



ANÁLISE DO PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL
NO BRASIL ENTRE OS ANOS 2005 E 2010: O PAPEL DOMINANTE DO
BIODIESEL DE SOJA

Inessa Laura Salomão

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético.

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Rio de Janeiro

Março de 2013

ANÁLISE DO PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL
NO BRASIL ENTRE OS ANOS 2005 E 2010: O PAPEL DOMINANTE DO
BIODIESEL DE SOJA

Inessa Laura Salomão

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:

Prof. Luiz Pinguelli Rosa, Ph.D.

Prof. Emilio Lebre La Rovere, Ph.D.

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos Freitas, Ph.D.

Prof. José Antônio Sena do Nascimento, DSc.

Prof. Neilton Fidelis da Silva, DSc.

Prof. Rafael Garcia Barbastefano, DSc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2013

Salomão, Inessa Laura

Análise do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil entre os anos 2005 e 2010: O Papel Dominante do Biodiesel de Soja/ Inessa Laura Salomão. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

VII, 147 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 148-160.

1. Biodiesel. 2. Soja. 3. Sustentabilidade. I. Salomão, Inessa Laura. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

*Ao Pedro, meu filho, que cresceu
esperando a mamãe terminar
seu dever de casa*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Pinguelli Rosa por toda atenção, paciência e questionamentos que fizeram deste trabalho uma tese.

Aos demais membros da banca examinadora por seu cuidado em apreciar minha contribuição à discussão de um tema tão novo.

Aos companheiros do CEFET/RJ, Rafael, Diego, Cristina, Léo, Álvaro, Caíque que me proporcionaram o tempo necessário para o amadurecimento das minhas ideias e apoiaram minha escolha.

Ao Colegiado do PPE pelos ensinamentos e dedicação para com seus alunos.

Aos técnico-administrativos do PPE e da COPPE, nas pessoas da Sandrinha, Paulo, Fátima e Daniela que me acompanharam em todos os momentos mostrando que amizade e atenção saem do coração.

Aos meus colegas de seminário Márcia, Marcelo Maciel, Marcelo Sena e Alberto, que não me deixaram desistir.

Aos meus amigos Bernardo, Marô, Zé, Jander, Ramiro, Licio, Zeca e Franco que me emprestaram seus ouvidos nos momentos de desconfiança com relação à minha capacidade de seguir em frente.

Ao Alan que foi literalmente meu braço direito no momento em que não pude escrever.

Aos meus amigos Carlinha, Pedrinho, Jonas, Renata, Fafá, Valéria e outros tantos do Barangal, do Posto 9, do Cardosão, do BH, da Criançartes, de mesa de bar, do samba e do carnaval que me viram sumir do mapa, mas não deixaram de me ajudar a ser feliz.

À minha família, por tudo que sou.

Ao meu filho Pedro, por não deixar de me amar nas minhas ausências e por me abraçar quando eu mais precisava.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários
para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

ANÁLISE DO PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL
NO BRASIL ENTRE OS ANOS 2005 E 2010: O PAPEL DOMINANTE DO
BIODIESEL DE SOJA

Inessa Laura Salomão

Março/2013

Orientador: Luiz Pinguelli Rosa

Programa: Planejamento Energético

Este trabalho desenvolve uma análise do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) como estratégia de introdução do biodiesel à matriz de combustíveis brasileira, baseada na sustentabilidade e na estruturação do desenvolvimento regional para inclusão social. O trabalho traça um panorama dos resultados alcançados no período 2005-2010 a partir das diretrizes iniciais e das definições de antecipação de metas. E apresenta as condições econômicas que viabilizaram a dominância da soja como principal matéria-prima em contraposição às diretrizes de definidas inicialmente para o programa.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

ANALYSIS OF THE NATIONAL PRODUCTION AND USE OF BIODIESEL
PROGRAM IN BRAZIL BETWEEN THE YEARS 2005 AND 2010: THE
DOMINANT ROLE OF SOYBEANS BASED BIODIESEL

Inessa Laura Salomão

March/2013

Advisor: Luiz Pinguelli Rosa

Department: Energy Planning

This work develops an analysis of the National Program for Production and Use of Biodiesel (PNPB) as a strategy, for the introduction of biodiesel in Brazilian fuel matrix, based on sustainability and the structuring of social development. The thesis presents an overview of the results achieved in the 2005-2010 period reflecting the initial guidelines and goals definitions. And it presents which economic conditions had enabled the dominance of soybean as the main raw material in contrast to the guidelines set initially for the program.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	2
1.2. ESTRUTURA DA TESE	7
2. CARACTERIZAÇÃO DO BIODIESEL.....	9
2.1. ROTAS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL	12
2.2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	17
2.3. COMPARAÇÃO DO MERCADO DE BIODIESEL EUA, UNIÃO EUROPEIA E ARGENTINA	20
2.3.1.CASO DA UNIÃO EUROPEIA	20
2.3.2.CASO DOS EUA	23
2.3.3.CASO DA ARGENTINA	25
2.4. ALGUMAS CONCLUSÕES	27
3. CONJUNTURA HISTÓRICA DO PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL	31
3.1. MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA PRÉ-PNPB	33
3.1.1.A IMPORTÂNCIA DO DIESEL NA MATRIZ DE COMBUSTÍVEIS.....	35
3.2. PANORAMA DO MERCADO DE SOJA.....	41
3.2.1.PANORAMA DO MERCADO MUNDIAL DE SOJA.....	42
3.2.2.PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL	44
3.2.3.PRODUÇÃO DE ÓLEO DE SOJA NO BRASIL.....	47
4. O PNPB E O MERCADO DE BIODIESEL	55
4.1. ESTRUTURAS ECONÔMICAS DO MERCADO DE BIODIESEL.....	58
4.2. REGULAÇÃO DO MERCADO DE BIODIESEL.....	61
4.2.1. A FORMAÇÃO DA DEMANDA DO BIODIESEL	62
4.2.2. O CRESCIMENTO DA OFERTA DE BIODIESEL.....	64
4.2.3. O PAPEL DA ANP NO MERCADO DE BIODIESEL.....	65
4.2.4. LEILÕES DE BIODIESEL	67
4.2.5. SELO COMBUSTÍVEL SOCIAL	70
4.3. PANORAMA DOS RESULTADOS DO PNPB NO PERÍODO 2005-2010	76

4.3.1. CAPACIDADE DE PRODUÇÃO	76
4.3.2. LEILÕES E ENTREGAS	80
4.3.3. MATÉRIA-PRIMA USADA NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	82
4.3.4. RESÍDUOS E COPRODUTOS DO BIODIESEL	84
4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
5. DISCUSSÃO DA SUSTENTABILIDADE DO BIODIESEL.....	87
5.1. SUSTENTABILIDADE	87
5.2. APOSTAS QUANTO À SUSTENTABILIDADE DO BIODIESEL NO PNPB.....	88
5.3. ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.....	93
5.3.1. IMPACTO SOBRE ECOSISTEMAS E A BIODIVERSIDADE	93
5.3.2. ANÁLISE DO CICLO DE VIDA (ACV).....	97
5.3.3. <i>EMERGY ACCOUNTING</i>	106
5.4. ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE SOCIAL	109
5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS QUANTO À SUSTENTABILIDADE DO PNPB	115
6. AS CONDIÇÕES ECONÔMICAS QUE VIABILIZARAM O BIODIESEL	
DE SOJA	117
6.1. A VISÃO NORMATIVA E O PLANO ORIGINAL DO PNPB.....	118
6.2. A TEORIA MARGINALISTA E A PRODUÇÃO DO BIODIESEL.....	120
6.3. ABORDAGEM INSTITUCIONALISTA APLICADA À PRODUÇÃO DO BIODIESEL	125
6.4. DISPONIBILIDADE DA MATÉRIA-PRIMA E ARBITRAGEM DO PRODUTOR	130
6.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	135
7. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA NOVAS PESQUISAS	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148

1. Introdução

Biocombustíveis são combustíveis, produzidos a partir de material orgânico para motores por explosão, utilizados em veículos ciclo diesel e ciclo Otto. Estes álcoois e ésteres são substitutos diretos aos combustíveis fósseis que podem facilmente ser produzidos em escala significativa e usados sem a necessidade de grandes modificações das frotas existentes. Os biocombustíveis mais comuns utilizados regularmente no mundo são o etanol, produzido através de cana-de-açúcar, milho e beterraba, por exemplo, e o biodiesel, proveniente de óleos vegetais.

A adoção de biocombustíveis se tornou uma tendência mundial, em virtude das metas de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) definidas através do Protocolo de Kyoto, no final dos anos 90. Os principais países europeus, liderados por França e Alemanha, impulsionaram o mercado de biodiesel, enquanto os Estados Unidos (EUA) iniciaram o desenvolvimento e expansão de um programa de produção de etanol baseado no milho. (Carriquiry, 2007) Posteriormente, diversos países como Áustria, Argentina, Brasil, Malásia, Indonésia e o próprio EUA entraram também na disputa pela liderança na produção de biodiesel, que havia sido apresentado como uma das alternativas sustentáveis viáveis em curto prazo aos combustíveis fósseis.

O biodiesel é um biocombustível, que representa um produto de origem não fóssil, proveniente da transesterificação ou esterificação de materiais graxos como óleos vegetais ou gorduras animais. (Demirbas, 2007, Singh e Singh, 2010) De acordo com as normas internacionais, o biodiesel pode ser comercializado e usado nos motores à explosão por compressão interna, puro ou misturado ao diesel mineral em diversas proporções. (Singh e Singh, 2010) Em comparação com o diesel mineral, o biodiesel é apontado como uma alternativa sustentável, pois gera menor quantidade de GEE

durante sua produção e combustão, principalmente pelo fato das oleaginosas capturarem CO₂ da atmosfera durante a fase agrícola.

1.1. Contextualização

O Brasil que durante o século XX se firmou como um grande produtor e consumidor de etanol adotou o biodiesel como uma oportunidade de liderar o mercado mundial de biocombustíveis e simultaneamente criar uma política integrada de desenvolvimento regional e sustentabilidade. O governo brasileiro estimulou a adoção do biodiesel através da criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que possui como diretrizes: a) implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social; b) garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; c) produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas. (Brasil, 2003)

A política de introdução do biodiesel na matriz energética brasileira previa como principais efeitos ampliar a utilização de fontes renováveis, reduzir a dependência externa de petróleo e derivados, por conseguinte, economizar divisas e gerar desenvolvimento econômico e social. O Brasil adotou um modelo de comercialização em que todo o biodiesel disponível para uso é previamente misturado ao diesel em proporções definidas pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), exceto aquele produzido para frotas cativas. (Brasil, 2005, ANP, 2004a)

O ano de 2005 é um marco histórico do início das operações desta cadeia, principalmente pelas definições que ocorreram quanto ao marco jurídico inicial de produção, à regulação da cadeia de biodiesel, e pela realização do primeiro leilão para a compra de B100¹ (diesel vegetal em 100% de volume) promovido pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). O biodiesel arrematado

nos leilões pela Petrobras passou a ser misturado ao diesel em uma proporção inicial opcional de 2%. Em conjunto com o PNPB, o governo federal estabeleceu um cronograma para adoção de misturas de biodiesel ao diesel de petróleo por força de lei. As metas iniciais determinavam que a mistura B2 comercializada se tornaria obrigatória em um ano, e seria ampliada paulatinamente, para que em um prazo de até oito anos, o país utilizasse B5² em caráter obrigatório.

O principal gargalo do programa era criar condições de fornecimento, isto é, a formação de um parque industrial de porte que produzisse, em 8 anos, algo equivalente a 2,6 milhões de m³/ano do biocombustível “saindo do zero”. Cabia ao programa equacionar as dimensões políticas, econômicas e sociais tanto em um marco regulatório quanto em uma matriz de incentivos capaz de atrair decisões de investimento.

A determinação do volume obrigatório atuou como uma política pelo lado da demanda para impulsionar o crescimento da oferta de biodiesel e induzir a formação da cadeia produtiva. Isto é, a partir da garantia de um patamar mínimo de demanda o programa exigiu um aumento progressivo da capacidade instalada das usinas e do fornecimento de matérias-primas.

O programa, conforme foi concebido em sua diretriz de inclusão social, teve por objetivo a geração de trabalho e renda nas regiões mais pobres do país, introduzindo o agricultor familiar atendido pelo PRONAF na cadeia de produção do biodiesel através do fornecimento de matéria-prima e da ampliação de postos de trabalho inerentes à construção e operação do parque industrial para a produção do biodiesel. Neste intuito, foi criado o Selo Combustível Social (SCS) como um arcabouço de medidas de incentivo ao produtor de biodiesel. O SCS é uma certificação concedida pelo Ministério

¹ A mistura do biodiesel é comumente referida na literatura internacional através da sigla BX, onde B define se tratar de biodiesel e X é a proporção em que este está misturado ao diesel. Por exemplo, B2 refere-se a 2% de biodiesel misturado e B100, ao biodiesel puro.

de Desenvolvimento Agrário (MDA) para produtores de biodiesel que adquirem matéria-prima da agricultura familiar, em proporções definidas, e recebem além dos incentivos fiscais vantagens nos leilões promovidos pelo ANP.

A política brasileira, definida no PNPB e normatizações acessórias, não determinou diretamente a obrigatoriedade de qualquer rota tecnológica, permitindo o uso de diferentes tipos de óleos provenientes de fontes renováveis como matéria-prima: sejam óleos vegetais crus (soja, mamona, algodão, palma, girassol, amendoim, entre outros); sejam óleos vegetais de cozimento reutilizados; ou mesmo o sebo animal e as gorduras de esgoto. (Brasil, 2003 e MME, 2005)

O programa tinha como suposição que o fornecimento de matéria-prima regionalizado permitiria a coexistência da agricultura familiar das regiões Norte e Nordeste do agronegócio nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. No entanto, as suposições da política pública de que haveria concorrência entre as diferentes oleaginosas e abertura para o fornecimento de grãos e óleo pelo pequeno agricultor e por cooperativas esbarraram no uso da soja em larga escala e na concentração da produção entorno nas regiões Sul e Centro-Oeste.

Além disso, o uso do biodiesel foi incentivado como uma alternativa que ofereceria tanto segurança de suprimento energético, quanto apoio à política de mudanças climáticas. (Brasil, 2004) Entretanto é importante notar que é possível produzir biocombustíveis sem que seja reduzido o nível de emissões de GEE, e causando impactos ambientais significativos, por exemplo, através da conversão de paisagens naturais para o uso agrícola, e afetando ambientes de alta biodiversidade.

Assim, diversos autores (César e Batalha, 2010, Garcez e Vianna, 2009, Siniscalchi, 2010) criticam a ausência de políticas efetivas para a estruturação do fornecimento da

² Mistura de 5% de biodiesel ao diesel.

agricultura familiar, enquanto outros (Reijnders e Huijbregts, 2008, Varanda, Pinto e Martins, 2011, Yee et al., 2009, Cavallet, 2008, Souza et al., 2010, Reinhardt, 2007, Kaltner et al., 2006, Hansen et al. *apud* Campbell e Doswald, 2009, Koh 2007) apontam o uso do óleo de soja como uma das fontes de matéria-prima de maior impacto ambiental.

Apesar de no caso brasileiro a produção de biodiesel não ter impulsionado o aumento da produção de soja diretamente, as análises de ciclo de vida tendem a considerar os impactos do desflorestamento e as condições de produção da fase agrícola que impactam negativamente os resultados do biodiesel de soja. Em 2010, diante do mercado de soja e coprodutos, foram utilizados apenas 2% da produção total de grãos de soja (em massa), e 28% do óleo produzido no país na produção de biodiesel.

O governo brasileiro instituiu o PNPB, como um programa interministerial, visando implementar a produção e o uso do Biodiesel de forma sustentável, técnica e economicamente. Considerando este argumento, os gargalos pré-existentes e decorrentes da ampliação abrupta da demanda puderam ser equacionados? Seria o biodiesel produzido no Brasil baseado no óleo de soja uma alternativa sustentável? Seria o PNPB um programa de desenvolvimento regional baseado na agricultura familiar economicamente viável?

As principais críticas ao PNPB, enquanto política integrada para o setor energético e de promoção do desenvolvimento, relacionam-se aos resultados diretos das diretrizes programáticas de inclusão social e diversificação de matéria-prima, notadamente no que tange aos limites dos dispositivos que compõe o Selo Combustível Social (SCS).

A análise dos resultados do PNPB no período 2005-2010 apresentados na literatura disponível apontam resultados negativos, cujas causas principais seriam as condições do

pequeno produtor, barreiras técnicas no cultivo, carência de recursos financeiros, baixa organização social (cooperativas) e, ausência de políticas públicas eficientes para permitir a estruturação de condições de fornecimento e competitividade do pequeno produtor familiar.

Em decorrência de um modelo mental³ que interpreta o PNPB como política de desenvolvimento inclusivo, diversos estudos indicam que a ampliação da participação do agricultor familiar na cadeia do biodiesel e a da diversidade de matérias-primas depende principalmente da reorganização dos dispositivos da política pública.

Esta tese apresenta um outro modo de se analisar os resultados positivos e negativos do PNPB e do mercado de biodiesel brasileiro, tendo por hipótese básica que:

- i) A estruturação do mercado de biodiesel, incluindo as fases de produção, distribuição, o papel da Petrobras e a demanda são resultantes da política pública implementada através do PNPB.
- ii) A racionalidade econômica por trás dos resultados do programa está intrinsecamente relacionada às condições preexistentes do mercado de óleos vegetais e da estratégia em nível nacional e mundial dos grandes *players* internacionais da produção de soja e coprodutos.

Considera-se como hipóteses secundárias:

- i) O PNPB não satisfaz por completo as diretrizes definidas na política pública.
- ii) Os mecanismos de incentivos à inclusão social e à diversificação de matéria-prima foram insuficientes para atingir as diretrizes propostas.
- iii) As críticas aos resultados do PNPB disponíveis na literatura estão incompletas.

A defesa desta tese será aqui apresentada por meio da investigação da natureza das relações econômicas aparentes sobre a esfera da produção do biodiesel e do consumo de matérias-primas no processo produtivo.

Para tanto, foi definida uma abordagem explicativa, baseada em revisão bibliográfica e pesquisa *ex-post-facto* que apoiaram a estruturação de conclusões.

1.2. Estrutura da Tese

A discussão está estruturada em uma abordagem Pré-PNPB apresentada nos capítulos 2 e 3. O capítulo 2 conceitua o biodiesel e suas rotas de produção, e compara as diferentes políticas utilizadas na adoção e no estímulo ao uso do biodiesel nos países pioneiros da União Europeia (UE), e dos principais concorrentes do Brasil no mercado mundial de soja, Estados Unidos e Argentina, mostrando que as estratégias para adoção do biodiesel diferem significativamente em termos de objetivo e incentivos (público e privado).

Enquanto o Capítulo 3 faz uma contextualização do mercado brasileiro de combustíveis e da soja antes do PNPB, mostrando que o diesel mineral, desde o final dos anos 80, tornou-se o principal combustível consumido no setor de transportes do Brasil. E, que a estrutura de produção de óleo vegetal do país já se mostrava extremamente oligopolizada e verticalizada, tendo como seu principal pilar ao Complexo Agroindustrial da soja.

Nos capítulos 4 e 5 são apresentados o programa e as críticas aos resultados. No Capítulo 4 discutimos com maior profundidade o arcabouço do PNPB e, à luz dos dados oficiais disponíveis são analisados os resultados da ampliação do *blend*, e do

³ Conceito definido na Engenharia de Produção nas áreas de Estratégia e Teoria da Decisão.

crescimento da demanda e da oferta do biodiesel no país. As críticas aos resultados do programa foram sumarizadas no capítulo 5, que foi subdivido em aspectos ambientais e sociais, enfatizando o distanciamento entre estes resultados e as diretrizes preconizadas pela política.

O capítulo 6 apresenta, a partir da aplicação da teoria microeconômica, argumentos para a dominância da soja corroborando os resultados apresentados pelo PNPB. Por fim, o capítulo 7 apresenta as conclusões e propostas para estudos futuros.

2. Caracterização do biodiesel

Biodiesel não é um produto único, representa um combustível de origem não-fóssil, que apresenta características físico-químicas que variam conforme a matéria-prima e a rota tecnológica de produção empregada usado como substituto ou aditivo ao diesel derivado de petróleo em motores ciclo diesel de explosão a compressão interna.

A legislação brasileira, para fins de regulamentação, utiliza duas definições do que é o biodiesel. Na Lei 11.097/2005, o biodiesel é definido como “um 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”. (Brasil, 2005)

Já a Resolução ANP n.º 7, de 19 de março de 2008, define o biodiesel como “combustível composto de alquil ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais”. (ANP, 2008b)

Demirbas (2007) afirma que o biodiesel pode ser definido como ésteres monoalquílicos de óleos vegetais ou gordura animal. Segundo o autor, o biodiesel é o principal candidato para substituir o diesel em motores a compressão por mostrar-se ambientalmente menos impactante (*environmental friendly*) e possuir características próximas às propriedades do diesel de petróleo.

As principais fontes de óleo para produção de biodiesel variam de acordo com a rota escolhida e as disponibilidades de óleo vegetal/animal de cada país. No Brasil, nos Estados Unidos e na Argentina, a maior parte da produção está baseada na utilização da soja; na União Europeia, a canola (*rapeseed*) figura como principal matéria-prima, já Indonésia e Malásia utilizam os óleos de palma, dendê e seus variantes. Existem também muitas outras fontes de óleo como girassol, algodão, amendoim, pinhão-mansão,

milho, além das gorduras animais, resíduo de óleo de cozimento, algas e microalgas, bactérias e outros óleos não-comestíveis que são utilizadas para a produção de biodiesel ao redor do globo .

Como o biodiesel é considerado um substituto parcial ou total do diesel, algumas diferenças entre os combustíveis devem ser observadas (APEC, 2007):

- O biodiesel é uma combinação de uma variedade pequena de moléculas, tipicamente ésteres de ácidos graxos C_{12} , C_{14} , C_{16} , C_{18} , e C_{22} , enquanto o diesel é uma mistura complexa de hidrocarbonetos de C_{12} a C_{25} .
- Diesel é um corte de destilação do petróleo, enquanto o biodiesel é produzido por uma reação química seguida de separação física entre produtos e subprodutos. O biodiesel pode conter materiais que quando expostos ao calor do motor estão sujeitos à decomposição.
- Biodiesel pode conter um alto nível de insaturados (olefínicos) que são instáveis e contém oxigênio podem contribuir para a degradação e deposição de materiais.

O biodiesel tem tendência maior à solidificação e a temperatura em que começa a se formar gel varia consideravelmente dependendo do mix de ésteres e da matéria-prima que foi utilizada na produção do combustível. (APEC, 2007)

O éster que compõe o óleo vegetal utilizado para a produção influencia as propriedades do fluxo do biodiesel a baixas temperaturas e também o rendimento. Quedas de temperatura podem causar entupimento dos filtros de óleo e sistemas de injeção nos casos do biodiesel produzido a partir de óleos com alto teor de ácidos graxos saturados. (Ramos et.al., 2011).

