valores são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Valores dos testes estatísticos de autocorrelação e heterocedasticidade.

Modelo	LM teste (F_{estat.})	LM teste (p-valor)	Breusch-Pagan-Godfrey (F_{estat.})	Breusch-Pagan-Godfrey(p-valor)
QTD_EXPF	1.077533	0.3958	1.429964	0.1211
QTD_EXPORT	0.478929	0.9181	1.299358	0.1816

Fonte: Dados da pesquisa

Após a checagem da estabilidade e funcionalidade dos modelos, dispondo da quantidade de defasagem ótima selecionada pelo critério de Akaike, foi então estimado a presença de relação à longo-prazo entre as variáveis a partir dos modelos ARDL selecionados utilizando o Teste *Bound*.

Os resultados mostraram que para ambos os modelos as variáveis possuem uma relação à longo-prazo.

Na tabela 5, os resultados do *Bound Test* para o modelo de exportação de farelo de soja apresentam os limites para os níveis de 10, 5, 2.5 e 1% de significância, sendo o F-estatístico superior aos limites estabelecidos. Na tabela 6, os valores limites para a relação à longo-prazo na exportação de óleo de soja, à um nível de 10, 5, 2.5 e 1% de significância, foram inferiores ao F-estatístico. Assim, pôde-se concluir que existe uma relação à longo-prazo entre as variáveis de cada modelo rejeitando a hipótese nula de que não existe um equilíbrio a longo-prazo entre as variáveis.

Tabela 5 – Resultado *Bound Test* para o modelo de exportação de farelo de soja.

F-estatístico 8.262531

Significância	I(0) Bound	I(1) Bound
10%	2,03	3,13
5%	2,32	3,50
2,5%	2,60	3,84
1%	2,96	4,26

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 6 – Resultado *Bound Test* para o modelo de exportação do óleo de soja.

F-estatístico 7.716288		
	Significância	I(0) Bound I(1) Bound
	10%	1,95 3,06
	5%	2,22 3,39
	2,5%	2,48 3,7
	1%	2,79 4,1

Fonte: Dados da pesquisa.

Procedendo com a análise empírica, após a verificação da existência de relação a longo-prazo entre as variáveis, pôde-se estimar os coeficientes das equações dos modelos. A tabela 7 mostra a decomposição das variáveis para o modelo de exportação do farelo de soja, já considerando as defasagens, assim como incluídas as variáveis *dummies* sazonais. Os coeficientes das variáveis referentes à quantidade de biodiesel produzida, preço doméstico da saca de soja, taxa de câmbio, PIB, exportações mundiais e a *dummy* referente ao 4º trimestre foram no mínimo significativos a 10%, os outros coeficientes testados não foram significativos.

Tabela 7 – Decomposição dos coeficientes do modelo de exportação do farelo de soja a longo-prazo.

<i>Variável Independente</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Prob.</i>
LPD_FARELO	1.601597	0.1568 ^{NS}
LPD_OLEO	1.550563	0.1226 ^{NS}
LPD_SACA	-2.822744	0.0785 ^{***}
LQTDBIODIESEL	1.936433	0.0041 [*]
LTXCAMB	2.776838	0.0037 [*]
LPIB	-10.030174	0.0340 [*]
LEXPMUNDI	9.920664	0.0064 [*]
Dummy(2ºtri)	-0.070520	0.8592 ^{NS}
Dummy(3ºtri)	-0.294039	0.4403 ^{NS}
Dummy(4ºtri)	-1.223622	0.0061 [*]

* significativo a 1%, **significativo a 5%, ***significativo a 10% e NS não significativo a 10%.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com os resultados obtidos, podemos fazer algumas considerações referentes à relação entre a quantidade de farelo de soja exportada, os preços domésticos da soja, a quantidade de biodiesel

produzida, o PIB, a taxa de câmbio real e as exportações mundiais dado um período a longo-prazo. Mudanças no preço da saca da soja praticado nas principais praças comercializadoras – Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul e Mato Grosso – causam uma queda nas exportações do farelo; enquanto que o sinal positivo do coeficiente da taxa de câmbio demonstra que um aumento cambial causaria, a curto prazo, efeito positivo nas exportações.

O Produto Interno Bruto (PIB) a longo-prazo causaria um efeito negativo nas exportações, pois com o aumento da renda interna, a demanda doméstica pelo farelo será maior pelo fato do mesmo ser fonte de matéria-prima na fabricação de ração, ocasionando assim uma queda na oferta de exportação. Para as exportações mundiais, a longo-prazo temos que um aumento nas exportações mundiais causaria um efeito positivo nas exportações do farelo.

A sazonalidade analisada à curto-prazo, teria um efeito inverso no último trimestre do ano. Mesmo apresentando sinais positivos, os coeficientes referentes aos preços internos do farelo e óleo de soja não foram significativos. Temos que com o aumento dos preços desses produtos, ocorre também um aumento na exportação do farelo, apesar de não ser estatisticamente significativo. O coeficiente de co-integração encontrado (-0,812850) significativo a 1%, indica a velocidade de ajuste da equação a longo-prazo, ou seja, a equação se ajusta a uma velocidade de 81%. Para a análise da relação à longo-prazo da exportação do óleo de soja com as variáveis estudadas, os coeficientes foram estimados e estão apresentados na tabela 8.

Tabela 8 – Decomposição dos coeficientes do modelo de exportação do óleo de soja a longo-prazo.

<i>Variável Independente</i>	<i>Coeficientes</i>	<i>Prob</i>
LPPRNG_OLEO	0.924235	0.3036 ^{NS}
LPD_FARELO	-0.929021	0.3247 ^{NS}
LPD_OLEO	-1.679034	0.2067 ^{NS}
LPD_SACA	1.367373	0.3759 ^{NS}
LQTDBIODIESEL	0.558664	0.2549 ^{NS}
LTXCAMB	1.448177	0.1928 ^{NS}
LPIB	-5.784693	0.0236 ^{***}
LEXPMUNDI	3.490764	0.0170 ^{***}
Dummy(2ºtri)	0.176122	0.4654 ^{NS}
Dummy(3ºtri)	0.377763	0.1988 ^{NS}
Dummy(4ºtri)	0.012341	0.9562 ^{NS}

* significativo a 1%, **significativo a 5%, ***significativo a 10% e NS não significativo a 10%.

Fonte: Dados da pesquisa.

Como podemos observar pelos coeficientes estimados, a longo-prazo as únicas variáveis que apresentam alguma influência sobre a quantidade de óleo de soja exportada foram o Produto Interno Bruto e as exportações mundiais.

Antes de ser um produto de exportação, o óleo de soja é consumido internamente, ou seja, era de se esperar que um aumento na renda interna causasse um efeito negativo nas exportações do mesmo. O coeficiente das exportações mundiais teve o sinal esperado, ou seja, a longo-prazo com o aumento da demanda internacional se tem um aumento também das exportações do óleo de soja.

Com isso podemos verificar que mesmo sendo a principal matéria-prima utilizada na produção do biodiesel, a quantidade produzida do biocombustível não infere estatisticamente de forma significativa a longo-prazo nas exportações do óleo de soja, porém temos uma relação positiva entre as variáveis. Isso contradiz a hipótese estipulada de que o aumento na produção do biocombustível causaria a longo-prazo um efeito negativo sobre as exportações de óleo de soja.

6. CONCLUSÕES

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), criado a princípio para incentivar a inclusão de agricultores familiares na produção da matéria-prima utilizada na fabricação do biodiesel, além de incentivar o uso do biocombustível na parcela da fabricação do diesel. Porém um ponto importante a ser destacado na criação do programa é a possibilidade de o mesmo incentivar as indústrias do complexo soja a beneficiarem o grão, o qual é a principal fonte da matéria-prima utilizada na fabricação do biodiesel, que no caso é o óleo vegetal, e assim comercializar seus produtos derivados desse processamento. Nessa ótica, foram analisadas no presente duas relações, a quantidade exportada de farelo de soja e a quantidade de biodiesel e a quantidade exportada de óleo de soja e a quantidade de biodiesel produzida, tendo como matéria-prima o óleo de soja, o qual é proveniente do grão de soja. As relações foram comparadas utilizando uma série de dados temporais com o auxílio do modelo ARDL. As variáveis que constituíram cada um dos modelos auxiliaram na compreensão do comportamento a longo-prazo das exportações do farelo de soja e do óleo de soja.