O rendimento do óleo na conversão para o biodiesel varia de acordo com a matéria-prima, do álcool e do catalisador empregado na transesterificação, os valores

apresentados na Tabela 1 devem ser tomados como um indicativo. (Singh e Singh, 2010)

Do ponto de vista químico, as diferentes fontes de óleo (vegetal, animal, resíduos, etc.) fornecem diferentes tipos de biodiesel, devido à sua composição, uma vez que a cadeia de carbono e a quantidade de insaturados será característica da reação de cada matéria-prima (Singh e Singh, 2010). A tabela 1, adaptada de Singh e Singh (2010), exemplifica as propriedades do biodiesel de acordo com óleo usado como matéria-prima.

Tabela 1. Propriedades Físicas do Biodiesel por matéria-prima

Matéria-prima	Viscosidade cinemática (mm ² /s)	Número de Cetano	Poder Calorífico inferior (MJ/kg)	Ponto de Cristalização (min) ⁴	Ponto de Fluidez (min)	Ponto de Fulgor	Densidade (kg/L)	Rendimento da conversão em éster
Amendoim	4,9 (37,8 ° C)	54	33,6	5	-	176	0,883	90%
Soja	4,5 (37,8 ° C)	45	33,5	1	-7	178	0,885	98%
Babaçu	3,6 (37,8 ° C)	63	31,8	4	-	127	0,875	-
Palma	5,7 (37,8 ° C)	62	33,5	13	-	164	0,880	-
Girassol	4,6 (37,8 ° C)	49	33,5	1	-	183	0,860	80%
Sebo	-	-	-	12	9	96	-	-
Canola (Rapeseed) ^b	4,2 (40 ° C)	5,1 – 59,7	32,8	-	-	-	0,882	87%
Palma ^b	4,3 – 4,5 (40 ° C)	64,3 – 70	32,4	-	-	-	0,872- 0,877	-
Soja ^b	4,9 (40 ° C)	45,7 – 56	32,7	-	-	-	0,880	-

Fonte: Adaptado de Singh e Singh (2010)

Testes e ensaios conduzidos no Brasil para a validação da mistura B5 – biodiesel a 5%, comercializado misturado ao diesel – como alternativa viável mostraram as diferentes características do uso da soja, mamona e palma. O B100 de mamona apresentou várias não-conformidades nos testes à luz da especificação da Resolução ANP 42/2004, o que não comprometeu o desempenho dos motores testados. (MCT, 2009)

⁴ Os pontos de cristalização (*cloud point*) e de fluidez (*pour point*) são métricas associadas à mudança de fase do combustível, estando ambas relacionadas ao Ponto de Entupimento de Filtro a Frio, CFPP (*cold filter plugging point*), que é o parâmetro usado em diversas especificações técnicas.

Produtos de qualidade inferior podem causar diversos danos aos motores e em alguns casos notórios chegaram a colocar a credibilidade do biodiesel como combustível em xeque. Carriquiry (2007) aponta casos típicos ocorridos no passado recente, em que os danos causados aos motores levaram a reclamações dos consumidores e montadoras: resultando em novas leis como no caso da Alemanha, e revisão das cotas obrigatórias de *blend* e novas especificações, como no caso de Minnesota/EUA. Desta forma, a definição da rota de produção influi nas características e na qualidade do combustível o que determinará sua aceitação no mercado.

2.1. Rotas de produção de biodiesel

A reação de produção do biodiesel pode ser conseguida de através de esterificação e transesterificação⁵.(Singh e Singh, 2010) Atadashi et al. (2010), afirma que a reação mais utilizada comercialmente para a produção de biodiesel é a transesterificação, utilizando como carga óleos vegetais na presença de álcoois de cadeia curta, notadamente o metanol. O processo de fabricação do biodiesel (Figura 1) consiste em uma reação de transesterificação para reduzir o nível de viscosidade do óleo aproximando-a a viscosidade do diesel de petróleo, melhorando sua aplicação como combustível para motores à compressão interna.

⁵ Alguns autores citam também a pirólise e a microemulsão como formas de se obter o biodiesel.

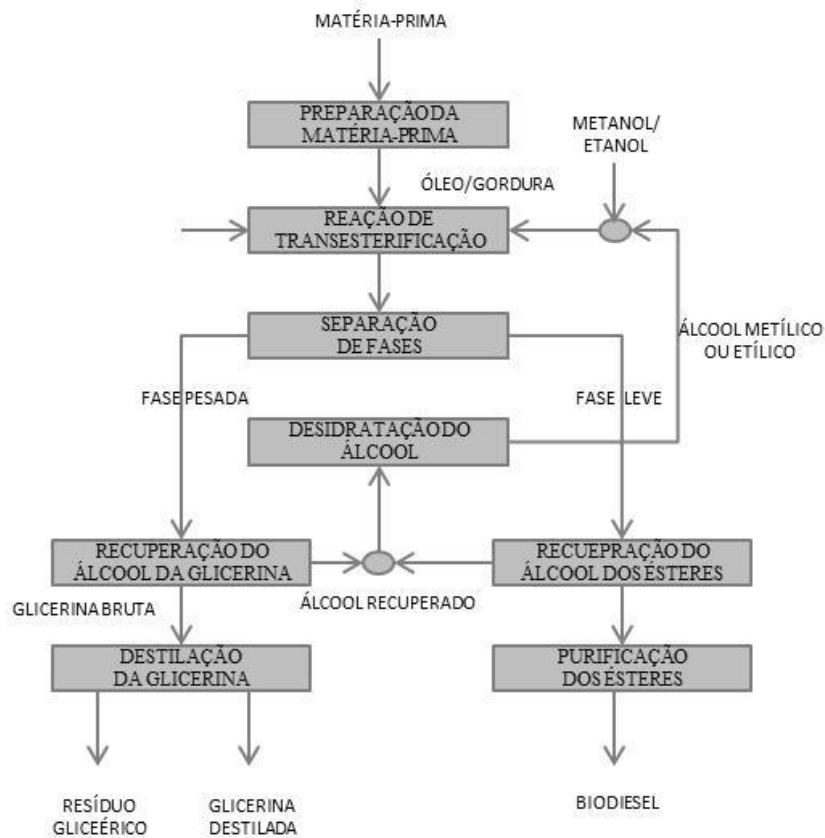


Figura 1. Processo de Produção do Biodiesel (PARENTE, 2006)

A transesterificação, segundo Demirbas (2007), consiste em uma reação entre um éster (triglicéride) e um álcool (glicerina) e um segundo álcool (metanol) para formar um éster deste segundo álcool (éster metílico), conforme segue:



A reação de transesterificação pode ser catalisada utilizando como catalisadores ácido, alcalino ou enzimático. O uso de catalisadores alcalinos, como os hidróxidos de sódio e de potássio, é mais eficiente que o uso dos catalisadores ácidos na produção do biodiesel. Atadashi et al.(2010), afirmam que uma reação de transesterificação usando

um catalisador alcalino homogêneo ocorre 4.000 (quatro mil) vezes mais rápido do que uma reação com catalisador ácido.

O processo enzimático vem sendo largamente pesquisado no Brasil e em outros países. A vantagem da utilização de enzimas consiste na simplicidade do processo de produção e refino do combustível, e as temperaturas mais baixas de reação. As principais desvantagens do processo enzimático são o tempo de reação – a reação é mais lenta do que com catalisadores alcalinos – e o custo da utilização do processo enzimático, que ainda é muito alto se comparado aos demais processos de uso comercial. (Atadashi et al., 2010)

Desde 2012, vem sendo realizado na COPPE/UFRJ o desenvolvimento conjunto com Universidade de Tsinghua (China) de um processo otimizado para a obtenção de biodiesel a partir do processo enzimático. Segundo relatórios da parceria, esta pesquisa possui como principal característica a viabilização de um biocombustível privilegiando o uso de matérias primas de elevada acidez e teor de água e o estudo da eficiência da conversão do processo usando metanol ou etanol. Também estão sendo avaliados: a durabilidade das enzimas com estas matérias-primas, a caracterização dos ésteres produzidos, os resíduos gerados e realizado um estudo técnico-econômico comparativo entre os processos catalítico convencional e o processo enzimático.

Segundo o Centro China Brasil de Mudanças Climáticas e Tecnologias Inovadoras para Energia (COPPE/UFRJ, 2012), o processo possui como principais vantagens o grande potencial de utilização com matérias-primas de alta acidez e umidade sem necessidade de um pré-tratamento, atingindo percentuais de conversão superiores aos do processo catalítico. Além de um baixo consumo de energia, utilização de etanol e metanol hidratados e aproveitam: o processo enzimático apesar de já conhecido, apresenta como grande problema, o alto custo e a rápida desativação das enzimas.

No Brasil, os álcoois mais utilizados para produção de biodiesel pela rota catalítica são o metanol e o etanol, devido à capacidade de reação, dos custos, da maturação tecnológica e disponibilidade. O Brasil é um grande produtor de etanol, o que sugere uma vocação para a utilização da rota etílica em escala, com a conjugação da produção dos dois combustíveis e a integração das cadeias.

O metanol é um álcool obtido de fontes fósseis e não-renováveis, enquanto o etanol brasileiro é derivado da cana-de-açúcar, uma fonte renovável. No entanto, a maior parte das usinas produtoras de biodiesel no país utiliza o metanol, conforme dados da ANP (2010) apresentados no gráfico 1.

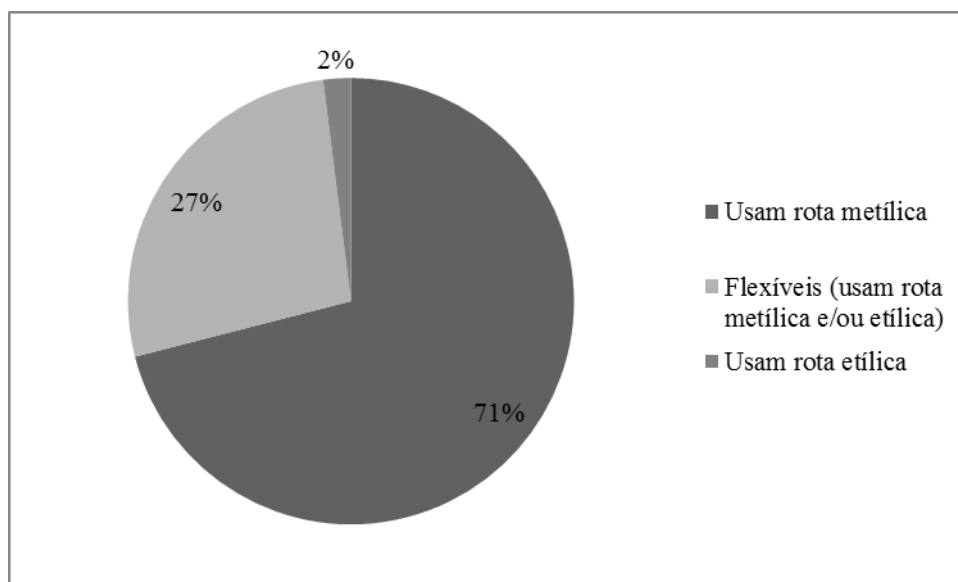


Gráfico 1. Participação do uso da rota metílica e etílica de produção de biodiesel de acordo com o número de usinas no Brasil. Fonte: ANP, 2010.

Angelo (2010) mostra que a demanda por etanol para atender à produção e biodiesel é marginal. Se todo o parque produtor brasileiro utilizasse esta rota, a demanda de etanol atingiria apenas 4% da produção nacional, e seria viável do ponto de vista da disponibilidade do álcool. A justificativa para utilização do metanol como insumo no

lugar do etanol está relacionada a aspectos técnicos, da tecnologia disponível e da perspectiva de atingir mercados estrangeiros.

O etanol apresenta como principais vantagens a grande disponibilidade, ser um insumo produzido no país, de baixa toxicidade, produzindo um biodiesel com maior índice de cetanos e maior lubricidade. Além da considerável vantagem do ponto de vista ambiental, visto ser um insumo renovável, permitindo a produção de um biodiesel “100% verde” (Angelo, 2010). Por outro lado, em comparação ao metanol, as desvantagens técnicas são relacionadas ao teor de reatividade. O tempo de reação se mostra maior, e a reação ocorre a temperaturas mais altas, produzindo ésteres etílicos com maior afinidade à glicerina, isto resulta na necessidade de ser utilizada uma estrutura produtiva mais complexa para o refino do biodiesel que exige maiores investimentos. Como consequência, os custos de produção de biodiesel pela rota etílica tendem a ser significativamente maiores, e a atratividade de investimento nesta rota menor.

O metanol, apesar de não ser um álcool de origem renovável e ser altamente tóxico, apresenta como vantagens maior rendimento, menor tempo de reação e baixo custo. Olivério (2006) mostra outras vantagens técnicas relativas à produção do biodiesel a partir de rota metílica: maior taxa de conversão de óleo vegetal em biodiesel e a facilidade de separação da glicerina. Além disso, conforme afirmado mais afrente na seção 2.2, no mercado internacional, a rota metílica tornou-se a mais utilizada comercialmente, sendo esta a rota considerada na especificação do biodiesel nos principais países europeus. Isto é, do ponto de vista da produção para exportação, a especificação admite traços de metanol na composição do biodiesel, mas não de etanol, o que poderia se caracterizar como um impeditivo para alcançar tais mercados (vide seção 2.3.4). No entanto, até o ano 2010, a exportação do biodiesel brasileiro sempre foi

um potencial visto que, apesar da existência de dispositivos jurídicos que permitam ao país exportar, a ANP não conferiu licença a nenhum produtor.

2.2. Especificações Técnicas

Muitas características do biodiesel estão relacionadas ao processo de produção, e podem variar com a carga de matéria-prima usada, como por exemplo, a densidade, viscosidade, ponto de entupimento de filtro a frio, número de cetanos, índice de iodo (olefinidade) e estabilidade.

Visando evitar que sejam comercializados combustíveis de baixa qualidade, países e associações de fabricantes de veículos e de combustíveis desenvolveram e adotaram especificações técnicas que apresentam as propriedades físico-químicas desejáveis para o biodiesel. As especificações técnicas e o padrão de qualidade de produto variam de acordo com o mercado e o país. Em geral, os padrões definidos têm como foco a possibilidade do produtor cumprir as exigências da norma garantindo adesão dos produtores e controle de qualidade.

Visando proteger sua reputação e viabilizar o uso do biodiesel na frota existente, sem que haja necessidade de grandes modificações nos motores, a *Engine Manufacturers Association* (EMA) definiu um padrão limite de mistura, para o qual dá garantias de funcionamento, por exemplo. A EMA aprova o *blend* de 5% de biodiesel (uso de B5) se a especificação do biodiesel estiver dentro das normas americana (ASTM D6751) ou europeia (EN14214), que são aplicáveis ao biodiesel puro, B100.

Nos EUA, não existe nenhuma lei federal que obrigue o produtor de biodiesel a seguir a norma ASTM D6751, o que permite que muitos estados tenham adotado a norma ASTM D975 do padrão do diesel como *standard* para o *blend*. Isto é, desde que o diesel

comercializado esteja dentro da norma, a quantidade de biodiesel misturada não é relevante para fins de acompanhamento da qualidade.

Na União Europeia, o padrão EN14214 foi estabelecido pelo *European Committee on Standardization* visando garantir qualidade e suprimento, e substituir os padrões definidos individualmente pelos países pioneiros (Áustria, França, República Tcheca e Alemanha). Os quadros 1, 2 e 3 resumem os padrões adotados nas normas, e mostra que a EN14214 é mais restritiva quanto à quantidade de sulfurosos e água, se comparada à ASTM D6751.

Em comparação com os padrões americano e europeu, a norma brasileira facilita a mistura entre biodiesel de diferentes fontes e a ampliação do *blend*. Baseada em exaustivos testes e estudos, a especificação brasileira é a que permite a maior diversidade de matérias-primas, conforme acontece na especificação de produto em uma refinaria, onde diversos tipos de diesel são misturados para chegar a uma especificação técnica que não é típica do corte de uma carga específica.

Quadro 1. Especificações para o B100 (ASTM D6751)

Propriedade	Limites	Unid.
Ponto de Fulgor (Flash point)	130 min	°C
Água e sedimentos	0,050 max	% vol
Viscosidade Cinemática (40° C)	1,9 – 6,0	mm ² /s
Cinzas Sulfatadas	0,020 max	% massa
Enxofre	0,05 max	% massa
Corrosividade ao Cobre	No. 3	Max.
Cetanos	47	Min
Cloud Point	Anotar	°C
Resíduo de Carbono	0,050 max	% massa
Índice de Acidez	0,80 max	Mg KOH/g
Glicerol Livre	0,020 max	% massa
Glicerol Total	0,240 max	% massa
Fósforo	0,001 max	% massa
Temperatura de Destilação	360 max	°C

Fonte: Singh e Singh (2010)

Quadro 2. Especificações para o B100 (EN14214)

Propriedade	Unidades	Limites	
		Mínimo	Máximo
Ésteres	% (m/m)	96,5	-
Densidade a 15°C	g/ml	0,860	0,900
Viscosidade a 40°C	mm ² /s	3,50	5,00
Ponto de Inflamação	°C	120	-
Enxofre	mg/kg	-	10
Resíduo carbonoso	% (m/m)	-	0,30
Número de cetano		51,0	-
Cinzas sulfatadas	% (m/m)	-	0,02
Água	% (m/m)	-	0,05
Contaminação Total	mg/kg	-	24
Corrosão do Cobre (3h a 50°C)	Classificação	Classe 1*	
Estabilidade de oxidação	Horas	6,0	-
Número de acidez	mg KOH/g	-	0,50
Índice de iodo		-	120
Metiléster do ácido linoleico	% (m/m)	-	12,0
Metilésteres polinsaturados (>= 4 ligações dupla)	% (m/m)	-	1
Metanol	% (m/m)	-	0,20
Monoglicérides	% (m/m)	-	0,80
Diglicérides	% (m/m)	-	0,20
Triglicérides	% (m/m)	-	0,20
Glicerina livre	% (m/m)	-	0,02
Glicerina total	% (m/m)	-	0,25
Metais alcalinos (Na, K)	mg/kg	-	5,0
Fósforo	mg/kg	-	10

Fonte: Adaptado de <http://www.lamtec-id.com/energias/biocombustiveis.php>

Quadro 3. Especificações das Resolução ANP no. 7/2008⁶

Característica	Unid.	Limites Resolução ANP n.º. 7/2008
Aspecto	-	LII
Massa específica a 20° C	Kg/m ³	Anotar
Viscosidade Cinemática a 40° C	Mm ² /s	Anotar
Água e Sedimentos, máx.	% volume	0,050
Contaminação Total	mg/kg	Anotar
Ponto de Fulgor, min.	°C	100,0
Teor de Éster	% massa	Anotar
Destilação; 90% vol. Recuperados, máx	°C	360
Resíduo de carbono dos 100% destilados, máx.	% massa	0,10
Cinzas Sulfatadas, máx.	% massa	0,020
Enxofre Total	% massa	Anotar
Sódio + Potássio, máx.	mg/kg	10
Cálcio + Magnésio	mg/kg	Anotar
Fósforo	mg/kg	Anotar
Corrosividade ao Cobre, 3h a 50° C, máx.	-	1
Número de Cetano	-	Anotar
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	-
Índice de acidez, máx.	mg KOH/kg	0,80
Glicerina livre, máx.	% massa	0,02
Glicerina Total, máx.	% massa	0,38
Monoglicérides	% massa	Anotar
Diglicérides	% massa	Anotar
Triglicérides	% massa	Anotar
Metanol ou Etanol, máx.	% massa	0,5
Índice de Iodo		Anotar
Estabilidade à oxidação a 110° C, min	h	6

Fonte: ANP, 2008b.

⁶ Limites definidos em substituição à Resolução ANP n.º. 42/2004

2.3. Comparação do mercado de biodiesel EUA, União Europeia e Argentina

O biodiesel se tornou no início dos anos 2000 uma promessa de fonte de energia limpa para utilização em veículos automotores. O crescimento da produção de biodiesel no mundo se deu rapidamente, seguindo o exemplo da União Europeia, que se tornou o líder global na produção e uso deste combustível.

Os principais produtores mundiais de biodiesel, à exceção da União Europeia, são Estados Unidos, Argentina e Brasil. Estes três países têm em comum o fato de serem os maiores produtores e exportadores mundiais de soja, e também os maiores produtores de biodiesel de soja. No entanto, a formação da indústria do biodiesel em cada um destes países seguiu uma lógica própria.

A Tabela 2 mostra além dos principais produtores, a Malásia e a Indonésia que baseiam sua produção no óleo de palma e possuem uma contribuição consideravelmente menor.

Tabela 2. Produção anual de biodiesel, países selecionados (em milhões de litros)

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Argentina	19,99	19,99	205,17	859,30	1.340,05	2.100,92
Brasil	0,72	69,01	405,04	1.165,92	1.608,81	2.449,18
União Europeia	3.361,09	5.360,64	6.821,37	8.812,51	9.611,24	11.700,80
Indonésia	9,09	79,53	113,56	102,21	90,85	96,15
Malásia			113,56	221,45	252,11	130,60
Estados Unidos	03,53	970,32	1.801,87	2.282,62	1.817,01	2.093,35

Fonte: Adaptado de Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI), <http://www.fapri.iastate.edu/>, Iowa State University, Ames, Iowa

2.3.1. Caso da União Europeia

A indústria do biodiesel europeia iniciou seu desenvolvimento ainda em meados dos anos 1990, através de países pioneiros como a Áustria, França e Alemanha. No início dos anos 2000, o transporte rodoviário na UE (União Europeia) era responsável por 84% das emissões de CO₂ relativas ao setor, cuja matriz é baseada no uso de diesel. (EC, 2001) A expansão da produção na UE se deu como resposta a incentivos e

iniciativas governamentais apoiados na premissa da importância de obter alternativas aos combustíveis fósseis, seguindo os compromissos assumidos sob o Protocolo de Kyoto.

As primeiras políticas de incentivo à produção do biodiesel partiram da política agrícola, quando a revisão da Política Europeia Agrícola Comum (CAP), que abriu espaço físico e subsidiou o plantio de oleaginosas destinadas ao uso energético, notadamente a canola (rapeseed), a soja e o girassol. (Carriquiry, 2007)

As demais formas de incentivos vieram do estabelecimento de metas mínimas opcionais para a utilização de combustíveis renováveis provenientes da biomassa, que poderiam ser divididos entre o etanol e o biodiesel. É importante observar que a UE enfrenta condições adversas para a produção de etanol, uma vez que é importador líquido de milho, não possui condições edafoclimáticas para a produção de cana, e a produção do etanol de beterraba não é competitiva. Por estas razões, sob as condições de incentivo, a estruturação da indústria do biodiesel ganhou maior impulso que a de etanol.

A diretiva 2003/30/EC recomendava a definição de uma meta intermediária de 2% de participação dos biocombustíveis no mercado de cada país até 2005, e a adoção de uma meta final para atingir 5,75% do market share até o ano de 2010. Os diferentes países membros desdobraram estas metas de acordo com suas políticas energéticas e agrícolas internas. (União Europeia, 2003) A diretiva não estabelecia uso obrigatório, e abria espaço para a importação de biocombustíveis na medida em que mencionava apenas a participação de mercado e não a produção do combustível como meta. Ainda em 2003, outra diretiva (2003/96/EC) permitiu a redução dos impostos sobre consumo de todos os biocombustíveis por 6 anos, iniciando em 2004. Em meados dos anos 2000, alguns países adotaram por conta própria a utilização de percentuais de mistura obrigatória, conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Países com *blend* obrigatório

País	Ano
França	2005
Áustria	2005
Eslovênia	2005
Alemanha	2007
Holanda	2007
República Tcheca	2007
Reino Unido	2008

Fonte: Elaboração própria

Apesar do grande crescimento na produção e no consumo dos biocombustíveis, principalmente do biodiesel, apenas dois países atingiram suas metas: a Alemanha⁷ e a Suécia (COM, 2007).

Em comparação com outros países, o crescimento da demanda e da oferta de biodiesel ocorreu de forma balanceada e concomitante, conforme mostra o gráfico 2. A taxa de utilização da capacidade de produção total da UE manteve-se em torno de 80% até meados da primeira década de 2000, havendo capacidade ociosa que permitiria a ampliação da produção de biodiesel caso fosse ampliado o percentual de mistura obrigatória.

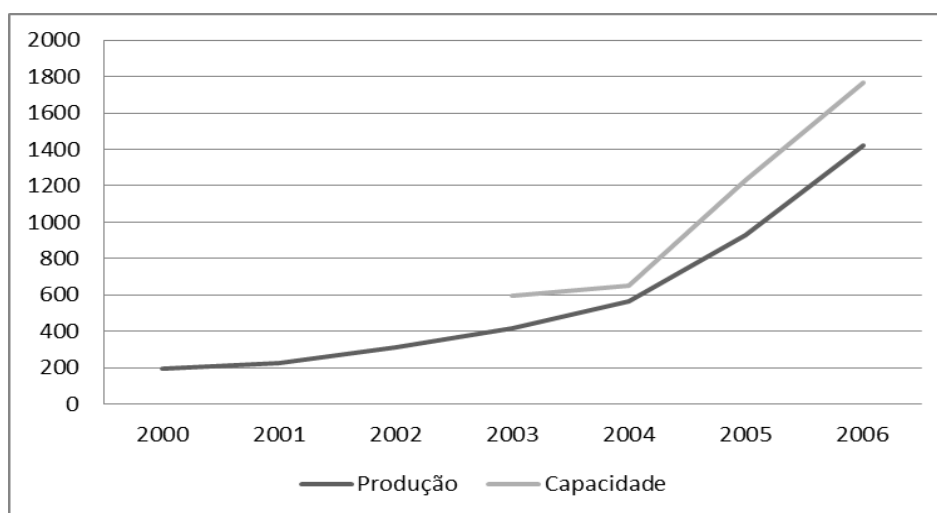


Gráfico 2. Produção de biodiesel e Capacidade Produtiva da União Europeia (em milhões de galões líquidos).

Nota do autor: um galão líquido corresponde a 3,7854 litros. Fonte: Adaptado de Carriquiry (2007).

O biodiesel europeu é produzido usando canola (*rapeseed*) como principal matéria-prima, aproximadamente de 85% do mercado, o que correspondia em 2004 ao uso de 27% da produção total da oleaginosa. O padrão de qualidade é viesado em relação às características do biodiesel de *rapeseed*, o que dificultou por algum tempo o uso de combustíveis produzidos a partir de outras matérias-primas como soja e palma. (Carriquiry, 2007) No entanto, a UE se tornou um importador frequente do biodiesel produzido na Argentina, Malásia e Indonésia.

2.3.2. Caso dos EUA

O desenvolvimento da indústria do biodiesel nos Estados Unidos (EUA) partiu da iniciativa privada, no início dos anos 1990, quando produtores de soja passaram a vislumbrar um novo nicho de mercado para seu produto. Visando criara as condições necessárias para a entrada do produto no mercado, os produtores de soja fundaram a NBB (*National Biodiesel Board*) órgão de pesquisa e desenvolvimento; e buscaram apoiar fortemente, através de recursos financeiros e lobby, a adoção do uso do combustível.

O apoio institucional governamental veio através de quatro principais atos:

- a) emenda ao Energy Policy Act (EPAAct/1998);
- b) criação do USDA Commodity Credit Corporation's Bioenergy Program (CCCBP);
- c) American Jobs Creation Act (Jobs Act);
- d) Energy Policy Act (EPAAct/2005).

A emenda ao EPAAct/1998 atuou gerando uma demanda garantida, a medida permitia a redução de custo na compra de combustível para frotas cativas que utilizassem biodiesel. O CCCBP apoiava a estruturação da oferta, tinha como objetivo a

⁷ A Alemanha é o principal produtor de biodiesel da UE. No ano de 2006, produziu em torno de um terço

manutenção do nível de preços das commodities agrícolas em caso de excesso de produção, e incentivar a produção de biocombustíveis através de subsídios à construção e expansão de plantas produtoras de biodiesel. Ainda pelo lado da demanda, o Jobs Act trouxe isenção de impostos sobre a renda (US\$ 1/galão de biodiesel vendido), incentivando o produtor de combustíveis a utilizar a mistura. Por fim, o EAct/2005 mantinha os incentivos da medida anterior, e incluía incentivos financeiros ao pequeno produtor de biodiesel, e estabelecia o Selo Combustível Renovável (RFS – *Renewable Fuels Standard*). O RFS impunha metas para os produtores de combustível, obrigando a inclusão anual de 4 bilhões de galões (aproximadamente 15 milhões de m³) de biocombustíveis a partir de 2006, e de o mínimo de 7,5 bilhões de galões (aproximadamente 28 milhões de m³) a partir de 2012. (Carriquiry, 2007)

A política estabelecida pelo governo americano foi profícua, e os incentivos tanto pelo lado da demanda quanto pelo lado da oferta fizeram com que a capacidade de produção crescesse vigorosamente. Acompanhando os incentivos federais, ao menos 38 estados americanos incluíram incentivos aos biocombustíveis, biodiesel ou etanol, que ampliaram o impulso de expansão. (Koplow, 2006)

Dados do NBB mostram que a produção total no país saltou de 1,8 mil m³ em 1999, para 946 mil m³ em 2006. Dados da IEA (2010) mostram que apesar deste grande crescimento, o principal biocombustível produzido nos EUA permanece o etanol. No período 200-2009, o uso de biocombustíveis no país cresceu à taxa de 30% ao ano, mas atingindo apenas 3% do mix da matriz de transportes americana⁸.

Segundo Paulson e Ginder (2007) o crescimento da produção do biodiesel criou um cenário em que podem ser identificados dois grupos de plantas de produção: i) um

do biodiesel da Europa.

⁸ A produção de biocombustíveis estadunidense somada à brasileira correspondia a aproximadamente 2/3 da produção mundial, no ano de 2009. O etanol, por sua vez, correspondia a 75% da produção global de biocombustíveis para transporte.

grupo de plantas de menor escala que tipicamente utilizam a tecnologia de lote; e ii) um grupo de plantas muito maiores, tipicamente utilizando processos de fluxo contínuo para funcionar ligeiramente acima de capacidade nominal. No entanto, o uso médio da capacidade instalada é baixo, em torno de 30%, uma vez que a capacidade de produção disponível atingiu a marca de 2,2 milhões de m³ em 2006, havendo muita capacidade ociosa.

Em termos de matérias-primas, as usinas americanas praticamente não variam a carga. Apesar dos óleos reciclados se mostrarem mais baratos e serem também utilizados para a produção de biodiesel, a necessidade de pré-tratamento limita a participação no mix de matérias-primas. A produção de biodiesel nos EUA está baseada na utilização de óleo de soja (90%) e de gordura animal (5%). Carriquiry (2007) considera que a utilização do óleo de soja se deve ao custo e à disponibilidade, assim como aos incentivos iniciais dos pioneiros da indústria.

2.3.3. Caso da Argentina

O caso da Argentina é ainda mais típico que o americano. Assim como os EUA, a Argentina é um grande produtor e exportador de soja, e a maior parte do biodiesel produzido no país é proveniente de óleo de soja.

A Constituição Argentina define que as políticas de recursos naturais e agrícola são de competência das províncias, e não do governo federal, e por consequência não há política nacional ou planejamento que direcione a estratégia do setor agrícola. Isto significa que a expansão do plantio da soja foi resultado da iniciativa do produtor rural em busca de lucratividade, característica de um setor adaptável a novas tecnologias e voltado para soluções de curto prazo. (Tomei e Upham, 2009)

A produção de soja na Argentina corresponde a cerca de 50% da área cultivada de grãos e é eminentemente voltada para a exportação. O cultivo de soja ganhou força, em meados dos anos 1990, com a entrada do “pacote tecnológico” baseado no cultivo de soja geneticamente modificada (GM), com plantio direto e uso do glifosato, somado à produção mecanizada de larga escala.

Segundo Lamers (2006), o interesse nos biocombustíveis remonta os anos 1990, quando diversas secretarias de estado desenvolveram resoluções que apoiavam a produção e uso do biodiesel:

- Resolução 129/2001 (Secretaria de Minas e Energia), definia padrões de qualidade para o biodiesel;
- Resolução 1076/2001 (Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Política Ambiental), lançou o Programa Nacional para Biocombustíveis;
- Decreto 1396/2001 (Secretaria de Minas e Energia), definiu o Plano de competitividade para o biodiesel;
- Resolução 1156/2004 (SAGPyA - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación), lançou o Programa Nacional de Biocombustíveis;
- Lei 26.093/2006 (SAGPyA), que trazia o Regime de regulação e promoção para a produção e uso sustentável de biocombustíveis.

A Lei 26.093/2006 foi a principal medida do poder público e trazia definições como a descrição do apoio governamental, criava e definia as responsabilidades da autoridade nacional para biocombustíveis, definia as especificações e padrões de qualidade dos biocombustíveis (para venda e autoconsumo), estabelecia a meta de 5% de *blend* até 2010, e apresentava os critérios de isenção de impostos. As isenções de impostos eram aplicáveis apenas ao biodiesel comercializado no país e excluía os casos de produção para autoconsumo e exportação.

O objetivo da lei era priorizar a produção de biocombustíveis para o mercado interno, incluir na cadeia produtiva do biodiesel pequenos e médios produtores de regiões que tradicionalmente não eram produtoras de soja, e assegurar o desenvolvimento econômico para estes pequenos produtores.

Os esforços realizados pelo governo argentino em promover a estruturação do mercado doméstico para o biodiesel não funcionaram a contento. A produção do país foi dominada por refinadores de óleo vegetal (em muitos casos baseada em investimentos estrangeiros)⁹, cujo foco está na construção de usinas de larga escala, que produzem biodiesel e soja para o mercado exportador¹⁰. A maior parte das companhias aproveitou a integração vertical da cadeia da soja (produção agrícola-refino-produção de biodiesel) para alcançar resultados competitivos, baseados em vantagens comparativas de economia de escala e capacidade de negociação dos preços da matéria-prima. (Tomei e Upham, 2009)

2.4. Algumas Conclusões

Muitos autores argumentam que a produção de biodiesel em larga escala é dependente de subsídios governamentais, sem os quais não se mostraria viável. A comparação entre os preços do diesel e do biodiesel mostram que o segundo é muito mais caro¹¹, e que os incentivos fiscais promovem uma distorção do mercado para garantir a entrada do biodiesel.

Os estudos da IEA (2010) mostram que as formas mais comuns de incentivo fiscais são créditos tributários e isenções de tributos, tarifas de importação de biocombustíveis estrangeiros e definições de padrões de mistura (*blend mandates*) que tem se tornado

⁹ Segundo Lamers (2006) 85% da capacidade de processamento de soja do país está sob domínio de 3 grupos argentinos (Aceitera General Deheza, Molinos Rio de Plata e Vincentín) e 3 multinacionais (Bunge, Cargill e Dreyfuss)

¹⁰ O principal parceiro comercial da Argentina são os países da União Europeia que importam o biodiesel produzido no país.

uma tendência. O PNPB inspirou-se na experiência nos países da UE, adotou a utilização do *blend* obrigatório como uma das principais formas de incentivo.

De fato, o caso da União Europeia é emblemático com relação ao uso de subsídios financeiros para garantir a produção e uso do biodiesel. O pioneirismo da UE está diretamente relacionado ao rápido crescimento da produção de biodiesel na Alemanha frequentemente apresentado como um caso de sucesso por ter obtido êxito em: (COM, 2007)

- Promover o uso de diversos níveis de *blend* e do combustível puro adaptado às condições de distribuição, ampliando o alcance da política;
- Dar visibilidade à política de introdução de biocombustíveis na matriz de combustíveis europeia;
- Promover isenção fiscal, combinando níveis obrigatórios de mistura e taxaço do uso de combustíveis fósseis;
- Combinar produção doméstica com importação do biodiesel de outros países europeus produtores;
- Investir em pesquisa e desenvolvimento, tratando a primeira geração de biocombustíveis como uma ponte para a segunda geração¹².

Os resultados alcançados pela Alemanha foram resultado de um sistema híbrido de financiamento da produção de biodiesel, em parte suportada pelo governo, em parte pelo consumidor. Neste esquema, apenas a produção de biocombustíveis que excedia o

¹¹ O preço FOB do biodiesel exportado no mundo era em 2005 US\$ 1,19/l, e chegou em 2010 a US\$ 0,90/l. (Banco Mundial, 2012)

¹² Não existe consenso na definição do que seja a delimitação exata entre os biocombustíveis de primeira, segunda ou terceira geração, pois estas definições baseiam-se no grau de maturidade da tecnologia e no balanço de emissões de GEE de cada matéria-prima. IEA (2010) classifica os biocombustíveis em Convencionais e avançados. Sendo os primeiros aqueles com tecnologia estabelecida, que sejam comercializados em escala industrial. E, o avançados, alternativas cujas pesquisas estejam em desenvolvimento, em fase de demonstração.

nível exigido pelo mandato nacional gerava créditos tributários¹³. O restante foi pago pelo consumidor. (IEA, 2010)

Hinrichs-Rahlwes (2013) afirma que as isenções de impostos para os biocombustíveis puros promovidas geraram um crescimento importante dos pequenos e médios produtores entre os anos de 2004 e 2007. Em 2007, a política de incentivos sofreu uma mudança drástica, noticiada por diversas fontes como um colapso no sistema de produção de biodiesel da Alemanha¹⁴. Através destas mudanças foram retirados os subsídios e foi incluída a taxação dos biocombustíveis. Como forma de compensar os produtores e manter o uso do biodiesel para o cumprimento das metas definidas, o governo introduziu, a mistura obrigatória. O resultado desta política foi a redução significativa da participação de pequenos e médios produtores, a concentração industrial e o aumento da importação de biodiesel, que favoreceu grandes grupos produtores de óleo vegetal e a exportação dos produtores dos EUA.

Comparando os casos dos três principais produtores mundiais de biodiesel (exceto Brasil), vemos que há duas forças importantes que atuaram concomitantemente para o crescimento do mercado do biodiesel. De um lado houve indução governamental através da redução de impostos, e distribuição de incentivos fiscais, que foram largamente observados nos EUA e na Alemanha. De outro, temos grandes grupos produtores de oleaginosas e óleos vegetais explorando um novo nicho para seus produtos. Desta combinação de forças, típica do capitalismo, emergiu o crescimento dos mercados mais importantes para produção, uso exportação e importação do biodiesel.

Os capítulos 3 e 4 deste trabalho tratam da situação particular do Brasil, mostrando em que medida se assemelha em termos da atuação da indústria da soja e, difere na

¹³ No período 2007-2009, o país regularmente excedeu este limite, com o consumo atingindo duas vezes o nível da cota, como resultado, o governo alemão financiou quase 55% do acumulado, aportando US \$ 8,6 bilhões de apoio ao biodiesel, sob a forma de redução de impostos sobre as receitas e sobre vendas do combustível.

construção da política pública e na constituição do mercado de biodiesel, resguardadas as inspirações obtidas nos casos discutidos nesta seção.

¹⁴ Redução da produção a 10% da capacidade nominal e desmantelamento do parque produtor. (Reuters, 2008)

3. Conjuntura histórica do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel

A utilização de óleos vegetais como combustível de motores a combustão advém da criação deste tipo de dispositivo no final do século XIX. Durante todo o século XX, os combustíveis de origem fóssil reinaram como principal alternativa energética. Neste mesmo período, foram desenvolvidas pesquisas e patentes de biocombustíveis de viscosidade e densidade e características próximas às do diesel mineral. A procura por combustíveis substitutos dos derivados de petróleo se acentuava principalmente em momentos de crise, em que a redução da dependência energética se mostrava importante, a exemplo da II Guerra Mundial e dos Choques do Petróleo.

Nesta busca por combustíveis não-fósseis, os óleos vegetais têm sido apontados como alternativa ao óleo diesel porque podem ser usados como substitutos ao diesel no motor a compressão interna.

Desde o início do século XX, já se discutia no Brasil questões relacionadas à escassez de petróleo e à dependência externa causada pela utilização em larga escala deste insumo. Com efeito, em 1923, foi proferida uma conferência no Clube de Engenharia, no Rio de Janeiro, sobre resultados de experiências que estavam ocorrendo em outros países quanto à utilização de óleos vegetais em motores ciclo diesel. Nesta conferência, J. Bertino de M. Carvalho salientou que apesar da grande riqueza de oleaginosas existentes no país, o alto custo de produção do óleo vegetal tornava antieconômica sua utilização como combustível. (Salama, 1982)

Em 1931, foram dados os primeiros passos concretos e direção à utilização de combustíveis renováveis na matriz de combustíveis brasileira: o Decreto 19.717/31 estabeleceu o uso obrigatório da mistura de 5% de etanol anidro à gasolina importada, e posteriormente à nacional.

Os primeiros registros de utilização de óleos vegetais como combustível remonta à década de 1940. No entanto, as primeiras ações de política pública e de desenvolvimento tecnológico de rotas de esterificação e transesterificação do óleo *in natura*, em biodiesel, surgem entre os anos 1970/1980, quando o governo brasileiro, visando reduzir a dependência da importação de petróleo, criou o PRO-ÓLEO (Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos) e o PROÁLCOOL. (Suarez e Meneguetti, 2007)

O PRO-ÓLEO foi submetido à Comissão Nacional de Energia (CNE) pelo Ministério da Agricultura em 1980 e, apesar de constar da Resolução no. 7 da CNE, nunca chegou a ser implantado. (Salama, 1982)

Em 2003, o Governo Federal voltou a incentivar a utilização de óleos vegetais para a produção de combustíveis, esta nova fase culminou em uma política pública voltada à estruturação da cadeia produtiva do biodiesel. O Decreto Presidencial de 2 de julho de 2003, instituiu Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) com o objetivo de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal (biodiesel) como fonte alternativa de energia. (Brasil, 2003)

Das conclusões e recomendações apresentadas pelo GTI, foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). O PNPB foi lançado em dezembro de 2004 e instituído pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Através do Decreto Presidencial 5.297/05, que regulamenta esta lei, o biodiesel foi introduzido na matriz energética brasileira.

3.1. Matriz energética brasileira pré-PNPB

A matriz energética brasileira destaca-se no cenário mundial devido à significativa parcela de utilização das fontes renováveis quando comparada às matrizes das principais economias mundiais. Esta característica está baseada fundamentalmente na importância da geração de energia hidrelétrica e na utilização da biomassa, e nos resultados da política energética desempenhada pelo governo federal, desde os anos 1950, com a construção de centrais hidrelétricas; e das políticas adotadas após a Crise do Petróleo de 1979, visando à redução da importação de combustíveis, que permitiu a criação de um enorme parque produtor de etanol.

O PNPB foi instituído tendo como pano de fundo a matriz energética do início dos anos 2000. Os gráficos 3 e 4 mostram que, em 2004, a matriz energética brasileira apresentava 44,2% de fontes renováveis, percentual significativamente superior aos 6,1% dos países membros da OCDE, e aos 13,1% da oferta mundial. (EPE, 2005) Comparativamente a Matriz Energética brasileira pode ser considerada limpa, apesar de pouco mais de 50% da energia consumida no país ser proveniente de fontes fósseis.

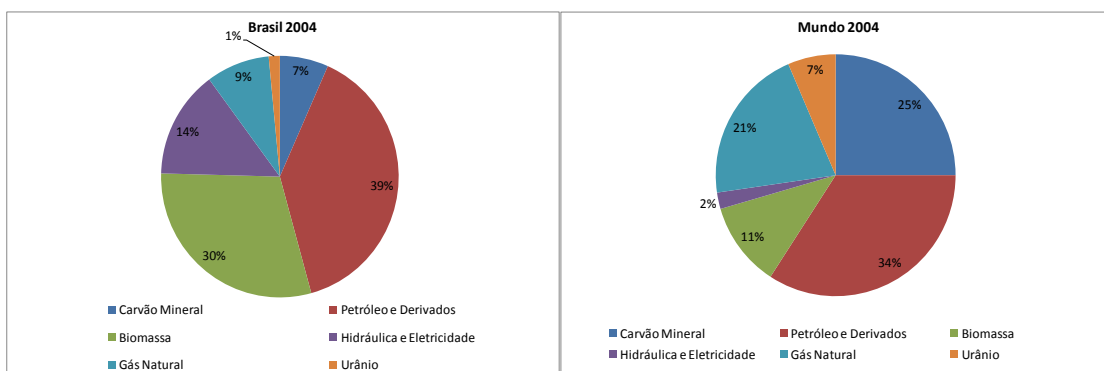


Gráfico 3. Matriz Energética Brasileira (2004); Gráfico 4. Matriz Energética Mundial (2004).

Fonte: EPE (2005)

Historicamente, o carvão mineral é pouco utilizado no país, desde meados da década de 1970, o petróleo e seus derivados são a principal fonte da energia primária do país, representando em torno de 40% da oferta.