Para o modelo de oferta de exportação do farelo de soja, os coeficientes estimados mostraram que a longo-prazo o preço da saca da soja causa um efeito inverso nas exportações, ou

seja, quando se tem um aumento no preço praticado as exportações apresentam uma queda pois se torna mais vantajosa a exportação do grão do que do seu processamento. Outro coeficiente estimado que foi significativo foi o referente à variável quantidade de biodiesel produzida, em que um aumento na produção do biodiesel, a longo-prazo, ocasionaria um aumento nas exportações do farelo, assim aceitamos a hipótese estipulada de que a variável referente à quantidade de biodiesel produzida causaria um impacto positivo sobre as exportações do farelo de soja.

Isso condiz com o mercado pois como o óleo de soja terá uma maior demanda interna para a produção do biocombustível, maior farelo de soja – que é o seu coproduto – será produzido e assim exportado.

A taxa de câmbio real apresentou um coeficiente positivo, ou seja, uma alteração cambial a longo-prazo irá aumentar as exportações do farelo. Como era esperado, o Produto Interno Bruto apresentou um coeficiente negativo, significando que a longo-prazo um aumento na renda interna ocasionaria uma queda nas exportações do farelo, que seria demandado internamente para fins de consumo como ração animal. As exportações mundiais apresentaram um efeito positivo nas exportações a longo-prazo. Um aumento nas exportações também ocasionaria uma demanda pelo farelo e assim aumentaria a sua exportação. No que se refere a sazonalidade, o quarto trimestre apresentou um efeito negativo a longo-prazo nas exportações.

Para o modelo de oferta de exportação de óleo de soja, das oito variáveis utilizadas na análise do modelo (LPPRNG_OLEO, LPD_FARELO, LPD_OLEO, LPD_SACA, LQTDBIODIESEL, LTXCAMB, LPIB e LEXPMUNDI) apenas as variáveis PIB e EXPMUNDI apresentaram coeficientes significativos.

Isso significa que, mesmo sendo a matéria-prima da produção do biodiesel, a longo-prazo a quantidade produzida de biodiesel não interfere de forma significativa nas exportações, porém interfere de forma positiva, ou seja, um aumento na produção de biodiesel causará um aumento na exportação do óleo de soja. Com isso rejeitamos a hipótese de que um possível aumento na produção do biocombustível causaria um impacto negativo nas exportações do óleo de soja.

Os preços praticados no porto de Paranaguá também não causam efeito significativo nas exportações, pelo a longo-prazo. O grão de soja com o preço da sua saca também não interferiu

em um período a longo-prazo nas exportações do óleo, ou seja, independentemente do preço praticado, as exportações de óleo não se alteram. A taxa de câmbio real também não apresentou efeito cambial significativo nas exportações a longo-prazo, ou seja, alterações no câmbio não irão mudar a quantidade de óleo que irá ser exportada.

Agora das variáveis analisadas, as que causaram efeito significativo na quantidade exportada de óleo de soja foram o PIB e as exportações mundiais. O PIB apresentou um coeficiente negativo, ou seja, um aumento na renda interna ocasiona a longo-prazo uma queda nas exportações devido um aumento na demanda pelo óleo de soja que também é utilizado na indústria alimentícia. Já as exportações mundiais apresentaram um coeficiente positivo, significando que a longo-prazo um possível aumento na demanda externa irá ocasionar também um aumento nas exportações do óleo de soja.

Assim concluímos que a quantidade de biodiesel possui influência positiva nas exportações do complexo agroindustrial da soja, no que se trata do seu coproduto o farelo de soja, demonstrando que um aumento na sua produção ocasiona também um aumento nas exportações. Isso implica que o programa governamental tem condições de incentivar a indústria processadora que apresenta um comportamento ocioso ao processar mais o grão pois a demanda pela matéria-prima para o biocombustível impulsiona o uso dos seus coprodutos e assim se obtém uma melhor competitividade da indústria e um maior ganho nas exportações.

REFERENCIAL

ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - **Cadeia Produtiva De Oleaginosas E Biodiesel – Estatística; 2017.**

<<http://abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>> Acesso em 20 de maio de 2017.

ANEC – Associação Nacional dos Exportadores de Cereais; 2016. <<http://www.anec.com.br/pt-br/servicos/estatisticas>> Acesso em 20 de maio de 2017.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução CNPE nº6**, de 16.9.2009 – DOU 26.10.2009; 2010.

BARROS, G. S. C.; BACCHI, M. R. P. E BURNQUIST, H. L. **Estimação de equações de oferta de exportação de produtos agropecuários para o Brasil (1992/2000): Texto para discussão nº 865.** Rio de Janeiro: IPEA, 2002.

BARROS, GS de C. et al. **Agronegócio brasileiro: perspectivas, desafios e uma agenda para seu desenvolvimento.** Piracicaba. Centro de Estudo Avançados em Economia Aplicada – CEPEA, 2006.

BRASIL, Câmara dos Deputados. **O Biodiesel e a Inclusão Social. Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica: Relatório do Deputado Ariosto Holanda. Centro de Documentação e Informação - Coordenação de Publicações Brasília**, 2004. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/internet/infdoc/Publicacoes/html/pdf/Biodiesel02.pdf>>, acesso em 14 maio de 2017.

<http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_resolucoes/resolucoes_cnpe/2009>

CAMPANÁRIO, M.A. e SILVA, M.M. Fundamentos de uma nova política industrial. In FLEURY, M.T.L. e FLEURY, A. **A Política Industrial.** Biblioteca Valor/Publifolha, p.13-45, 2004.

CASTRO, AMG et al. Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil. **Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias-Primas.** Brasília-DF. Embrapa Agroenergia, 2010

CÉSAR, A.S., BATALHA, M.O. (2010a). **Biodiesel in Brazil: History and relevant policies.** *African Journal of Agricultural.* 5(1-11), 1147-1153.

CORONEL, Daniel Arruda; MACHADO, João Armando Dessimon; CARVALHO, Fátima Marília Andrade de. **Análise da competitividade das exportações do complexo soja brasileiro**

- de 1995 a 2006: uma abordagem de market-share.** Revista de economia contemporânea. Rio de Janeiro. Vol. 13, n. 2, 2009.
- CHARLES, M. B et al. **Public policy and biofuel: The way forward?** Energy Policy, v. 35, p. 5737-5746, 2007.
- DEMIRBAS, Ayhan. **Political, economic and environmental impacts of biofuels: a review.** Applied energy, v. 86, p. S108-S117, 2009.
- DOHLMAN, E.; SCHNEPF, R.; BOLLING, C. **Soybean production costs and export competitiveness in the United States, Brazil, and Argentina.** Washington: USDA, 2001.
- ENGLE; GRANGER. **“Co-integration and Error Correction: representation, estimation and testing”.** Econometrica, 35: 251-76. 1987.
- GARCEZ, Catherine Aliana Gucciardi; DE SOUZA VIANNA, João Nildo. **Brazilian biodiesel policy: social and environmental considerations of sustainability.** Energy, v. 34, n. 5, p. 645-654, 2009.
- GUJARATI, Damodar, N.; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica – 5ª edição.** AMGH Editora, 2011.
- HILL, R. Carter; GRIFFITHS, William E.; JUDGE, George G. **Econometria.** 2ª edição. Editora Saraiva, São Paulo, 2006.
- HIRAKURI, Marcelo Hiroshi; LAZZAROTTO, Joelsio José. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Documentos Embrapa, Londrina, n. 349, 2014.
- JOHANSEN, S. **“Statistical Analysis of Cointegration Vectors.”** Journal of Economic Dynamics and Control, 12: 231-54. 1988.
- JOHANSEN, S. **“Estimation and hypothesis testing of cointegrated vectors in Gaussian VAR models.”** Econometrica, 59 (6): 1551-1580. 1991.
- KRUGMAN, Paul R.; OBSTFELD, Maurice. **Economia internacional: economia e política.** 2005.
- KWIATKOWSKI, D., P.C.B. PHILLIPS, P. SCHMIDT E Y. SHIN. **Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: how sure are we that economic time series have a unit root?** Journal of Econometrics 54, 159-178, 1992.
- LÜTKEPOHL, Helmut; KRÄTZIG, Markus (Ed.). **Applied time series econometrics.** Cambridge University Press, 2004.