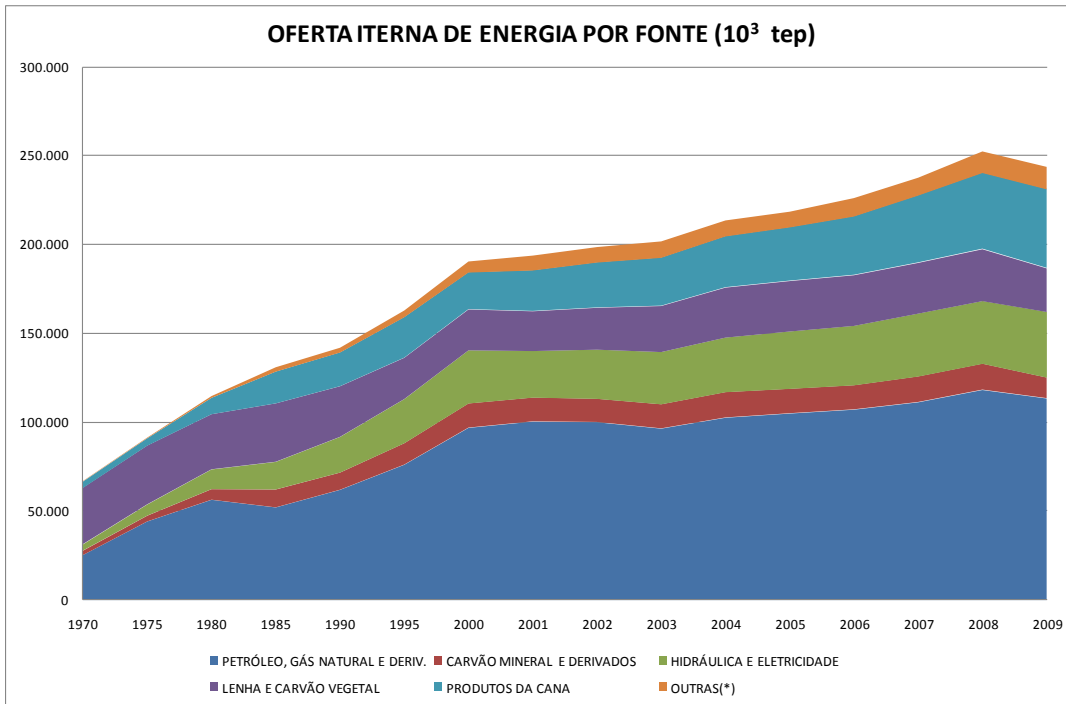


Gráfico 5. Oferta Interna de Energia por Fonte (10³ tep)

Fonte: Adaptado de EPE (2011)

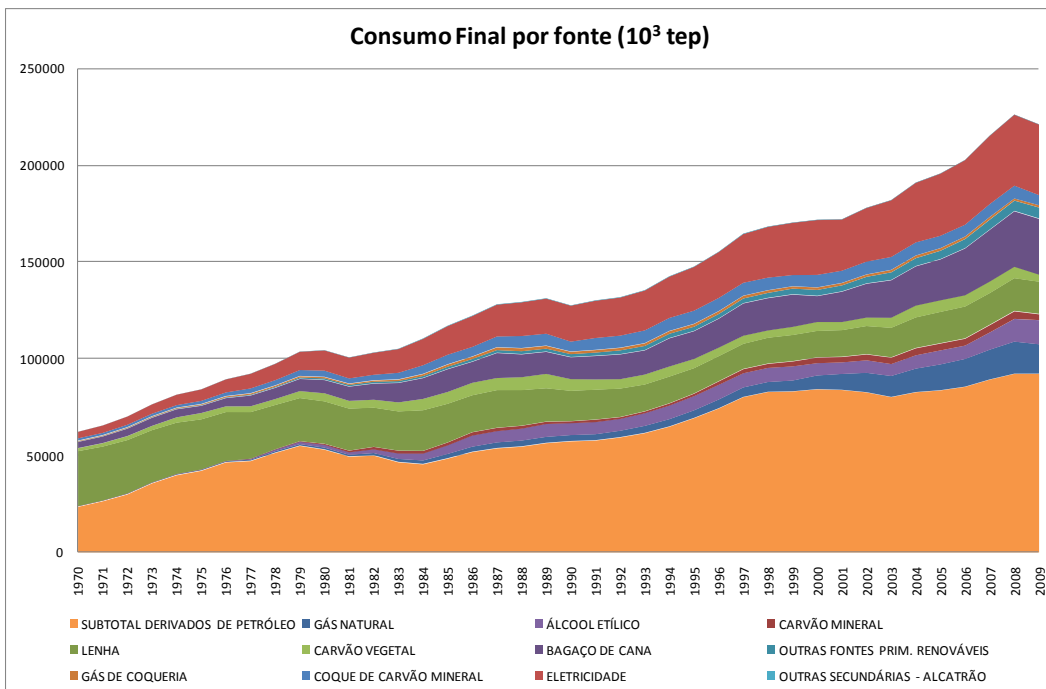


Gráfico 6. Consumo Final por fonte (10³ tep)

Fonte: Adaptado de EPE (2011)

Ao longo dos últimos 40 anos, a ampliação da oferta interna de energia foi acompanhada pela diversificação de fontes, conforme ilustrado pelos gráficos 5 e 6. As principais mudanças que podem ser observadas entre o início dos anos 70 e a primeira

década de 2000, são a queda da participação relativa da biomassa, notadamente lenha, acompanhada do crescimento do consumo de álcool etílico, gás natural e energia hidroelétrica. Diversos fatores contribuíram para esta evolução, entre eles a urbanização, a mudança no padrão de consumo das indústrias e das famílias, o desenvolvimento tecnológico, o crescimento do uso do transporte rodoviário e as políticas públicas. Mesmo com a diversificação, a utilização dos derivados de petróleo na matriz de combustíveis manteve a importância dos combustíveis fósseis em crescimento.

3.1.1. A importância do diesel na Matriz de Combustíveis

Analisando a evolução da matriz energética nacional, observamos que o petróleo e seus derivados sempre estiveram entre as principais fontes de energia do Brasil. A distribuição setorial do consumo de derivados de petróleo mostra que o setor de transportes é responsável por mais de 60% do consumo de derivados no país. (vide gráfico 7 e tabela 4)

O óleo combustível foi o derivado de petróleo mais consumido até a implementação de políticas públicas de contenção de demanda e de promoção de preços competitivos (subsídios) para as fontes nacionais de energia. (Tavares, 2005) A partir do início dos anos 80, o diesel tornou-se o principal derivado de petróleo consumido no país, seguido da gasolina e do GLP.

O diesel é um derivado de petróleo usado em motores de explosão a compressão que equipam quase toda a frota de ônibus e caminhões do país que movimentam cargas e passageiros, consumindo a maior parte do diesel disponível. Sendo, portanto, um componente essencial do processo de movimentação da economia brasileira, uma vez que o modelo de transporte do país foi construído sobre o modal rodoviário.

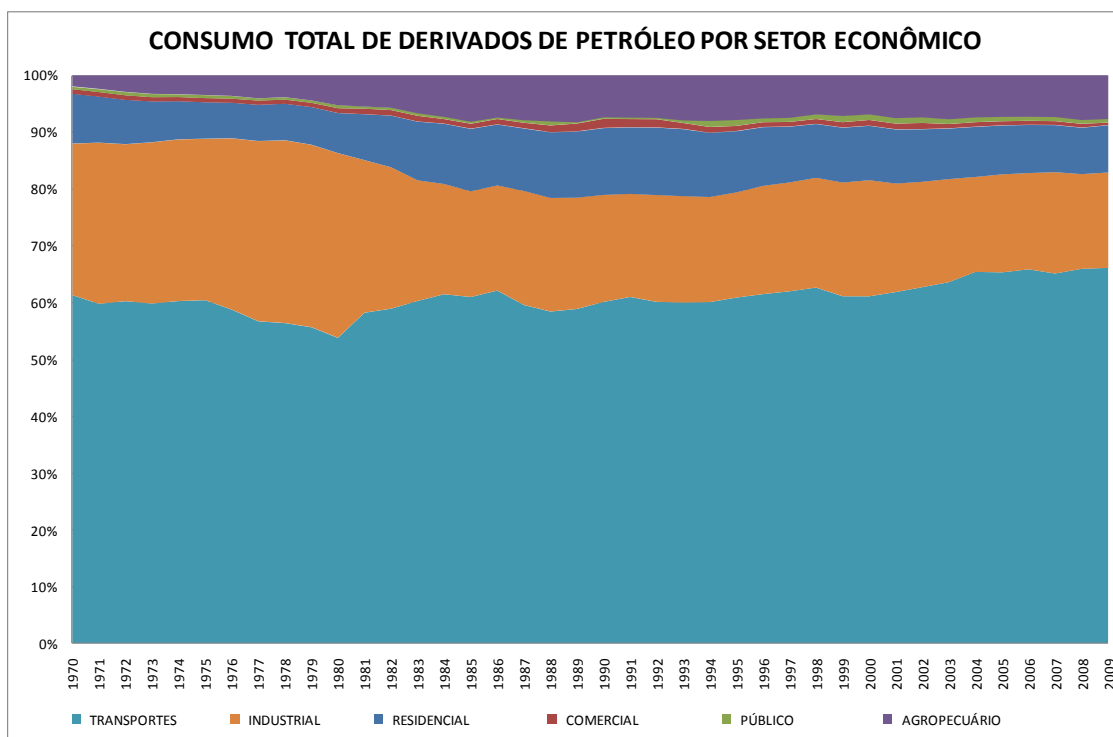


Gráfico 7. Consumo Total de Derivados de Petróleo por Setor Econômico, em percentual

Fonte: Adaptado de EPE (2010)

Dados de consumo de diesel, entre 2000-2010 (EPE, 2011), mostram que o setor de transportes consumiu em média 82% do diesel usado no país, e em média 97% do consumo de diesel do setor de transportes foi para o modal rodoviário.

Tabela 4. Consumo Energético de Diesel, em 10^3 tep

	CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	CONSUMO DO SETOR DE TRANSPORTES	RODOVIÁRIO	FERROVIÁRIO	AÉREO	HIDROVIÁRIO
2000	29.505	24.090	23.410	403	0	277
2001	30.619	24.840	24.071	456	0	313
2002	31.521	25.834	25.086	454	0	294
2003	30.885	25.058	24.252	552	0	254
2004	32.657	26.810	25.939	557	0	315
2005	32.382	26.685	25.804	564	0	318
2006	32.816	27.112	26.202	555	0	355
2007	34.836	28.731	27.741	581	0	408
2008	37.442	30.701	29.660	626	0	414
2009	36.911	30.369	29.364	633	0	373
2010	41.498	34.046	32.639	993	0	415

Fonte: Adaptado de EPE (2011)

O Brasil, desde os choques do petróleo, ampliou a oferta do diesel produzido internamente, mas desde a década de 1980 nunca deixou de importar. A ampliação da importação do diesel se manteve baixa até meados dos anos 1990, pós-Plano Real, quando a economia brasileira voltou a crescer e conseqüentemente, houve um aumento considerável do consumo.

Muitos modelos que explicam o crescimento de consumo de combustíveis utilizam como variáveis o crescimento do PIB, o estoque de caminhões e a eficiência média da frota. Moreira (1996) mostra que há covariância entre o consumo de combustíveis, o tamanho da frota, a eficiência dos veículos e o custo da inovação tecnológica. O autor sugere que o uso de modelos mais simplificados, produz resultados suficientemente acurados sobre os quais se podem fazer inferências, devido à forte correlação entre o PIB e o consumo de combustíveis.

Assim, pode-se dizer que a retomada do crescimento econômico pós-Plano Real, a partir de meados dos anos 1990, teve como um dos seus efeitos a ampliação da demanda por diesel. O aumento do consumo interno e a estagnação da capacidade de refino contribuíram para o crescimento das importações deste derivado de petróleo ilustrada no gráfico 8.

Apesar de o governo federal ter anunciado a autossuficiência na produção de petróleo, em meados dos anos 2000, o Brasil importa petróleo e derivados. As características do petróleo produzido no país e a estrutura de refino não satisfazem a demanda doméstica de derivados (padrões de consumo) devido a questões técnicas, nas quais não vamos nos alongar. (Tavares, 2005) Assim, parte importante da demanda interna por derivados, notadamente do diesel, é suprida através de importações, enquanto outros derivados são exportados.

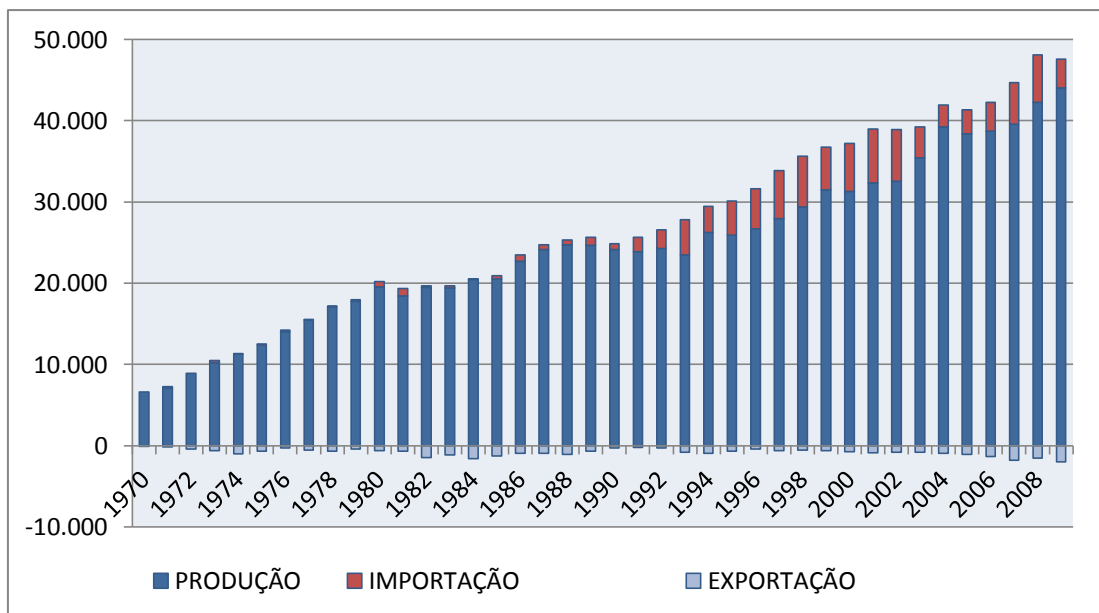


Gráfico 8. Produção e consumo de óleo diesel no Brasil (1970-2010), em 10³ m³.

Fonte: Adaptado de EPE (2011)

A importação e exportação de petróleo e derivados tem impacto na balança comercial brasileira. No início dos anos 2000, o volume de exportações do petróleo brasileiro se tornou mais frequente e cresceu em volume. O país gastava em torno de US\$ 2,06 bilhões com a importação de petróleo e derivados, cujo principal item de dispêndio (cerca de 40% em média) correspondia ao diesel (vide tabela 5). O dispêndio brasileiro na importação de petróleo e derivados atingiu US\$ 12,9 bilhões em 2010, dos quais US\$ 5,1 bilhões correspondiam ao dispêndio com diesel. Do outro lado da balança estavam as exportações de óleo combustível, gasolina e bunker. Os cenários de crescimento do país (pré-crise mundial de 2008) e do aumento de consumo de combustíveis mostravam uma tendência de pressão deficitária sobre esta relação comercial.

Tabela 5. Valores da importação e da exportação de derivados de petróleo – 2001-2010

Derivados de petróleo	Importação e exportação (mil US\$ FOB)									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total										
Dispêndio (importação)										
(a)	2.838.406	2.394.405	2.225.942	2.644.846	3.335.872	4.958.525	6.937.803	11.173.748	5.571.474	12.980.138
Receita (exportação) (b)	2.498.380	2.271.585	2.916.877	3.447.635	5.242.321	6.411.745	7.682.495	9.873.149	5.998.267	7.055.421
Óleo diesel										
Dispêndio (c)	1.214.037	1.084.176	791.812	826.765	1.019.636	1.746.709	3.019.516	5.140.941	1.672.498	5.131.079
(c)/(a) =	43%	45%	36%	31%	31%	35%	44%	46%	30%	40%
Receita (d)	89.945	85.056	115.825	83.746	225.724	431.751	700.953	764.633	700.105	587.896
(d)/(b) =	4%	4%	4%	2%	4%	7%	9%	8%	12%	8%

Fontes: Adaptado de ANP/SPP (2011)

Além disso, o Brasil vem experimentando uma pressão de aumento de dispêndio pela queda na produção de biocombustíveis. Até meados da primeira década de 2000, o país figurava como o principal produtor mundial de biocombustíveis devido à importância do etanol de cana-de-açúcar, que historicamente é consumido no mercado doméstico misturado à gasolina, e cuja tecnologia possui vantagens em termos de produtividade em relação ao etanol de milho e de beterraba. No ano de 2004, o consumo deste biocombustível ganhou novo impulso com o advento dos veículos *flexfuel*, e do crescimento das exportações para países como Japão, Coréia, Venezuela, México, Nigéria, dentre outros.

No entanto, desde 2010, a retração da produção em decorrência dos preços do açúcar no mercado internacional (arbitragem do produtor), o aumento da demanda no mercado internacional, as variações cambiais, as crises econômicas mundiais e os baixos níveis de estoques internos em frustrando as expectativas do país que passou de exportador de etanol de cana a importador de etanol de milho. (Chagas, 2012)

A introdução do biodiesel na Matriz Energética brasileira visava ampliar a utilização de fontes renováveis, reduzir a dependência externa de petróleo e derivados e, por conseguinte, economizar divisas¹⁵. O biodiesel foi introduzido em um mercado consolidado, em que a demanda por diesel mostrava-se crescente e o desafio de abastecimento sem onerar a balança comercial do país apresentava grande relevância.

Neste contexto, o desenvolvimento da cadeia do biodiesel apresenta-se como uma aposta de substituição de importações, equilíbrio da balança comercial, e potencial de pesquisa e desenvolvimento. Mais além, a tendência crescente nos principais países desenvolvidos da utilização de fontes alternativas, e a redução dos custos de produção dos combustíveis derivados da biomassa, em adição às discussões sobre emissões de

¹⁵ O uso do B5, em 2010, gerou uma economia da ordem de US\$ 260 milhões para o país.

gases do efeito estufa (GEE) e mudanças climáticas, abriam espaço para soluções energéticas mais sustentáveis, a entrada do país no mercado internacional de biocombustíveis que, naquele momento, via com reserva a aceitação das exportações de etanol.

3.2. Panorama do mercado de soja

A concorrência entre a produção de energia e o uso dos grãos para a alimentação é uma das principais discussões acerca da utilização de óleos vegetais na produção de biocombustíveis. No Brasil, muito antes do início do PNPB, o Brasil já estava posicionado no mercado mundial como um grande produtor de grãos e óleos vegetais.

¹⁶O país produz tradicionalmente razoável diversidade de oleaginosas, dentre as quais se destacam a soja, o algodão, a palma, a mamona, o amendoim e o milho. À exceção do milho, cuja produção é 100% destinada à alimentação, todas as demais oleaginosas citadas foram cotadas como elegíveis à produção de biodiesel.

Em comparação com outras culturas que poderiam ser utilizadas para a produção de biocombustíveis, a soja é a cultura mais expressiva, só perdendo em volume de produção para a cana-de-açúcar, conforme mostra a Tabela 6.

Desde os anos 1980, a produção brasileira de óleos vegetais manteve seu crescimento tornando o país como um exportador líquido da maioria dos óleos vegetais produzidos, à exceção do óleo de palmiste. (Nunes, 2007) Assim como no caso dos grãos, o óleo de soja é o principal expoente da produção do país, e correspondia no início do PNPB, a 92% da produção nacional de óleos vegetais (Tabela 7).

¹⁶ A introdução do biodiesel na matriz energética não provocou redução dos óleos disponíveis para alimentação no mercado doméstico, conforme será visto no capítulo 6.

Tabela 6. Produção Agrícola (lavouras selecionadas)

Brasil	2006		2009	
	Quantidade produzida	Rendimento médio da produção (KG/ha)	Quantidade produzida	Rendimento médio da produção (KG/ha)
Lavouras Permanentes				
Algodão arbóreo (em caroço) (Toneladas)	675	509	309	499
Dendê (cacho de coco) (Toneladas)	1.207.276	12.509	1.122.399	10.802
Lavouras Temporárias				
Algodão herbáceo (em caroço) (Toneladas)	2.898.721	3.227	2.897.542	3.569
Amendoim (em casca) (Toneladas)	249.916	2.256	255.662	2.710
Cana-de-açúcar (Toneladas)	477.410.655	75.117	672.156.957	78.860
Girassol (em grão) (Toneladas)	87.362	1.287	100.905	1.241
Mamona (baga) (Toneladas)	95.000	628	91.076	571
Soja (em grão) (Toneladas)	52.464.640	2.379	57.345.382	2.636

Fonte: Adaptado de IBGE/PAM/ SIDRA (2010).

Tabela 7. Evolução da produção brasileira de óleos vegetais (10^3 ton)

	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007
Soja	4.333	4.700	5.205	5.588	5.550	5.350	5.450
Algodão	208	172	204	286	305	236	300
Palma	110	108	110	110	110	110	110
Girassol	34	23	23	33	24	31	31
Amendoim	16	16	15	16	27	24	24
Palmiste	15	14	15	15	15	15	15
Total	4.716	5.033	5.572	6.048	6.031	5.766	5.930

Fonte: Nunes (2007).

Visando contextualizar a importância desta *commodity* agrícola para a economia nacional e para o PNPB, esta seção apresenta sucintamente uma caracterização da produção de soja e coprodutos e a organização do Complexo Agroindustrial da Soja no Brasil.

3.2.1. Panorama do Mercado Mundial de Soja

Dentre as diversas oleaginosas disponíveis na pauta de comércio mundial, a soja se destaca por ser a principal oleaginosa cultivada no mundo, utilizada na alimentação humana, na ração animal e, mais recentemente, na produção de energia.

A produção de soja mundial tem ganhado níveis expressivos em volume e produtividade. Lazzarotto e Hirakuri (2010) mostram que entre as safras agrícolas de 1970/1971 e 2009/10, a produção de soja foi a atividade agrícola que apresentou a maior expansão, com um incremento de produção de 517%. As características da oleaginosa como alimento e a estrutura do mercado mundial de soja e coprodutos concorreram para este incremento significativo de produção. Lazzarotto e Hirakuri (2010) destacam como principais fatores que moveram a expansão da produção:

- 1) Elevado teor de proteínas (em torno de 40%);
- 2) Considerável teor de óleo (ao redor de 20%), com diversos usos;
- 3) *Commodity* padronizada e uniforme;
- 4) Alta liquidez e demanda no mercado mundial; e,
- 5) Inovações e tecnologias de produção para o aumento de produtividade.

Os principais produtores mundiais de soja Estados Unidos, Brasil e Argentina são responsáveis por mais de 80% da produção total mundial, e os principais países exportadores (88,7%) da oleaginosa e seus coprodutos. Em torno 35% da soja produzida no mundo é exportada, sendo 2/3 da soja comercializada importados pela China e pelos países da União Europeia. (Lazzarotto e Hirakuri, 2010)

A tabela 8 mostra a evolução dos estoques mundiais de soja em grão. Considerando o atual consumo e o crescimento das últimas safras, estima-se que os estoques existentes tenham condição de atender a aproximadamente 26,5% da demanda de consumo anual. O excesso de produção e a ampliação dos estoques é um mau negócio para a indústria de grãos, pois promove uma pressão de queda sobre o nível internacional de preços. Desta forma, a promoção de novos usos, como a produção de biodiesel, possibilita a regulação do mercado em curto prazo.

Tabela 8. Evolução mundial dos estoques finais de soja em grão (mil t)

	1987/88		1997/1998		2009/2010	
	EF	EF/C	EF	EF/C	EF	EF/C
Mundo	20.920	20,7%	27.572	19%	62.849	26,5%
Brasil	4.859	34,3%	7.894	36,4%	16.597	45,9%

Fonte: USDA (2010). Nota: EF é o estoque final, enquanto EF/C diz respeito à relação entre estoque final e consumo.

Os países exportadores e importadores de grãos de soja possuem complexos agroindustriais bem estruturados e processam a maior parte da soja disponível. Assim, o principal destino da soja em grão é o setor industrial onde são produzidos o farelo e o óleo, uma parcela pequena (em torno de 12%) é reservada à alimentação e à produção de sementes. As empresas esmagadoras são o destino de 87,6% da soja consumida, o farelo é utilizado essencialmente na produção de ração animal e o óleo para consumo humano. (Lazzarotto e Hirakuri, 2010)

3.2.2. Produção de soja no Brasil

O Brasil é um grande produtor de commodities agrícolas, notadamente, de soja, mercado no qual ocupa segundo lugar na mundial. Em relação ao final da década de 80, a produção mundial de soja cresceu 150,7% (safra 2009/2010), a produção brasileira, no mesmo período teve crescimento total da ordem de 283%. (Lazzarotto e Hirakuri, 2010)

A produção de soja no país ganhou força baseada (i) na Lei Kandir¹⁷, que tornou mais vantajoso produzir e exportar a soja em grão do que o óleo de soja e outros coprodutos, (ii) no crescimento das importações chinesas, (iii) no progresso na produção de

¹⁷ A Lei Kandir LC 87/1996, no Artigo 3º., inciso II, define que não há incidência de ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), sobre “operações e prestações que destinem ao exterior mercadorias, inclusive produtos primários e produtos industrializados semi-elaborados, ou serviços”.

sementes de maior produtividade e adaptação climática (Tropicalização da soja)¹⁸, e (iv) na introdução do pacote tecnológico¹⁹.

O sistema de produção da soja é altamente intensivo em capital em comparação com outras atividades agropecuárias. A mecanização e a utilização de técnicas de plantio direto são apontadas como condicionantes do sucesso e da competitividade da soja brasileira no mercado mundial. (Vieira Jr, et al., 2006)

A produção brasileira de soja está concentrada nas regiões Sul e Centro-Oeste do país. Em ordem de volume, os estados que mais produzem soja são: Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul. (IBGE, 2012) No entanto, a expansão da produção e a tropicalização soja levaram o cultivo a praticamente todas as regiões do país. Nos últimos anos, a adoção da Moratória da soja²⁰ na Amazônia contribuiu especialmente para o crescimento da produção em estados como Piauí, Maranhão e Bahia, conforme pode ser visto no mapa de evolução da figura 2.

Segundo Roessing, (2004), a concentração de propriedades para a produção de grãos tem sido uma tendência corrente no país. No entanto, os tamanhos das propriedades de lavoura de soja ainda diferem entre as regiões. O estudo de Roessing (2004) mostra que no Rio Grande do Sul e no Paraná, 50% da produção de soja ocorrem em áreas menores que 100 ha, em propriedades de sistema de produção diversificado. No Centro-Oeste, principalmente no Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul, a produção de soja está baseada na monocultura em grande escala. Nestes estados, 77% e 52% das áreas de cultivo são propriedades acima de 1.000 ha, respectivamente.

¹⁸ A Tropicalização da soja deve-se em grande parte aos esforços de pesquisa da EMBRAPA para o desenvolvimento de variantes mais adaptadas ao corredor da BR-163 e à expansão da soja em direção às regiões Centro-Oeste e Norte do país.

¹⁹ O pacote tecnológico refere-se à entrada no mercado nacional das variantes geneticamente modificadas (GM) em conjunto com a utilização de herbicidas, em especial a *Roundup Ready* produzida pela Monsanto, após a aprovação da Lei de Biosegurança (LF 11.105 de 2005)

²⁰ Ver mais informações sobre a Moratória da soja no Capítulo 5.

óleo de soja. Aproximadamente 55% do farelo e 43% do óleo produzidos no país eram direcionados à exportação. (vide tabela 9) Já a Argentina, principal competidor direto do país no mercado de coprodutos, direcionava acima de 69% de sua produção de óleo e mais de 90% da produção de farelo para a exportação. (Lazzarotto e Hirakuri, 2010)

A explicação de tamanha desproporção está na organização do SAI da soja no país, conforme será discutido à frente.

3.2.3. Produção de óleo de soja no Brasil

Prochnik (apud Hasenclever e Kupfer, 2002) traz uma definição muito interessante do conceito de cadeia produtiva. Segundo o autor, cadeia produtiva é um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos dentro de uma mesma indústria.

A existência de cadeias, ainda segundo Prochnik (apud Hasenclever e Kupfer, 2002), é resultado do processo de desintegração das etapas de produção e divisão social do trabalho. A coordenação de diversas iniciativas e atividades dos agentes econômicos permite a identificação de cada cadeia, os entrelaçamentos entre diferentes cadeias e a formação de *clusters*.

As cadeias produtivas podem ser representadas como uma rede de estruturas, os chamados elos, entrecortados por mercados onde o produto de um dos elos é insumo do próximo. O conceito de cadeia produtiva originou-se no setor agrícola, a partir da necessidade de ampliação da visão de dentro da porteira para antes e depois da porteira da fazenda. Assim, uma cadeia produtiva agropecuária é composta por elos que englobam as organizações supridoras de insumos básicos para a produção agrícola ou agroindustrial, as fazendas e agroindústrias com seus processos produtivos, as unidades

de comercialização atacadista e varejista e os consumidores finais, todo conectados por fluxos de capital, materiais e de informação. (Castro, Lima e Cristo, 2002)

Tabela 9. Produção e Exportação de soja e coprodutos (mil ton)

	Grão de Soja				Farelo			Óleo				
	Produção	Esmagamento	Uso interno	Exportação	Produção	Uso interno	Exportação	Produção	Uso Interno	Uso Alimentício	Uso Industrial	Exportação
00/01	38.432	22.773	25.613	14.825	17.699	9.221	11.052	4.369	3.247	2.963	0	1.580
01/02	42.230	25.842	28.538	14.925	20.040	9.911	12.150	4.959	3.443	3.005	0	1.800
02/03	52.016	27.796	34.448	18.701	21.407	10.441	13.297	5.349	3.337	3.017	0	2.450
03/04	49.791	28.914	35.412	18.899	22.212	10.255	14.298	5.549	3.379	3.049	0	2.490
04/05	52.303	29.728	34.558	22.067	22.910	10.432	14.233	5.709	3.345	3.066	1	2.694
05/06	55.026	28.756	32.650	24.909	22.021	11.173	12.180	5.512	3.397	3.121	62	2.394
06/07	58.392	31.511	37.023	23.636	24.111	13.131	12.373	6.047	3.963	3.334	354	2.298
07/08	60.018	31.865	39.087	24.403	24.164	14.075	12.171	6.187	4.174	3.200	728	2.288
08/09	57.166	30.779	33.040	28.463	23.549	13.671	12.153	5.963	4.631	3.230	1.111	1.579
09/10	68.688	33.600	39.956	29.208	25.600	15.471	12.800	6.450	5.410	3.305	1.651	1.330
10/11	67.642	34.197	41.398	30.100	26.055	16.526	12.800	6.565	5.738	3.335	1.890	1.280

Fonte: FAPRI (2012)

Uma cadeia produtiva específica de um produto (*Supply Chain*) pode ser representada pelo conjunto de empresas que atuam em um dado setor (petrolífero, por exemplo). Ao conjunto de cadeias que se entrelaçam e podem ser compostas por diversos setores industriais que se alinham e inter-relacionam formando blocos, Prochnik opcit denomina de Complexos Industriais.

O Sistema Agroindustrial da Soja (SAI) é descrito por Lazzarini e Nunes (2000) como um complexo que se inicia na indústria de insumos (sementes, fertilizantes, defensivos e máquinas), se estende pela produção do grão, e chega aos mercados interno e externo onde o grão processado se torna insumo das cadeias que abastecem de rações, carnes e alimentos o consumidor final. (vide Figura 3)

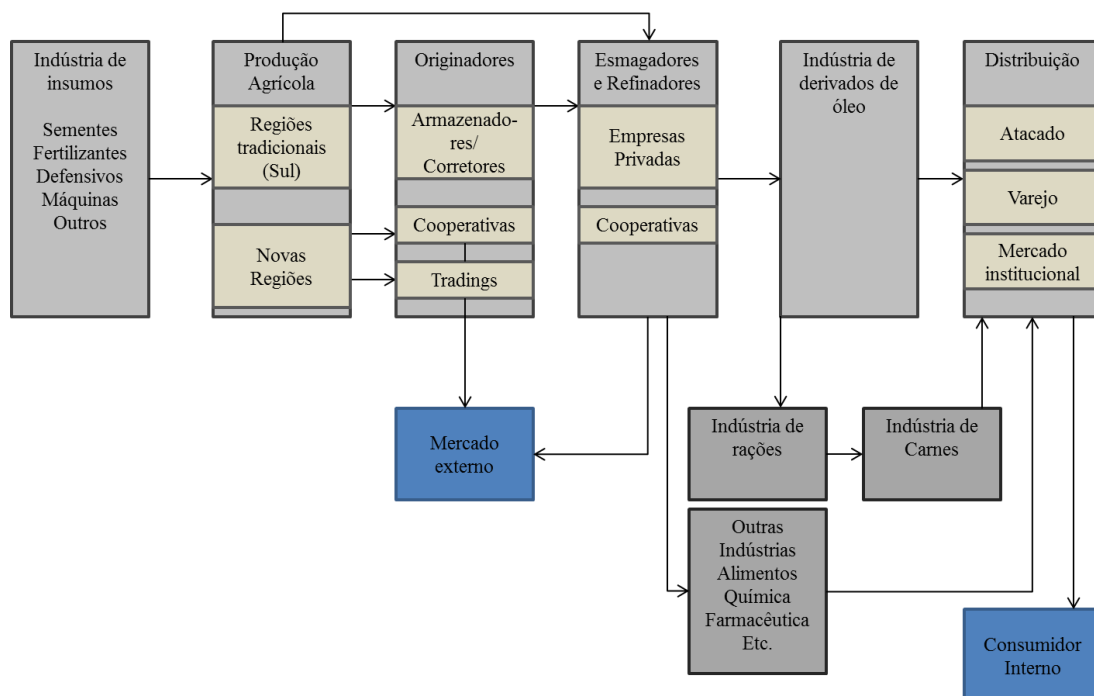


Figura 3. Delimitação da cadeia produtiva da soja no Brasil.

Fonte: Lazzarini e Nunes (2000)

Vieira Jr., et. al. (2006) afirmam que:

“na cadeia da soja há uma tendência à concentração de capital nos segmentos da revenda, seguida do produtor rural, da indústria de sementes, do

armazenamento, no entanto, a maior concentração de poder/governança do complexo encontra-se no segmento da indústria de processamento, o qual é significativamente superior aos demais segmentos (...)”

Em virtude da conjuntura econômica pós-Plano Real, em especial da readoção da pauta exportadora de produtos primários, o Complexo Agroindustrial da Soja, até 2005, mostrava um crescente desequilíbrio entre o crescimento das exportações e o crescimento da capacidade de esmagamento. A produção de grãos de soja cresceu vertiginosamente, enquanto a capacidade de esmagamento ficou estagnada, uma vez que exportar grão ficou mais interessante com a Lei Kandir.

Wesz Jr (2011) afirma que antes da promulgação da Lei Kandir, aproximadamente 95% da soja produzida era processado no país. No início dos anos 90, esse valor caiu consideravelmente para 50% mantendo-se em torno deste patamar ao longo da década (conforme Tabela 10).

Tabela 10. Capacidade instalada de processamento de soja (10³ ton/ano)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Capacidade de Processamento	38.862	39.802	41.497	47.436	49.355	51.661	53.821	55.962	59.508
Processamento de soja	22.773	25.842	27.796	28.914	29.728	28.756	31.511	31.895	30.779
Taxa de utilização da capacidade	59%	65%	67%	61%	60%	56%	59%	57%	52%

Fonte: Adaptado de ABIOVE (2010)

A recuperação da indústria de processamento da soja passou a ocorrer no início dos anos 2000, em uma nova conjuntura de internacionalização dos investimentos, concentração de capital e da entrada em operação de unidades de esmagamento de grande porte e eliminação das plantas de médio e pequeno porte através de fusões e aquisições. (Wesz Jr., 2011)

O crescimento do investimento em esmagamento, ou seja, de produção de farelo e óleo, a partir de 2005, correspondeu à estratégia competitiva das grandes *tradings* visando

obter ganhos em escala, que Wesz Jr. *opcit.* descreve como: a) alta concentração da indústria; b) aumento da produção de grãos; c) nova regionalização de unidades; e, d) utilização de modernas tecnologias.

Tradicionalmente, os principais estados processadores de soja eram aqueles próximos aos consumidores ou às facilidades de exportação no Sul e Sudeste do país (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Paraná). Os novos empreendimentos provocaram uma mudança na capacidade regional de processamento, trazendo para a região Centro-Oeste (notadamente nos estados do Mato Grosso e Goiás) grande parte da capacidade, e criando novos polos em regiões onde a soja está chegando com força (Bahia e Piauí, *p.ex.*). Apesar da ampliação da capacidade instalada decorrente desta estratégia, aumentou também o número de empreendimentos paralisados, ou seja, cresceu a capacidade ociosa do setor. (Wesz Jr., 2011)

Conforme mostra o quadro 4, a capacidade de esmagamento de soja no Brasil, que até os anos 90 estava nas mãos de investidores nacionais passou, em meados de 2000, às mãos de multinacionais tais *como Bunge y Born, Coimbra, Braswey e Cargill*, empresas que atuam como *tradings* e concentram uma parcela considerável das operações do mercado de *commodities* mundial. (Vieira Jr., et al., 2006, Wesz Jr., 2011)

O movimento de concentração e verticalização ocorrido no Brasil pouco difere do contexto da Argentina (*vide seção 2.3.3*), que após a entrada das variantes GM e do pacote tecnológico viu o setor de esmagamento atingir 85% de concentração em poucos grupos exportadores, sendo 3 deles argentinos (*Aceitera General Deheza, Molinos Rio de Plata e Vincentín*) e 3 multinacionais (*Bunge, Cargill e Dreyfuss*). (Lamers, 2006)

Quadro 4. Evolução da participação das tradings no esmagamento da soja no Brasil

1995				2005			
Rank	Empresa	Participação no Esmagamento da soja (%)	Origem do capital	Rank	Empresa	Participação no Esmagamento da soja (%)	Origem do capital
1	Ceval	14	Nacional	1	Bunge	22	Internacional
2	Santista	6	Internacional	2	ADM	10	Internacional
3	Cargill	6	Internacional	3	Cargill	9	Internacional
4	Sadia	5	Nacional	4	Coinbra	7	Internacional
5	Incobrasa	5	Nacional	5	Imcopa	5	Nacional
6	G. Lever	4	Internacional	6	Granol	5	Nacional
7	Granóleo	4	Nacional	7	Coamo	4	Nacional
8	Bianchini	3	Nacional	8	Avipal	3	Nacional
9	Perdigão	3	Nacional	9	Bianchini	3	Nacional
10	Caramuru	3	Nacional	10	Caramuru	3	Nacional
Total		53		Total		71	

Fonte: Wesz Jr. (2011)

Esta dominação está baseada na indústria de transformação, cujos processos e tecnologias bem conhecidos promovem através da escala barreiras à entrada de novos competidores. Em última análise, como afirma Vieira Jr et. al. (2006) “São elas que decidem o que produzir, onde, por quem e através de que associações com outras empresas”.

O crescimento do volume de produção de soja em grão no país e as possibilidades de ganhos de escala mais verticalização de atividades atraíram para o Brasil as grandes *tradings*, que passaram a dominar as decisões de produção no território nacional tendo como pano de fundo seus interesses de ganhos no mercado mundial.

Wesz Jr. opcit, afirma que, no Brasil:

“Uma das principais estratégias que se difundiu entre os grupos envolvidos com o processamento da soja foi a integração entre os elos a montante (fertilizantes) e a jusante (esmagamento) da produção agropecuária, isto é, os mesmos grupos responsáveis pela etapa de agroindustrialização da oleaginosa atuam paralelamente com a produção e distribuição de insumos. Esse tem sido o caso da Bunge, Cargill, ADM e, mais recentemente, da Dreyfus (...)”

A estratégia de verticalização chega ao produtor através de mecanismos de fomento agrícola sofisticados que são baseados em contratos de garantia de compra (“Soja verde”) que contemplam a concessão de crédito e assistência técnica (pacote tecnológico) para minimização de riscos de safra.

Por razões financeiras de redução de custo, as *tradings* atuam a jusante do SAI da soja estabelecendo facilidades de logística e armazenamento, atuando na comercialização nos mercados nacional e internacional e na elaboração de produtos finais. (Souza, 2007)

A análise da estruturação do setor de produção do biodiesel no Brasil deve considerar os resultados desta estratégia não apenas no sentido da concentração promovida em torno do esmagamento; deve considerar a geopolítica da produção, transformação e consumo da soja. E, por fim, tomar como pano de fundo a abordagem estratégica de um grupo de players internacionais que dominou a produção e exportação do biocombustível no país vizinho (Argentina), o Complexo Agroindustrial da Soja brasileiro e atua como um oligopólio em níveis mundiais.

4. O PNPB e o mercado de biodiesel

A política que instituiu o PNPB visava à redução de GEE, mediante a adição de biodiesel ao óleo diesel, o incentivo à criação de um parque produtor a partir de incentivos fiscais e o estímulo a mecanismos de promoção da inclusão social (Brasil, 2004).

A Lei nº 11.097/2005, que instituiu o PNPB determinou a entrada da mistura de biodiesel ao diesel na matriz energética brasileira, e definiu as responsabilidades de licenciamento e fiscalização para a ANP.

A MP 227/2004 complementou as ações da LF 11.097/50, através da instituição de um regime tributário específico para o biodiesel, que se consolidou como o principal mecanismo governamental de estímulo ao setor. A MP 227/2004, foi convertida na LF 11.116/2005, e trazia alíquotas diferenciadas em função: a) do insumo utilizado na produção; b) de aquisição de insumos produzidos pela agricultura familiar; e c) da região produtora da matéria-prima.

Os objetivos das alíquotas diferenciadas, em consonância com as políticas adotadas no governo Lula, foram: a) direcionar a produção do biodiesel para a utilização de determinadas matérias-primas; b) incentivar a aquisição de matéria-prima advinda da agricultura familiar, de forma a gerar emprego e renda no campo; e c) incentivar a produção desse combustível em regiões carentes. (Brasil, 2004)

O PNPB tratava da inserção do biodiesel na matriz de combustíveis nacional considerando que estabelecer a nova cadeia produtiva configurava-se em (Brasil, 2003):

- Uma realidade desejável visto a produção agrícola nacional e a disponibilidade de terra, grãos e a capacidade de investimento;
- Um desafio tecnológico;

- Oportunidade de desenvolvimento e inclusão social;
- Economia de divisas para o país haja vista a redução das importações de petróleo e derivados (diesel, principalmente);
- Oportunidade de promover impactos positivos sobre o meio ambiente através da redução da emissão de gases do efeito estufa (GEE) combinadas a reduções de outros poluentes de impacto regional (sulfurosos e particulados, por exemplo).

O programa representava uma oportunidade e inclusão social na medida em que geraria postos de trabalho ao longo da cadeia produtiva em construção; abriria espaço para a entrada da produção da agricultura familiar; a ampliação da renda da agricultura familiar reverter-se-ia em desenvolvimento local em curto prazo pela dinamização da economia regional. Visando estimular a participação da agricultura familiar no fornecimento de grãos foi determinada pelo governo federal uma política de certificação do biodiesel regionalizada denominada Selo Combustível Social (SCS). De acordo com esta política concedia-se incentivos fiscais ao produtor de biodiesel detentor do SCS.

Em conjunto, para permitir que diferentes oleaginosas entrassem na rota de produção, a política federal estabeleceu que não houvesse uma matéria-prima prioritária, nem dominante, apesar de no início do programa muitos terem saído em defesa da mamona no Semiárido do Nordeste e da palma no Norte, como a oleaginosa que poderia cumprir a função de inclusão social, desenvolvimento regional e garantir o fornecimento exigido de biodiesel. O que não se confirmou como será visto adiante.

Conforme mencionado anteriormente, cabia ao programa equacionar as dimensões políticas, econômicas e sociais tanto em um marco regulatório quanto em uma matriz de incentivos capaz de atrair decisões de investimento. As decisões de investimento das firmas, *per se*, são influenciadas por fatores razoavelmente conhecidos: (IPEA, 2012) i)

taxa de retorno do investimento em comparação ao custo de oportunidade do capital; ii) ambiente macroeconômico; iii) ambiente institucional; iv) dinâmica tecnológica; v) planejamento econômico; e, vi) grau de internacionalização do setor que receberá o investimento.

Deve-se ressaltar que os conhecimentos acumulados desde o PROALCOOL ampliaram a confiança do mercado para a produção do biodiesel e o desenvolvimento tecnológico, apesar deste representar um desafio a priori.

O Governo Federal implantou políticas e ações paralelas ao programa, como a inserção dos biocombustíveis na PITCE 2007-2010 (Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior) e a criação da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel visando dar suporte ao desenvolvimento tecnológico, considerando as necessidades de ampliação da capacidade de produção agrícola e de oleaginosas, e a pesquisa. A política do governo federal incluiu ainda, apoio aos empreendedores da iniciativa privada na forma de incentivos e financiamento para a produção do biodiesel, permitindo ao país criar um parque produtivo que oferecesse um volume expressivo de produto, e se colocar internacionalmente como um grande produtor.

O PNPB pretendia ir além da criação de uma nova cadeia produtiva, e da introdução de um novo combustível na matriz energética brasileira, as diretrizes do programa foram definidas de forma abrangente e levam em consideração aspectos econômicos, sociais, políticos, ambientais e culturais, visando traçar um programa de desenvolvimento em curto prazo.

Segundo as diretrizes do PNPB, o desenvolvimento da cadeia produtiva serviria de motor para o desenvolvimento regional, ampliando os elos do setor agrícola com o setor energético, e incentivando a produção e uso da biomassa como combustível para a

redução da dependência da importação de derivados de petróleo, mais especificamente do diesel, tendo o estado n o papel de indutor.

4.1. Estruturas econômicas do mercado de biodiesel

A literatura internacional apresenta a cadeia produtiva do biodiesel como o entrelaçamento de ao menos três cadeias, ou setores econômicos:

- o setor agrícola, onde é produzida a matéria-prima;
- o setor industrial, onde a matéria prima é beneficiada e transformada em combustível;
- o setor de combustíveis, onde o biodiesel é misturado ao diesel e ofertado ao consumidor final.

A matéria-prima principal do processo produtivo do combustível é o óleo de origem vegetal ou de origem animal. O elo inicial do sistema agroindustrial (SAI) do biodiesel é representado pelo produtor de matéria-prima. O produtor de matéria-prima pode ser o produtor de oleaginosas, o produtor de óleo vegetal ou ainda, estar verticalmente integrado á usina produtora de biodiesel. A extração do óleo pode ser uma atividade isolada, ou estar integrada a um dos elos da cadeia.

A principal hipótese admitida no PNPB era de que a extração de óleo seria uma atividade da usina, que buscaria no mercado a matéria-prima (oleaginosas, sebo ou resíduos graxos e glicérideos) necessária para produzir biodiesel firmando contratos com produtores de diferentes portes em negociações de contratos de longo prazo. Neste caso, a usina compraria os grãos e/ou sebo dos produtores rurais e extrairia o óleo vegetal que é utilizado no processo produtivo, restando coprodutos que poderá destinar

aos mercados específicos. No segundo caso, o produtor de matéria-prima (agricultor) beneficia e fornece o óleo diretamente à usina através de facilidades próprias ou de cooperativas. No terceiro caso, a extração do óleo constitui uma atividade isolada, e o produtor de biodiesel adquire diretamente no mercado (spot, por exemplo) a quantidade de óleo requerida para sua produção. No último caso, desaparece a figura do produtor de oleaginosa, a produção de grão, óleo e biodiesel se funde através da verticalização das atividades.