LEAMER, E.; STERN, R. **Quantitative International Economics**, Allyn and Bacon, Boston, 1970.

MACHOSKI, Eduarda; CALDARELLI, Carlos Eduardo; DA CÂMARA, Márcia Regina Gabardo. Exportações, Balança Comercial E Taxa De Câmbio No Brasil: Uma Análise Do Período 2000-2012. **Economia e Desenvolvimento**, v. 27, n. 1, 2015.

MEIRELLES, F. S. **Biodiesel. Serviço Nacional de Aprendizado Rural**. Brasília, 2003
Disponível em: <<http://www.faespsenar.com.br/faesp/economico/EstArtigos/biodiesel.pdf>>, acesso em 29 de maio de 2017.

NATIONAL BIODIESEL BOARD – **Biodiesel fact sheets**.

<<http://www.biodiesel.org/resources/fuelfactsheets>> Acesso em 20 de maio de 2017.

PESARAN, M. Hashem; SHIN, Yongcheol; SMITH, Richard J. **Bounds testing approaches to the analysis of level relationships**. **Journal of applied econometrics**, v. 16, n. 3, p. 289-326, 2001.

PETERS, J., THIELMANN, S. **Promoting biofuels: Implications for developing countries**. **Energy Policy**, v. 36, p. 1538-1544, 2008.

POUSA, Gabriella PAG; SANTOS, André LF; SUAREZ, Paulo AZ. **History and policy of biodiesel in Brazil**. **Energy Policy**, v. 35, n. 11, p. 5393-5398, 2007.

RODRIGUES, Rodrigo A. Biodiesel no Brasil: diversificação energética e inclusão social com sustentabilidade. **O futuro da indústria: biodiesel**, p. 15-26, 2006.

SAMPAIO, Luciano Menezes Bezerra; SAMPAIO, Yony; BERTRAND, Jean-Pierre. **Fatores determinantes da competitividade dos principais países exportadores do complexo soja no mercado internacional**. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 14, n. 2, 2012.

SANTOS G. **Produção de biodiesel ainda é muito concentrada** – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA), 2012.

<http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=13357;produto-de-biodiesel-ainda-e-muito-concentrada&catid=6:dinte&directory=1> Acesso em 20 de maio de 2017.

SOUZA, S. S. S. de; LAMERA, J. A.; BONJOUR, S. C. M.; FIGUEIREDO, A. M. R. Mudanças cambiais e o efeito dos fatores de crescimento das receitas de exportações brasileiras de soja.

Revista de economia e agronegócio, v. 5, n. 1, 2007.

STOCK, J.; WATSON, M. “**Testing for common trends**”. Journal of the American Statistical Association, 83: 1097-1107. 1988

TAHERIPOUR, Farzad *et al.* **Biofuels and their by-products: global economic and environmental implications**. Biomass and bioenergy, v. 34, n. 3, p. 278-289, 2010.

USDA - United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, 2017. <
<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>> Acesso em 19 de fevereiro de 2018.

ZINI JUNIOR, Álvaro Antônio. Funções de exportação e importação para o Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Rio de Janeiro, p.615-662, dez. 1988. Disponível em:

<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5940/1/PPE_v18_n03_Funcoes.pdf>.

Acesso em 20 maio 2017.