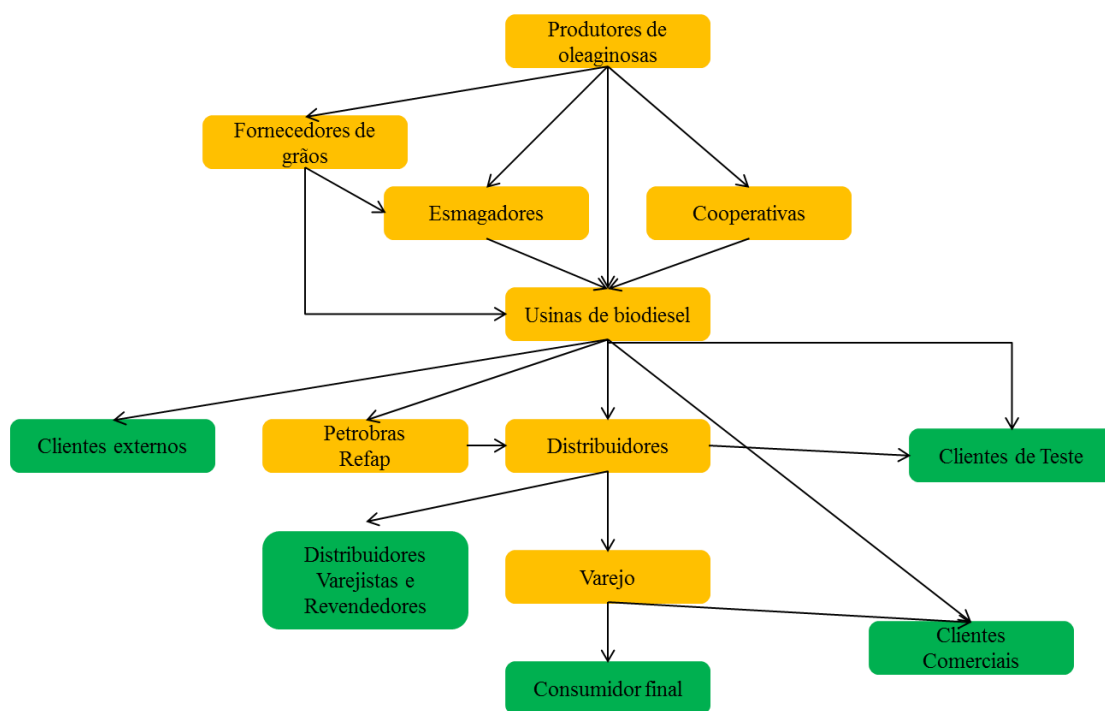


Figura 4. Modelo simplificado da cadeia produtiva do biodiesel

Fonte: Vaccaro et al. (2010)

Assim como na Figura 4, definida por Vaccaro et. al. (2010), diversos autores (Brasil, 2003, EPE, 2007, César e Batalha, 2010) consideravam à época da implantação do PNPB que o mercado de matéria-prima para o biodiesel seria formado por unidades pulverizadas de fornecimento, regionalizadas, organizadas em uma estrutura concorrencial da qual fariam parte os pequenos produtores de oleaginosas, os grandes

agronegócios, os produtores de óleo vegetal, os recicladores de óleo vegetal de cozimento, e outros fornecedores de gordura animal. Neste mercado, a redução tributária relativa à compra de matérias-primas da agricultura familiar, notadamente palma e mamona, e os demais dispositivos do Selo Combustível Social (SCS) foram a principal forma implantada para incentivo e defesa da concorrência. Esta definição seria particularmente relevante se desconsideradas as características do Complexo da Soja, apresentado no capítulo anterior.

A usina, onde o óleo vegetal é transformado, corresponde ao elo seguinte do sistema. As usinas de produção de biodiesel são responsáveis por converter o óleo vegetal em biocombustível e vendê-lo em leilão conforme determinações da ANP. As iniciativas podem ser de caráter privado e também público, como é o caso das usinas da Petrobras Biocombustíveis (PBio).

Desde o início do PNPB, as usinas de produção de biodiesel se encontram em um mercado regulado e de defesa da concorrência. A ANP possui competências legais para regular e autorizar as atividades relacionadas à produção de biodiesel, que abrangem a construção, modificação, ampliação de capacidade, operação de planta produtora e a comercialização de biodiesel; condicionadas à prévia e expressa autorização. (Brasil, 2005)

Finalmente, a cadeia do biodiesel se entrelaça à cadeia do petróleo, que é ao mesmo tempo regulada e oligopolizada. O biocombustível puro (B100) arrematado em leilão seguiria para o demandante monopsonista, a Petrobrás, que detinha em torno de 90% do mercado de refino em 2004²¹, e outras minoritárias, que entregavam o combustível (diesel+biodiesel) já misturado aos distribuidores atacadistas. Mudanças na legislação,

²¹ A partir de 2008, com o encerramento das atividades da Ponte de Ferro (Refinaria de Manguinhos) e a retomada da REFAP (Refinaria Alberto Pasqualini) a Petrobrás segue como única compradora nos leilões de biodiesel.

permitiram que o biodiesel pudesse ser transportado para os grandes consumidores de biodiesel, assim como para os distribuidores para que seja consumido, seja utilizado como insumo na produção do HBIO²², ou para ser misturado ao diesel e até mesmo potencialmente exportado, conforme a legislação em vigor. Cabe aos distribuidores adquirir o biodiesel para a comercialização, e distribuir a mistura através de novos distribuidores varejistas e pontos de comercialização, ao consumidor final.

4.2. Regulação do mercado de biodiesel

A Lei nº 11.097/2005, que instituiu o PNPB, também determinou a meta de utilização obrigatória de 5% em volume, o percentual mínimo obrigatório de *blend* comercializado ao consumidor final, em um período de 8 anos da data de publicação da mesma (Brasil, 2005), isto representava a meta de se deslocar 5% da oferta de diesel mineral até 2013.

A mesma lei determinou metas intermediárias de mistura. Inicialmente, o *blend*, estabelecido em 2% (diesel B2), apresentava caráter autorizativo, esta mistura veio tornar-se obrigatória a partir de janeiro de 2006. (MME, 2005) A Resolução nº 2 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), de julho de 2008, ampliou para 3% o volume mínimo obrigatório de biodiesel na mistura. (MME, 2008) Em maio de 2009, passou a vigorar a Resolução nº 2 do CNPE, que estabeleceu em 4% (quatro por cento), em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel, a partir de 1º de julho de 2009, com vistas a estimular a demanda interna deste biocombustível e reduzir a ociosidade das plantas industriais de produção já instaladas no país. (MME, 2009a, MME, 2009b)

²² HBIO – óleo diesel cujo processo de refino utiliza óleo vegetal para hidrogenação.

E, a partir de 1º de janeiro de 2010, o B5 passou a ser obrigatório no território nacional, através da Resolução nº 6/2009 do CNPE, conforme resume o quadro 5.

Quadro 5. Evolução da mistura de biodiesel conforme medidas legais

<i>Blend</i>	Início da vigência	Caráter	Medida Legal
B2	14 de janeiro de 2005	Autorizativo	LF nº 11.097/2005
B2	1º de janeiro de 2006	Obrigatório	Resolução CNPE nº 3/2005.
B3	1º de julho de 2008	Obrigatório	Resolução CNPE nº 2/2008
B4	1º de julho de 2009	Obrigatório	Resolução CNPE nº 2/2009
B5	1º de janeiro de 2010	Obrigatório	Resolução CNPE nº 6/2009

Fonte: Elaboração Própria

4.2.1. A formação da demanda do biodiesel

O biodiesel é um produto mais caro que o diesel, sendo mais barato comercializar o diesel puro do que o *blend*²³. Dados da ANP/SPP (2011) mostram que em 2006, o preço do óleo diesel ao consumidor (Brasil) estava no patamar de R\$1,864/litro, enquanto o biodiesel era comercializado nos leilões em média a R\$ 1,79/ litro FOB. O preço do diesel subiu a R\$ 2,018/litro em 2005, e retornou a R\$ 2,003/litro ao consumidor em 2010. Nestes mesmos períodos, o biodiesel FOB foi comercializado a R\$ 2,66/litro e R\$ 2,09/litro, respectivamente.

As expectativas de aumento os preços do diesel (ANP/SPP, 2011), no início do PNPB, baseadas no aumento do preço do cru que cresceu sustentadamente a partir de 2001, atingindo o valor de US\$ 100/barril no mercado *spot* em 2008 (preços de referência *Brent* e *WTI*) e os apelos quanto à política de enfrentamento das mudanças climáticas e de desenvolvimento local davam suporte para a viabilização da produção.

²³ É importante ressaltar que esta não é uma situação exclusiva do mercado brasileiro, conforme visto no capítulo 2.

A política de antecipação das metas permitiu o crescimento da demanda de biodiesel e estimulou a ampliação da oferta ao determinar a reserva de mercado, a despeito da economicidade do combustível. (EPE, 2010)

A demanda pelo biodiesel pode ser entendida como função de dois fatores, um componente autônomo que depende do crescimento da demanda pelo diesel, e um componente que é determinado pelo nível de mistura obrigatória legal. O aumento do percentual de biodiesel misturado ao diesel teve impacto maior que o componente autônomo no crescimento da demanda de biodiesel neste início do PNPB. (Carmo et. al., 2009)

O crescimento da demanda autônoma de biodiesel atrelada ao aumento do consumo de diesel foi de 14% em 4 anos, enquanto o aumento nos níveis de mistura de B2 até B5 causaram uma ampliação na demanda de biodiesel da ordem de 225% no mesmo período. A tabela 11 mostra o crescimento do consumo total de biodiesel comparado ao crescimento da produção no período 2005-2009, e mostra que a demanda projetada foi alcançada pelo nível de produção apenas no ano de 2008.

Tabela 11. Demanda autônoma e produção de B100 (tep)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
DIESEL^a						
CONSUMO FINAL (Rod + Agr + Ferrov.)	36,209	36,012	36,558	38,727	41,681	41,130
BIODIESEL						
NÍVEL DE MISTURA	2%	2%	2%	2%	3%	4%
DEMANDA PROJETADA	724	720	731	775	1,042	1,440
PRODUÇÃO ^a	0	1	69	404	1,167	1,608
VARIAÇÃO DE PERDAS E AJUSTES ^a	0	0	0	0	-42	-43
CONSUMO TOTAL ^a	0	1	69	404	1,125	1,565
TRANSFORMAÇÃO ^a	0	0	0	0	54	70
CONSUMO FINAL ^a	0	1	69	404	1,071	1,495

^a Fonte: EPE (2011)

4.2.2. O crescimento da oferta de biodiesel

A política do governo implementada a partir das decisões do CNPE determinou apenas o nível de mistura, induzido o desenvolvimento da capacidade instalada. A capacidade instalada foi resultado dos investimentos da iniciativa privada, e dos licenciamentos permitidos pela ANP (as responsabilidades da ANP serão discutidas à frente). Mesmo com a importância do processo de licenciamento, que poderia ser um limitante no crescimento da capacidade produtiva, o governo brasileiro não determinou o limite de capacidade do país, nem a ANP restringiu a construção de usinas.

Além das empresas que produzem para o mercado interno, há companhias que estão autorizadas a produzir para consumo próprio, uma quantidade pouco significativa de biodiesel, que tem baixo impacto sobre o cenário geral do setor. Assim, é a soma do total da capacidade nominal de produção das empresas autorizadas a comercializar biodiesel que determina a capacidade instalada no país.

Considerando que apenas a autorização de comercialização não significa que haverá compra do combustível, é necessário considerar que as decisões do CNPE e a aceitação da política pela Petrobrás, empresa monopsonista na compra de biodiesel, influenciaram significativamente a adoção do nível B5. O crescimento exponencial da capacidade de produção ocorreu devido: a) a política de redução de importações de diesel; b) a produção de soja disponível; c) interesse direto da indústria de óleos vegetais.

No que concerne à política energética brasileira, a antecipação das metas tinha como objetivo a redução dos gastos com a importação de petróleo e derivados, e a economia de divisas, conforme salientado anteriormente. Mas também permitia ao país buscar uma posição de liderança mundial na pesquisa e desenvolvimento de biocombustíveis, a exemplo do etanol. (EPE, 2010; EPE, 2011b)

Os produtores brasileiros de soja e de óleos vegetais reconheceram a existência de um nicho de mercado para seu produto, a exemplo do que ocorreu nos EUA e Argentina (Carrquiry, 2007; Tomei e Upham, 2009), pois entraram fortemente no mercado de biodiesel utilizando-se de lobby para a antecipação de metas e ampliação da utilização do biodiesel no país. (Jornal da Ciência, 2006; Jornal da Ciência, 2012).

Como efeito desta conjuntura favorável, o crescimento da capacidade de produção nominal e do número de plantas ocorreu de forma exponencial, gerando uma enorme capacidade ociosa. Apesar da existência da capacidade ociosa, e dos anúncios de que o país pretendia tomar a dianteira na produção mundial do biodiesel, os recursos imobilizados não foram utilizados para produzir para a exportação, nem foi ampliado o nível do *blend*, desde 2010, conforme será visto mais adiante.

4.2.3. O papel da ANP no mercado de biodiesel

O primeiro gargalo a ser vencido pelo PNPB foi criar um parque de usinas produtoras que permitisse a oferta do biodiesel em volume e qualidade, com confiabilidade. Coube à ANP regular a instalação deste parque produtor, receber os pedidos de registro de produtor e autorizar individualmente cada iniciativa de construção de usina.

A partir da aceitação do pedido de autorização, e da conclusão das obras, a firma requerente do registro de produtor deve solicitar à ANP a vistoria das instalações visando obter a Autorização para Operação de uma dada capacidade nominal. A partir da emissão do Laudo Técnico de Vistoria, e da aprovação das instalações industriais pela ANP, a Autorização para Operação é concedida.

É fato que muitos empreendimentos iniciaram seus projetos de construção antes mesmo de protocolarem este processo de pedido de autorização junto à agência reguladora, porém a legislação é bastante restritiva quanto à entrada em operação e comercialização.

As requerentes autorizadas para o exercício da atividade de operação de plantas produtoras de biodiesel somente podem comercializar sua produção após a publicação da Autorização para Comercialização do biodiesel produzido, condicionada à comprovação de sua qualidade.

A comprovação da qualidade ocorre através do envio do Certificado de Qualidade do produto, contendo todas as características estabelecidas na especificação vigente (Resolução ANP n.º 7 de 19/03/2008), firmado pelo responsável técnico pelas análises laboratoriais efetivadas em laboratórios cadastrados junto à ANP. As firmas com produção voltada para o consumo próprio ou para fins de pesquisa são desobrigadas a solicitar Autorização para Comercialização (Brasil, 2008).

Durante a operação, cabe ao produtor de biodiesel enviar à ANP, mensalmente, informações sobre processamento, movimentação, estoque, discriminação de recebimento de entrega de matérias-primas e referentes à sua atividade (Resolução ANP n.º 17 de 31/08/2004). Cabe também, manter espaço de armazenamento de produto final acabado, compatível com, no mínimo, cinco dias de autonomia de produção, tendo como base a capacidade máxima de produção autorizada pela ANP (Brasil, 2008).

Para que as autorizações concedidas ao produtor permaneçam em vigência, é necessário haver continuidade de produção por um período superior a doze meses e que sejam atendidos os requisitos de qualidade do produto e as recomendações técnicas para assegurar os aspectos relacionados à segurança operacional, saúde dos trabalhadores e prevenção dos impactos ao meio ambiente.

Aprovado o pedido de Autorização de Comercialização, o biodiesel só poderá ser comercializado com exportador, refinaria e central petroquímica autorizada pela ANP; ou com distribuidor autorizado de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível, biodiesel, mistura óleo diesel e biodiesel especificada ou autorizada pela

ANP; e com o mercado externo - no caso do produtor estar autorizado ao exercício da atividade de exportação de biodiesel. Para atender ao percentual mínimo obrigatório de mistura do diesel mineral, a agência realiza Leilões Públicos para aquisição de biodiesel.

4.2.4. Leilões de Biodiesel

Os leilões de biodiesel são o único mecanismo de comercialização do combustível no país. Os refinadores de diesel compram nos leilões quantidade suficiente para completar seus estoques considerando a expectativa de venda de combustível no trimestre.

Por meio dos leilões, são implementados os procedimentos necessários para formação de estoques de biodiesel, com ênfase na garantia do suprimento deste combustível, e na proteção dos interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta do produto, segundo a Resolução CNPE nº 7 (Brasil, 2007). Estão aptos a adquirir biodiesel nos leilões produtores de óleo diesel que possuem participação no mercado de diesel superior a 1%.

A cada leilão, do tipo reverso, é fixado o valor do preço máximo (vide tabela 12), cabendo aos produtores de biodiesel oferecer preços iguais ou abaixo daquele estabelecido pela agência. Os editais dos leilões determinam, ainda, os compradores de biodiesel autorizados, os requisitos para fornecimento pelos produtores e indicam as quantidades de combustível que serão adquiridos no lote. (Prates et alii, 2007).

Os produtores de óleo diesel compram biodiesel nos leilões com o intuito de formar estoque em volume (de acordo com suas participações no mercado) correspondente a, pelo menos, a demanda mensal desse produto para atendimento ao percentual de adição obrigatória ao óleo diesel.

Tabela12. Leilões de Biodiesel

Leilão	Preço médio R\$/l	Volume (m³)					Total	
		SE	S	N	NE	CO		
1	Novembro-05	1,905	27.000	-	5.000	38.000	-	70.000
2	Março-06	2,393	110.000	-	-	22.680	37.320	170.000
3	Julho-06	1,754	7.800	-	2.200	40.000	-	50.000
4	Julho-06	1,746	2.651	156.629	90.000	218.220	82.500	550.000
5	Fevereiro-07	1,862	-	-	-	17.000	28.000	45.000
6	Novembro-07	1,867	50.000	73.000	20.000	108.000	53.000	304.000
7	Novembro-07	1,863	5.000	10.000	11.000	5.000	35.000	66.000
8	Abril-08	2,691	30.000	102.150	1500	51400	113550	298.600
9	Abril-08	2,685	21.950	14.280	1.900	1.200	26.670	66.000
10	Agosto-08	2,605	42.500	68.900	600	52.100	99.900	264.000
11	Agosto-08	2,610	8.000	25.700	1.700	11.200	19.400	66.000
12	Novembro-08	2,388	56.950	71.100	20.620	49.000	132.330	330.000
13	Fevereiro-09	2,155	66.100	109.100	1.180	55.660	82.960	315.000
14	Mai-09	2,309	80.690	128.640	15.500	55.660	179.510	460.000
15	Agosto-09	2,266	84.456	124.024	15.100	49.560	186.860	460.000
16	Novembro-09	2,326	110.006	131.980	24.080	64.614	244.320	575.000
17	Março-10	2,227	96.650	125.900	23.850	75.000	243.700	565.100
18	Mai-10	2,106	94.700	162.700	23.500	40.700	278.400	600.000
19	Agosto-10	1,743	101.000	207.100	18.900	35.500	252.500	615.000
20	Novembro-10	2,383	86.200	183.250	29.250	59.000	242.300	600.000
21	Fevereiro-11	2,046	122.100	244.000	26.850	41.100	225.950	660.000
Total			1.203.753	1.938.453	332.730	1.090.594	2.564.170	7.129.700

Fonte: ANP (2011)

Nos leilões públicos, as usinas produtoras de biodiesel que possuem o Selo Combustível Social, possuem preferência para ofertar o combustível no primeiro lote de compra. Cada produtor autorizado realiza três ofertas por lance e os lotes com preços mais baixos são arrematados até que seja completado o volume total do leilão (ANP, 2008b). Segundo a regulamentação da primeira etapa do programa, os valores dos lances deveriam, obrigatoriamente, ser menores ou iguais ao preço FOB de referência estabelecido pela ANP, a fim de que houvesse maior competitividade entre os produtores e, conseqüentemente, menor preço para os compradores. Em uma segunda etapa, a partir de agosto de 2011, foi instituído o Fator de Ajuste Logístico (FAL), no 23º. Leilão. O FAL foi introduzido visando reduzir as distorções de preço causadas

pelos diferentes custos logísticos existentes no Brasil devido às grandes distâncias entre produtores e locais de entrega do biodiesel.

O fator é utilizado para cada lote ofertado, entrando no cálculo do subtraindo da oferta feita em leilão pelo produtor de biodiesel de acordo com o Estado onde ele está localizado e para que Região do país esteja vendendo. O FAL tem ainda a missão de ajustar a regionalização da oferta ao onerar a importação do combustível de regiões mais distantes, permitindo melhor distribuição espacial dos ofertantes próximos às refinarias.

A distribuidora de combustíveis líquidos adquirente comercializa para as demais distribuidoras, que atuam no mercado nacional de combustíveis líquidos, a quantidade de B100 necessária para que todo diesel comercializado esteja dentro do estabelecido como mistura mínima obrigatória. O fornecimento dos pedidos mensais de diesel está condicionado à apresentação de documento formal que ateste a aquisição de biodiesel pelas distribuidoras em volume limitado às suas necessidades. Assim, o volume adquirido de biodiesel por distribuidor retalhista deverá ser compatível com sua participação no mercado de diesel – também regulado pela ANP.

A aquisição direta de biodiesel pelas distribuidoras para formação de estoque operacional, além das quantidades mínimas necessárias para a comercialização do *blend*, é permitida e regulada. Estas aquisições, suplementares não substituem o combustível adquirido em leilão. Isto é, não é permitida a aquisição de quantidade menor do biodiesel no leilão do que o volume percentual que será comercializado regularmente no período. Caso isto ocorra, a distribuidora está sujeita às sanções legais. As aquisições suplementares já realizadas pela Petrobras ocorreram nos mesmos moldes dos leilões públicos, através de leilão reverso, mas utilizando como referência o preço CIF (com o valor do frete incluído). (ANP, 2008a)

4.2.5. Selo Combustível Social

O segundo gargalo enfrentado pelo PNPB foi a criação de um mercado paralelo para as oleaginosas, através da estruturação de uma rede de fornecedores confiáveis. O intuito de aproveitar esta chance de organização de uma nova cadeia produtiva, induzida pelo Estado, como padrão de desenvolvimento regional foi colocada em marcha através do Selo Combustível Social (SCS).

A diretriz de inclusão social baseada no Selo Combustível Social (SCS), que visa equacionar disparidades regionais de desenvolvimento e permitir o ingresso do agricultor familiar na cadeia produtiva como fornecedor de matéria-prima, passou por ao menos três etapas durante o período 2004-2011.

- 2004-2008- Fase inicial: desoneração fiscal regionalizada de acordo com o tipo de oleaginosas. Apenas as usinas detentoras do SCS participaram de leilões.
- 2008-2010 – Primeiro ajuste: uma nova regulamentação, decretada em 2007, permite a desoneração para quaisquer oleaginosas provenientes da agricultura familiar. Entrada de produtores sem o SCS vendendo para o 2º lote, a partir do 17º. Leilão. Perda do Selo por diversas empresas. Novas medidas visando regionalização da produção e o incentivo ao cooperativismo adotadas pelo MDA.
- 2011 em diante: Consulta Pública para discussão da IN 1/2011 MDA para ampliação da participação de cooperativas. A normativa visa melhorar as oportunidades de inclusão da agricultura familiar, e melhorar as condições de atendimento técnico ao pequeno agricultor.

Na fase inicial, o SCS era um certificado emitido pelo MDA, baseado em um conjunto de medidas de inclusão social. O dispositivo foi definido para oferecer incentivo,

através da redução de impostos e prioridade de oferta nos leilões, a uma parcela dos produtores no intuito de equiparar a competitividade entre os que contratam fornecimento de oleaginosas de pequenos agricultores, e aqueles que compram do agronegócio. Para manter a certificação do Selo, os produtores devem adquirir matéria-prima de agricultores familiares atendidos pelo PRONAF (Programa Nacional de Agricultura Familiar), prestar-lhes assistência técnica, e estabelecer contratos de fornecimento claros.

Na primeira etapa de implantação do PNPB (2004 a 2008), nas regiões Norte, Nordeste e Semiárido, inicialmente a desoneração de tributos esteve atrelada à produção de biodiesel a partir da palma e da mamona, respectivamente (ver quadro 6).

Quadro 6. Coeficiente de Redução de Contribuição PIS/PASEP e COFINS

Artigo	Decreto 5.297/2004	Decreto 5.457/2005	Decreto 6.606/2008	Decreto 7.768/2012
Art. 3. O coeficiente de redução da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS (...),	fica fixado em 0,670.	fica fixado em 0,6763.	fica fixado em 0,7357.	fica fixado em 0,7802.
Art. 4 ^a Os coeficientes de redução diferenciados da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS (...),	<p>I - 0,775, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semiárido;</p> <p>II - 0,896, para o biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF;</p> <p>III - um, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semiárido, adquiridos de agricultor familiar enquadrado no PRONAF.</p>		<p>III - um, para o biodiesel fabricado a partir de matérias-primas produzidas nas regiões norte, nordeste e no semiárido, adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF.</p>	<p>I - 0,8129, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma produzidos nas regiões norte e nordeste e no semiárido; e (Redação dada pelo Decreto nº 7.768, de 2012)</p> <p>II - 0,9135, para o biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF;</p>

Fonte: Elaboração própria

A redução tributária variava conforme a região e a oleaginosa utilizada, e estava condicionada à aquisição de um percentual mínimo de volume de matéria-prima, que correspondia a 50% na região Nordeste e Semiárido; 10% nas regiões Norte e Centro-Oeste e, 30% nas regiões Sudeste e Sul (MDA, 2008). A redução de alíquota era aplicada ao lote produzido com a matéria-prima adquirida da agricultura familiar, os lotes adquiridos do agronegócio mantinham a redução mínima de PIS/COFINS, determinada como incentivo ao setor.

A legislação estabelecia coeficiente de redução 0,775 sobre PIS/PASEP e COFINS para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou fruto, caroço ou amêndoa de palma, e de 0,896, para o biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no PRONAF (Brasil, 2004a), os demais produtores tinham como redução de incentivo o fator 0,670.

O PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) é um conjunto de medidas específicas para o fortalecimento da agricultura familiar, que foi iniciado em 1995, e destina-se ao apoio financeiro das atividades agropecuárias e não-agropecuárias exploradas mediante emprego direto da força de trabalho do produtor rural e de sua família. (IPEA, 2007) O PRONAF é gerido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e, até o Plano Safra 2006/2007, possuía as seguintes modalidades:

- Grupo A: assentados da reforma agrária;
- Grupo B: miniagricultor familiar, com renda bruta anual até R\$ 3.000 e sem utilização de qualquer tipo de mão-de-obra não familiar;
- Grupo A/C: crédito complementar, unicamente para operações de custeio, para agricultores assentados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária e pelos beneficiários do Programa Nacional e Crédito Fundiário;

- Grupo C: agricultor familiar com renda bruta anual entre R\$ 3.000 e R\$ 16.000, podendo utilizar mão-de-obra de empregados temporários;
- Grupo D: agricultor familiar com renda bruta entre R\$ 16.000 e R\$ 45.000, podendo dispor de até dois empregados permanentes; e
- Grupo E: agricultor familiar com renda bruta entre R\$ 45.000 e R\$ 80.000, podendo dispor de até dois empregados permanentes.

França et al. (2009) cita o Censo Agropecuário 2006, mostrando que 84,4% dos estabelecimentos agropecuários existentes no país se enquadravam nos grupos do PRONAF, destes 50% se concentravam no Nordeste do país. A maior parte dos agricultores do NE encaixava-se no grupo B, 74% até 2005, o que agrega os agricultores com menores níveis de rendimento. (IPEA, 2007)

O conjunto de produtores atendido pelo PRONAF é, em sua maioria, um grupo de agricultores empobrecido, cuja renda da terra é inferior a um salário mínimo por mês.

Estes agricultores possuem baixa capacidade de investimento, na maioria dos casos, atuam em pequena escala²⁴. (EMBRAPA, 2006) Os agricultores atendidos até o limite do PRONAF C, em geral, produzem para subsistência e comercializam o excedente. Trata-se de um grupo bastante desatualizado quanto às técnicas mais eficientes de cultivo e à utilização de defensivos e pacotes tecnológicos²⁵. Estas características tornam sua produção pouco competitiva quando comparada aos produtores familiares que atuam dentro dos sistemas agroindustriais da soja (principalmente) e ao agribusiness (Grupos D e E).

²⁴ Até 2007 o PRONAF atendia agricultores que produziam em 4 módulos fiscais, passando a aceitar até 6 módulos fiscais após o Plano Safra 2008/2009. O tamanho dos módulos fiscais varia significativamente, pois trata-se de uma medida municipal. Nos estados do Sul e Sudeste, o módulo fiscal tem em média 20 ha. Nos estados da Amazônia, por exemplo, no Acre pode chegar a 120 ha.

²⁵ Os agricultores familiares em melhores condições estão concentrados nos Grupos D e E. O Grupo D, concentrou até meados dos anos 2000, 45% dos recursos do PRONAF (em valor de contratos).

Em 2007, o Plano Safra 2008/2009 agregou a distribuição das faixas dos grupos C, D e E, reduzindo a transparência da aplicação dos recursos. (Corrêa e Silva, 2009) As mudanças de corte de faixas, e de limites da receita, não modificaram o objetivo do programa. Foram introduzidos grupos sociais e segmentos produtivos específicos, desde que identificados com a agricultura familiar:

- PRONAF Agroindústria;
- PRONAF Mulher;
- PRONAF Jovem Rural;
- PRONAF Semiárido;
- PRONAF Floresta;
- PRONAF Agroecologia;
- PRONAF Pesca;
- PRONAF Pecuária Familiar;
- PRONAF Turismo da Agricultura Familiar;
- PRONAF Máquinas e Equipamentos; e,
- PRONAF ECO Sustentabilidade Ambiental.

Os recursos para a produção de biodiesel ficaram, então concentrados no Pronaf ECO Sustentabilidade Ambiental, para agricultores familiares enquadrados nos grupos C, D ou E, que necessitassem de crédito para “investimento para implantação ou recuperação de tecnologias de energia renovável, bicompostíveis, armazenamento hídrico, pequenos aproveitamentos hidroenergéticos e silvicultura”. (IPEA, 2008)

Além das mudanças no PRONAF, na segunda etapa, de 2008-2011, uma nova regulamentação para o PNPB, Decreto 6.606/2008, passou a permitir a desoneração para quaisquer oleaginosas provenientes da agricultura familiar. Esta medida buscou minimizar os entraves logísticos e técnicos existentes, e ineficiências de escala,

responsáveis pela elevação dos custos de matéria-prima proveniente da agricultura familiar, que reduziam sua competitividade.

Os resultados de ambas medidas foram a inclusão de um número maior de agricultores familiares das regiões Sul e Centro-Oeste, e a redução da importância da região Nordeste, conforme será discutido adiante.

O SCS e as reduções de PIS/COFINS são concedidos pelo MDA ao produtor de biodiesel com o prazo de validade de 5 anos, podendo ser renovado ou não conforme a avaliação do ministério e a fiscalização dos contratos em andamento. Com efeito, já a partir de 2010 foram descredenciadas usinas que não vinham cumprindo contratos, ou desviando da produção de biodiesel o óleo produzido com matéria-prima da agricultura familiar.

A escolha de se realizar uma política de desenvolvimento local a partir de uma cadeia em formação não é simples. Estabelecer, em um mercado em expansão, pequenos produtores rurais que não estão acostumados a buscar produtividade exige mais do que vontade, exige muitos recursos financeiros. Neste ponto temos que considerar que existe uma questão normativa por trás desta decisão. Há competição entre estes pequenos produtores e outros que já estão no mercado, até que ponto é justo alocar recursos públicos para uns e não para outros?

Assim, se do ponto de vista da consecução do PNPB a viabilidade do programa e a rentabilidade do produtor foram prioritárias em relação à sustentabilidade do combustível, a estratégia do produtor de biodiesel deve visar a redução de custos para que este se mantenha no mercado. Neste sentido, é justificada a concentração da produção no Centro-Oeste com base na soja que ocorreu como veremos à frente.

4.3. Panorama dos resultados do PNPB no período 2005-2010

O ano de 2005 marcou o início da operação da cadeia de produção do biodiesel (conforme discutido acima) e a realização do primeiro leilão de B100. No início do programa, o B2 autorizativo gerou uma demanda considerável pelo biodiesel. A oferta ficou abaixo do nível de demanda até a estabilização do mercado em 2008.

4.3.1. Capacidade de produção

Inicialmente as usinas produtoras de biodiesel apresentavam uma distribuição equitativa pelas regiões brasileiras. Existiam quatro usinas uma em cada macrorregião do país, à exceção do Centro-Oeste que não apresentava nenhuma empresa de biodiesel instalada.

Em 2005, a capacidade de produção autorizada era de 112 milhões de litros/ano. As regiões Nordeste e Sudeste apresentavam 4 (quatro) usinas cada, havia uma na região Sul e a primeira usina foi instalada no Centro-Oeste.

No ano seguinte, a região Centro-Oeste já apresentava 8 usinas enquanto as outras regiões inauguravam duas ou três e o Nordeste apenas uma. E a capacidade autorizada saltou para 975 milhões de litros/ano.

Nos anos de 2007 e 2008, o Centro-Oeste foi recordista no crescimento do número de plantas (dezenove) e de capacidade. A região passou a deter um terço da capacidade de produção do país, 701 milhões de litros/ano. Chegando em 2011 a atingir a marca de 2.410 milhões de litros/ano de capacidade autorizada, enquanto o país chegou a 6.810 milhões de litros/ano num total de 74 usinas²⁶.

A produção cresceu de acordo com a demanda do biodiesel de apenas 737 m³/ano em 2005 saltou para 2,6 milhões de m³/ano em 2011, conforme a tabela 13. O enorme

²⁶ Veja o mapa com a distribuição espacial das usinas autorizadas pela ANP.

crescimento da produção em um curto espaço de tempo mostra que o PNPB cumpriu a meta de garantia de suprimento, a partir de 2008, quando o mercado se equilibrou. No entanto, o nível de produção ficou muito abaixo da capacidade autorizada pela ANP, gerando capacidade ociosa, como pode ser visto no gráfico 9.

Tabela 13. Produção regional de biodiesel em m³/ano

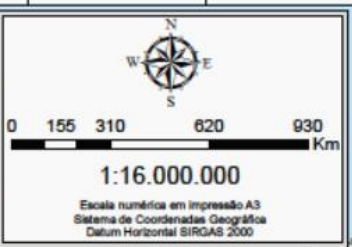
	N	NE	CO	SE	S	TOTAL
2005	510	156	-	44	26	737
2006	2.421	34.798	10.121	21.562	100	69.002
2007	26.589	172.200	125.808	37.023	42.708	404.329
2008	15.987	125.910	526.287	185.594	313.350	1.167.128
2009	41.821	163.905	640.077	284.774	477.871	1.608.448
2010	95.106	176.994	1.018.303	420.328	675.668	2.386.399
2011	103.446	176.417	1.036.559	379.410	976.928	2.672.760

Fonte: Elaboração Própria

Nenhuma das grandes regiões utiliza toda a capacidade disponível para a produção de biodiesel. Entre os anos de 2005 e 2011, o país usou em média 30% da capacidade de produção. Quando observados os níveis de capacidade regionais o NE não ultrapassou 15% da capacidade autorizada, em média; enquanto a região Sul chegou a atingir o uso de 100% da capacidade disponível em 2008, conforme o gráfico 10.

No período 2005-2011, a produção brasileira de biodiesel foi de 8.308.803 m³. A maior parte desta produção se concentrou no Centro-Oeste (3.357.155 m³), onde se instalou a maior quantidade de usinas produtoras de biodiesel. Em termos de produtividade, a região Sul, segunda maior produtora em volume, se tornou a região com maior produtividade média atingindo o patamar de 248.665 m³/usina contra 106.297 m³/usina da região Nordeste que tem a segunda maior média, e 104.911 m³/usina em média na região Centro-Oeste.

REGIONAL DISTRIBUTION OF BIODIESEL PLANTS IN BRAZIL
 On the relevance of the use of soybean oil as the main biodiesel raw material on the Brazilian Energy Matrix.



Legend

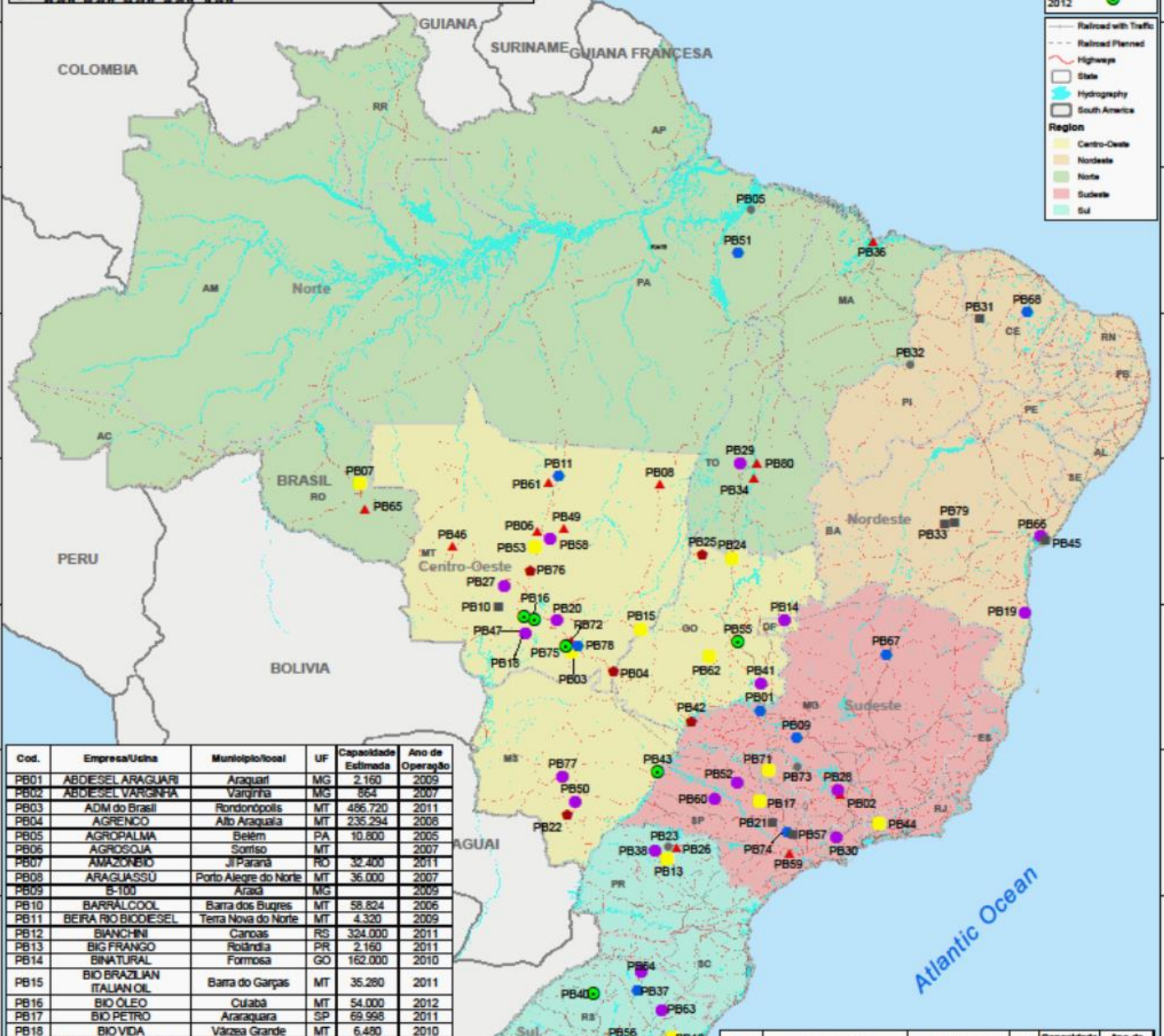
Year of Operation

- 2005 ●
- 2006 ■
- 2007 ▲
- 2008 ●
- 2009 ●
- 2010 ●
- 2011 ●
- 2012 ●

--- Railroad with Traffic
 - - - Railroad Planned
 --- Highways
 □ State
 ○ Hydrography
 ○ South America

Region

- Centro-Oeste
- Nordeste
- Norte
- Sudeste
- Sul



Cod.	Empresa/Usina	Município/local	UF	Capacidade Estimada	Ano de Operação
PB01	ABDIESEL ARAQUARI	Araquari	MG	2.160	2009
PB02	ABDIESEL VARGINHA	Varginha	MG	864	2007
PB03	ADM do Brasil	Rondonópolis	MT	486.720	2011
PB04	AGRENCO	Alto Araguaia	MT	235.294	2008
PB05	AGROPALMA	Belém	PA	10.800	2005
PB06	AGROSOJA	Somso	MT	2007	
PB07	AMAZONBIO	Ji Paraná	RO	32.400	2011
PB08	ARAGUASSU	Porto Alegre do Norte	MT	36.000	2007
PB09	B-100	Araçá	MG	2009	
PB10	BARRALCOOL	Barra dos Bugres	MT	58.824	2006
PB11	BEIRA RIO BIODIESEL	Terra Nova do Norte	MS	4.320	2009
PB12	BIANCHINI	Canpas	RS	324.000	2011
PB13	BIG FRANGO	Rolândia	PR	2.160	2011
PB14	BINATURAL	Formosa	GO	162.000	2010
PB15	BIO BRAZILIAN ITALIAN OIL	Barra do Garças	MT	35.280	2010
PB16	BIO ÓLEO	Cuiabá	MT	54.000	2012
PB17	BIO PETRO	Araçaguara	SP	69.998	2011
PB18	BIO VIDA	Várzea Grande	MT	6.480	2010
PB19	BIOBRAX/RENBRAS	Una	BA	35.280	2010
PB20	BIOCAMP	Campo Verde	MT	108.000	2010
PB21	BIOCAPITAL	Charqueada	SP	2006	
PB22	BIOCAR BIODIESEL	Dourados	MS	10.800	2008
PB23	BIOLIX	Rolândia	PR	2005	
PB24	BIONASA	Porangatu	GO	235.080	2011
PB25	BIONORTE	São Miguel do Araguaia	GO	29.412	2008
PB26	BIOPAR	Rolândia	PR	43.200	2007
PB27	BIOPAR	Nova Marilândia	MT	36.000	2010
PB28	BIOSÉP	Três Pontas	MG	12.960	2010
PB29	BIOTINS	Paraisópolis	TO	29.160	2010
PB30	BIOVERDE	Taubaté	SP	181.177	2010
PB31	BRASIL ECODEIESEL	Crateús	CE	2006	
PB32	BRASIL ECODEIESEL	Floriano	PI	2005	
PB33	BRASIL ECODEIESEL	Itaquara	BA	2006	
PB34	BRASIL ECODEIESEL	Porto Nacional	TO	2007	
PB35	BRASIL ECODEIESEL	Rosário do Sul	RS	2007	
PB36	BRASIL ECODEIESEL	São Luís	MA	129.600	2007
PB37	BSBIOS	Passo Fundo	RS	159.840	2009
PB38	BSBIOS MARIALVA	Marialva	PR	127.080	2010
PB39	CAMERA	Rosário do Sul	RS	129.600	2007
PB40	CAMERA	Itui	RS	234.000	2012
PB41	CARAMURU	Ipameri	GO	2010	
PB42	CARAMURU SÃO SÍMÃO	São Simão	GO	225.000	2008
PB43	CARGIL	Três Lagoas	MS	252.000	2012
PB44	CESBRA	Volta Redonda	RJ	60.012	2011
PB45	COMANCHE	Simões Filho	BA	120.600	2006
PB46	COOMISA	Sapezal	MT	4.320	2007
PB47	COOPERBIO	Cuiabá	MT	165.600	2012
PB48	COOPERFELZ	Feliz Natal	MT	2.400	2007

Cod.	Empresa/Usina	Município/local	UF	Capacidade Estimada	Ano de Operação
PB50	DELTA	Rio Brilhante	MS	108.000	2010
PB51	DVH	Talidândia	PA	2009	
PB52	FERTIBOM	Catanduva	SP	119.988	2010
PB53	FIAGRIL	Lucas do Rio Verde	MT	202.680	2011
PB54	GRANOL	Anápolis	GO	371.880	2012
PB55	GRANOL	Cachoeira do Sul	RS	335.999	2009
PB56	GRANOL	Campinas	SP	2006	
PB57	GRUPAL	Somso	MT	43.200	2010
PB58	INNOVATI	Mairinque	SP	10.800	2007
PB59	JBS (BRACOL)	Lins	SP	201.683	2010
PB60	JBS (CLV)	Colder	MT	36.000	2007
PB61	MINERVA	Palmeiras de Goiás	GO	16.200	2011
PB62	OLEOPLAN	Veranópolis	RS	378.000	2010
PB63	OLEFAR	Erechim	RS	216.000	2010
PB64	OURO VERDE	Rolim de Moura	RO	3.240	2007
PB65	PETROBRAS CANDEIAS	Candeias	BA	217.231	2010
PB66	PETROBRAS	Montes Claros	MG	108.616	2009
PB67	PETROBRAS	Quixadá	CE	108.616	2009
PB68	PRODUTOS ALIMENTÍCIOS ORLÂNDIA	Orlândia	SP	54.000	2011
PB69	RONDOBIO	Rondonópolis	MT	3.600	2007
PB70	SOYMINAS	Cássia	MG	2005	
PB71	SP BIO	Sumaré	SP	25.035	2009
PB72	SBL	Rondonópolis	MT	1.800	2012
PB73	TAUÁ	Novo Mutum	MT	36.000	2008
PB74	TECNOBIO	Sidrolândia	MS	3.960	2010
PB75	TRANSPORTADORA CABIENSE	Rondonópolis	MT	36.000	2009
PB76	V-BIODIESEL	Itaquara	BA	129.600	2006
PB77	V-BIODIESEL	Porto Nacional	TO	129.600	2007

FONTE: IBGE, ANP, SEP, DNIT, ANTT e Ministério dos Transportes.

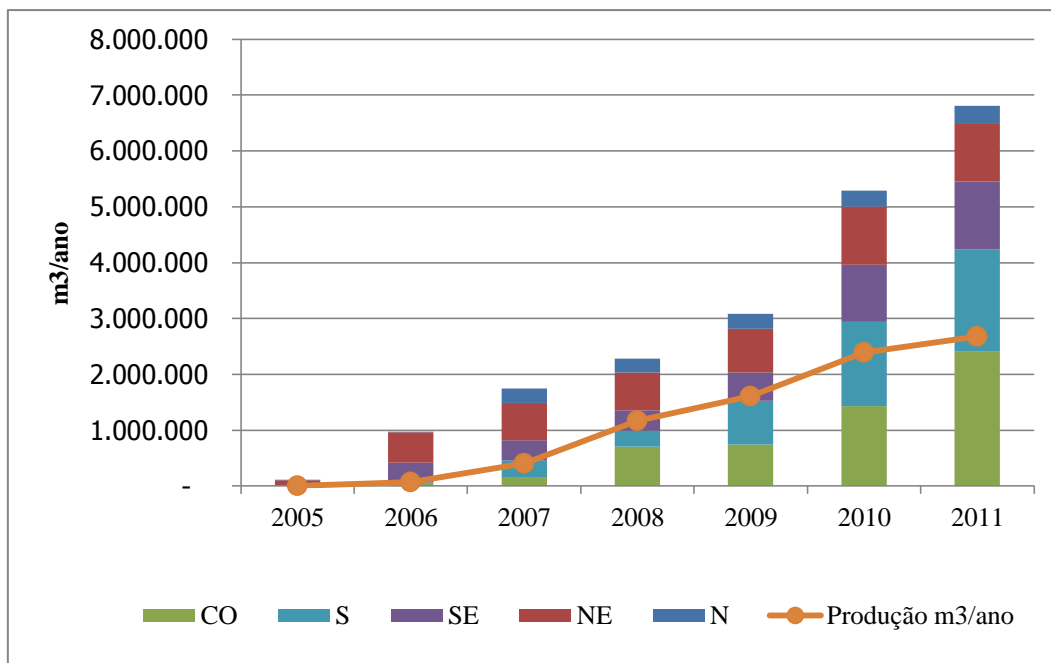


Gráfico 9. Capacidade de produção autorizada segundo as grandes regiões, por ano.

Fonte: Adaptado de ANP (2012)

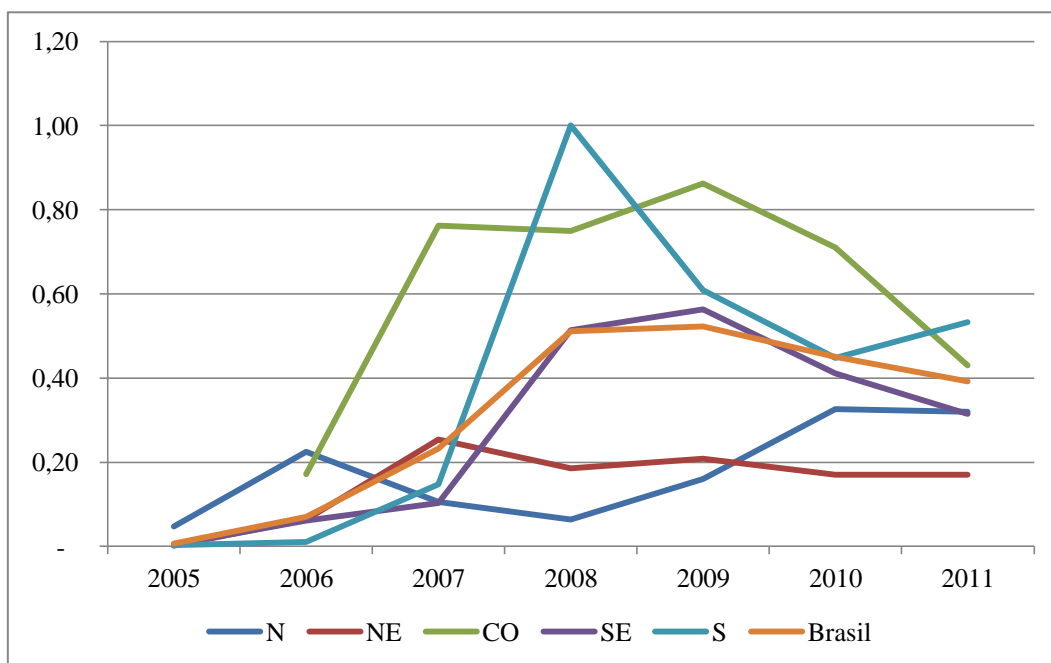


Gráfico 10. Relação entre a produção real e capacidade de produção autorizada segundo as grandes regiões, por ano.

Fonte: Elaboração própria

4.3.2. Leilões e entregas

No primeiro leilão realizado pela ANP não foi estabelecido um preço de referência. Nos demais leilões, onde foi estabelecido o preço de referência, os preços médios de contratação ficaram muito próximos ao teto estipulado. Nos leilões de 2007, os valores dos lances mantiveram o patamar dos leilões anteriores gerando o maior deságio do período, houve lotes arrematados a preços 29% mais baixos que o preço de referência. Em 2008, a tendência de alta apontada pelo preço de referência foi seguida de perto pelos produtores resultando em preços médios com deságio máximo de 15%. A ampliação do teto funcionou como mais um atrativo à ampliação da produção.

No primeiro leilão, 70 milhões de litros foram vendidos. O volume ofertado no 4º. Leilão, ocorrido em 2006, foi o muito superior ao esperado, e não foi atingido em nenhum dos leilões subsequentes a este (vide gráfico 11). O volume ofertado apontava a tendência do rápido crescimento da oferta devido à rápida ampliação do número de plantas construídas no início do PNPB. Apesar do resultado positivo dos leilões e dos incentivos à produção oferecidos pelo governo federal, através de linhas de crédito para a construção de usinas e do financiamento de projetos agrícolas, a produção total ficou muito abaixo das expectativas geradas pelo PNPB. (CNI-IEL, 2006)

A maior parte do biodiesel disponível nos leilões iniciais foi ofertada por produtores que apostaram nos contratos de fornecimento de matéria-prima com agricultores familiares da região NE e do Semiárido, seguindo a tendência que identificava a mamona e a palma como oleaginosas promissoras (César e Batalha, 2011).

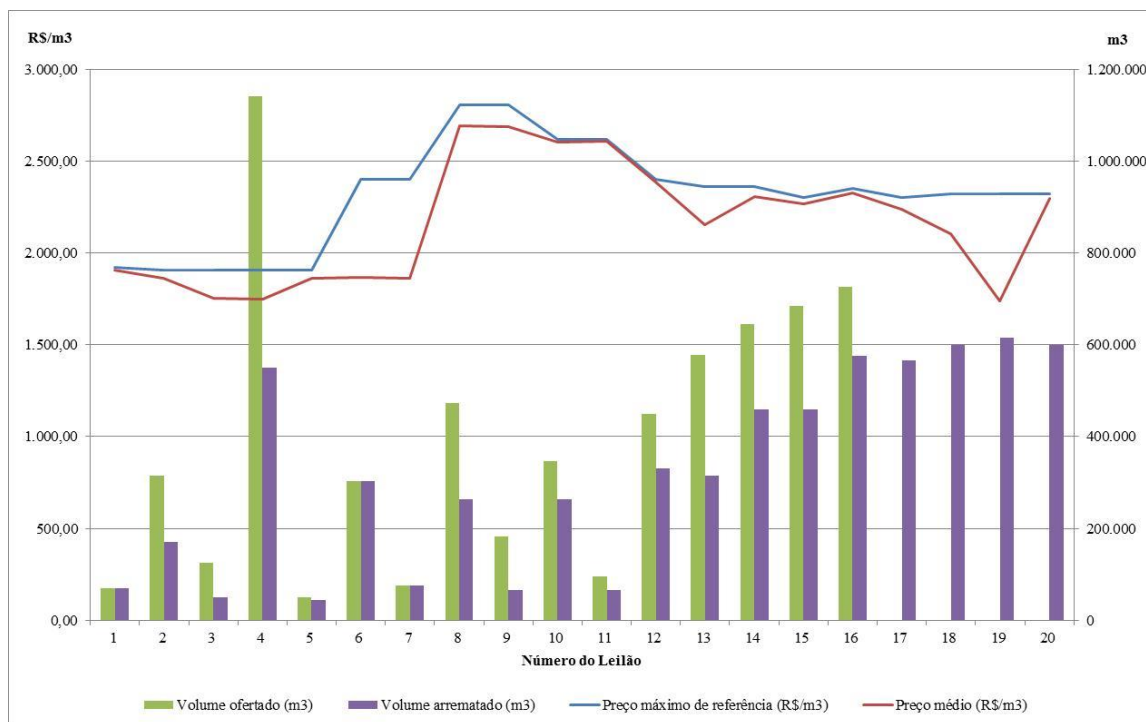


Gráfico 11. Volume e preços praticados nos Leilões de biodiesel (2005-2010).

Fonte: Adaptado de ANP (2011)

Problemas nos projetos de agricultura familiar e na plantação de mamona impactaram negativamente o início da operação da cadeia do biodiesel. A quantidade de matéria-prima produzida pela agricultura familiar ficou abaixo do esperado. A baixa produtividade e outros problemas técnicos e logísticos resultaram em muitos contratos descumpridos com os produtores agrícolas. (César e Batalha, 2010) Além de problemas nas entregas por falta de matéria-prima, houve também casos de baixa qualidade do produto (caso Soyminas²⁷).

A partir de 2007, a oferta de matéria-prima foi normalizada e o volume de biodiesel produzido excedeu o volume contratado nos leilões, balanceando o mercado. Apesar da produção do Nordeste ter mantido seu crescimento, o volume contratado na região caiu percentualmente. O aumento do fornecimento e a regularidade das entregas indicaram uma tendência, confirmada em 2008 e que se seguiu nos demais anos do PNPB, de

²⁷ A Soyminas foi a primeira empresa a perder o Selo Combustível Social. (BiodieselBR, 2007)

mudança dos investimentos em capital e da produção para outras regiões do país e a entrada da soja como principal matéria-prima na produção de biodiesel.

4.3.3. Matéria-prima usada na produção de biodiesel

Em 2008, o número de contratos para o fornecimento de matéria-prima cresceu significativamente como resultado do aumento da demanda que chegou a 1,2 milhões de m³. Este crescimento foi acompanhado pela expansão do uso da soja (vide tabela 14). A região Centro-Oeste, principal produtora de soja do país, passou a liderar a produção de biodiesel, seguida pela região Sul.

No Brasil, o principal insumo utilizado para a produção de biodiesel é a soja. Este mesmo padrão vem sendo seguido por outros países que possuem grande produção de soja, como Estados Unidos e Argentina.

Tabela 14. Matéria-prima usada na produção do Biodiesel (m³)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Soja	226	65.764	353.233	967.326	1.250.590	1.980.346
Algodão	-	-	1.904	24.109	70.616	57.054
Sebo Animal	-	816	34.445	154.548	255.766	302.459
Outras	510	2.431	18.423	31.655	37.863	47.781
Total	736	69.012	408.005	1.177.638	1.614.834	2.387.639

Fonte: ANP (2012)

O PNPB foi estruturado com o intuito de integrar 250.000 famílias de pequenos produtores à cadeia do biodiesel via SCS. (Brasil, 2003) Apesar do PNPB ter atingido 100 mil famílias e o valor total das aquisições de oleaginosas da agricultura familiar ter crescido substancialmente, a distribuição da renda ficou concentrada nas regiões Sul e Centro-Oeste. No ano de 2010, o valor total de aquisições atingiu a marca notável de R\$ 1.058,70 milhões de reais, destes apenas R\$ 46 milhões foram direcionados para o NE, o que significa R\$ 1.130/ano por família. Na região sul, as aquisições corresponderam a

aproximadamente R\$ 700 milhões, R\$ 13.413 por família; e na região Centro-Oeste, R\$ 250 milhões, acima de R\$ 73 mil reais por família. (DIEESE, 2011)²⁸

Este resultado está diretamente relacionado ao fato de a maior parte (acima de 90%) da matéria-prima adquirida da agricultura familiar ter se concentrado na compra de soja das regiões Sul e Centro-Oeste (vide gráfico 12). Nestas regiões há histórica organização da agricultura familiar que está integrada ao agribusiness da soja. (Lazzarotto e Hirakuri, 2010)

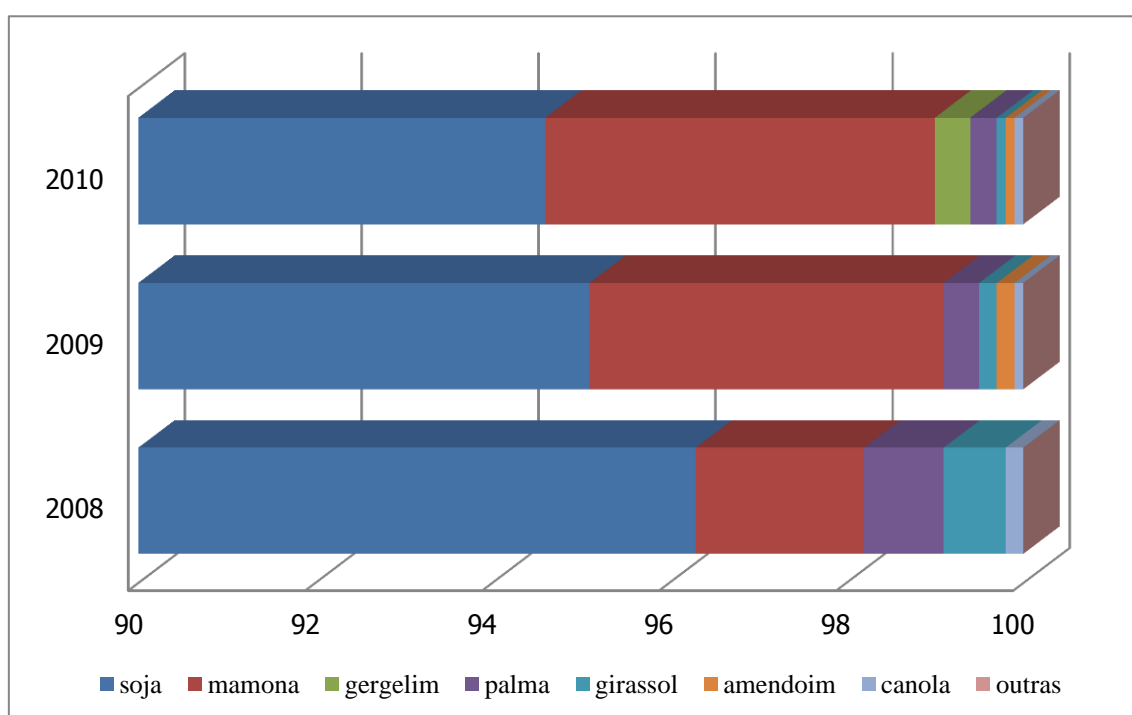


Gráfico 12. Participação percentual por tipo de oleaginosa nas aquisições de matéria-prima da agricultura familiar.

Fonte: DIEESE (2012)

Conforme mostra o gráfico 12, a soja é a principal oleaginosa fornecida pela agricultura familiar para a produção de biodiesel, correspondendo em 2008 a 96,3% do total de matéria-prima fornecida. Nos anos de 2009 e 2010, houve um leve recuo, com ampliação da participação da mamona chegando a 4% do total de matérias-primas

²⁸ Esta discussão será aprofundada no capítulo 5.

fornecidas, enquanto a participação das demais oleaginosas mostra-se quase insignificante.

Os direcionadores da política implantada pelo PNPB de uso de fontes de matéria-prima alternativas como palma e mamona, através da redução de tributos e do SCS não foram efetivas, conforme discutiremos nos capítulos 4 e 5.

Estudos de caso do setor relatam, ainda, que produtores que se mantiveram operando nas regiões produtoras de mamona e palma, recorreram à triangulação de matéria-prima comprando a produção da agricultura familiar e revendendo o óleo em outros mercados sem transformá-lo em biodiesel, como forma de manter os projetos de desenvolvimento e apoio à agricultura familiar, e em última análise a certificação do SCS que garante sua participação no mercado. (Mourad, 2010)

Assim, a produção de biodiesel do país se estabeleceu baseada no uso do óleo de soja (80% em média) e do sebo animal (10% em média)²⁹.

4.3.4. Resíduos e coprodutos do biodiesel

Os principais coprodutos da produção e biodiesel a partir de oleaginosas são o farelo ou torta e a glicerina. O uso da mamona para produção do biodiesel esbarrou, além da questão da agricultura familiar, também na toxicidade do farelo ou torta residual do processamento das bagas. O farelo resultante do uso da soja, por outro lado, é uma commodity de alto valor no mercado internacional, que seria produzida a despeito do óleo se tornar biodiesel ou ser direcionado para fins alimentícios.

²⁹ O sebo animal é usado principalmente por produtores do Sudeste que evitam o descarte do material dos rebanhos abatidos produzindo biodiesel com o resíduo.

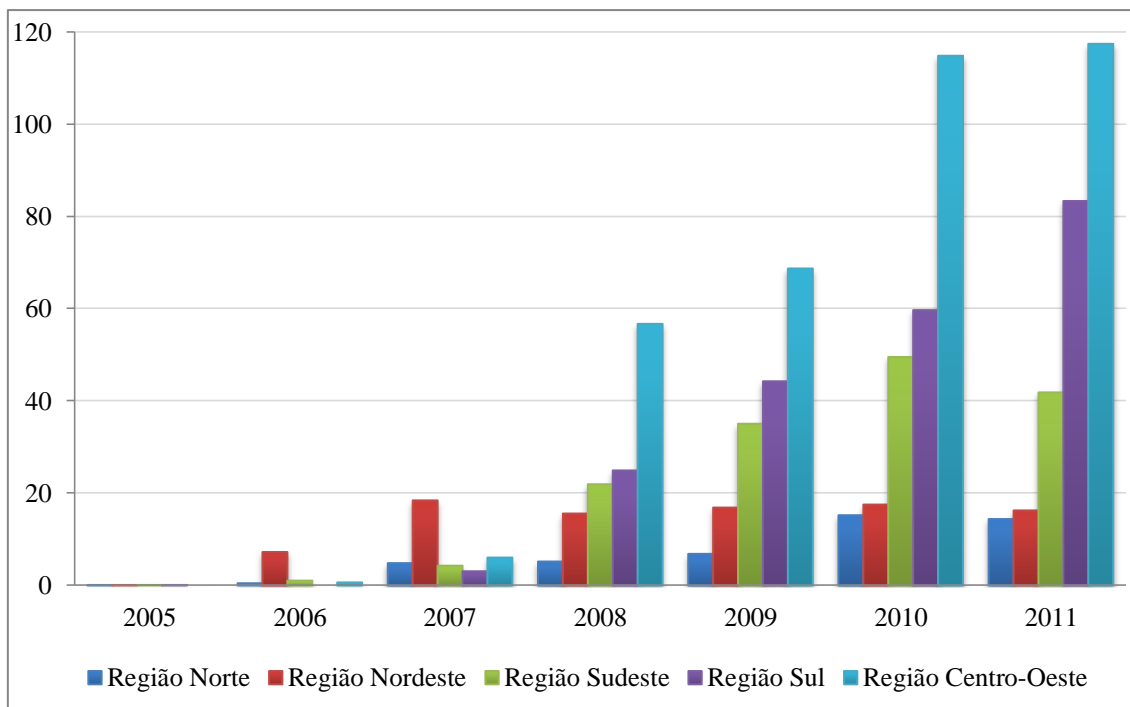


Gráfico 13. Glicerina gerada na produção de biodiesel (B100), segundo Grandes Regiões (2005-2011).

Fonte: ANP/SPP (2012)

No início do programa, a quantidade produzida de glicerina residual do processo de produção de biodiesel inundou o mercado brasileiro fazendo com que os preços caíssem consideravelmente. A indústria química passou de produtora de glicerina a compradora, estabelecendo relações comerciais com muitas usinas. (BiodieselBR, 2007b)

O crescimento exponencial da produção de biodiesel, e como consequência, de glicerina (gráfico 13) tornou este coproduto um resíduo em um problema para as usinas. Novos usos passaram a ser pesquisados e recentemente alguns produtores têm optado por utilizar a glicerina como combustível para a geração de energia ou por exportá-la. (BiodieselBR, 2011)

4.4. Considerações finais

O principal gargalo do PNPB era criar uma rede de fornecedores que desse suporte à política de introdução do biodiesel na matriz de combustíveis brasileira. Os resultados

alcançados no período 2005-2010 mostram que o enfrentamento do gargalo ocorreu através da adesão da iniciativa privada na inversão de investimentos. No entanto, diferentemente das expectativas iniciais, os mesmos resultados apontam a dominância da soja como principal matéria-prima.

A dominância da soja mostra dois efeitos importantes do programa: i) a estruturação do mercado com confiabilidade de fornecimento; ii) o distanciamento do PNPB da diretriz de inclusão social.

A estabilização do mercado, ocorrida em 2008, se deveu à fixação do parque produtor no Centro-Oeste e Sul, próximo à produção de soja (matéria-prima) e às flexibilizações do PRONAF e da própria legislação que permitiram a entrada de agricultores familiares que já se encontravam historicamente integrados ao Complexo da soja.

Mais além, o biodiesel de soja se mostrou confiável tecnicamente. Conforme discutido no capítulo 2, o uso do óleo de soja na produção de biodiesel através da transesterificação metílica é uma rota utilizada em outros países e aceita no mercado internacional, o que representa uma oportunidade potencial de exportação para o produtor brasileiro.

O país detinha em 2010 uma capacidade ociosa da ordem de 65% da capacidade instalada de produção de biodiesel. Diante desta capacidade ociosa a entrada do país no mercado internacional de biodiesel configura-se em um potencial inexplorado. Por outro lado, a existência de capacidade ociosa pode levar os pequenos e médios produtores à decisão de se retirarem do mercado, o que geraria concentração no setor. A saída para esta questão reside na política de ampliação da demanda doméstica que segue as decisões do CNPE vis-à-vis os interesses comerciais de exportação de combustíveis da Petrobras.

5. Discussão da sustentabilidade do Biodiesel

O biodiesel frequentemente é visto como uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis. Um substituto de menores impactos ambientais que o diesel derivado de petróleo para uso em motores de combustão interna. Esta noção é parcialmente correta pois diversos fatores concorrentes devem ser considerados para que o biodiesel seja declarado como um combustível de características sustentáveis que vão além dos poluentes emitidos.

5.1. Sustentabilidade

Em primeiro lugar, deve-se observar que existem diversas definições para o conceito de sustentabilidade. Algumas destas definições tratam exclusivamente do impacto sobre os ecossistemas e a biosfera, enquanto outras consideram além do meio ambiente, os impactos sociais e culturais da adoção de um programa, ação, produto, ou neste caso, do combustível.

O conceito de sustentabilidade deriva da definição de desenvolvimento sustentável. A noção de desenvolvimento sustentável surgiu no Relatório Brundtland “Nosso Futuro Comum” de 1987. Segundo este relatório, o desenvolvimento sustentável deve ser entendido como “o desenvolvimento que atende às necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade de gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Nesta concepção está explícita a ideia de que é possível manter o crescimento econômico baseado em políticas que possam sustentar e expandir o uso dos recursos naturais. Desta ideia de sustentar o uso dos recursos naturais, cunhou-se o termo sustentabilidade tanto utilizado atualmente.

A sustentabilidade, segundo será adotado neste trabalho, envolve a concepção de limites impostos pelo estado da arte das tecnologias e organização social, a dimensão ambiental e as condições da biosfera em absorver os efeitos antropogênicos, tratando, portanto das dimensões ambientais e sociais. Assim: Seria o biodiesel um combustível sustentável? O biodiesel produzido no país através da rota metflica e usando o óleo de soja como principal matéria-prima é uma alternativa sustentável?

5.2. Apostas quanto à sustentabilidade do biodiesel no PNPB

Conforme discutido no capítulo anterior, o PNPB foi definido a partir de diretrizes que apontavam para a produção de um combustível sustentável e para a promoção da inclusão social. A sustentabilidade do biodiesel baseava-se, principalmente, nas emissões evitadas de GEE, em comparação com o baseline de emissões do diesel derivado de petróleo, e na adoção de uma estratégia de desenvolvimento limpo.

À época do início do desenho e implantação do PNPB, começaram a surgir muitos estudos científicos, textos provocativos, debates e informações do próprio governo federal que mostravam a adoção do biodiesel como um caminho para a afirmação da matriz energética limpa do país. Podemos citar um estudo apresentado pela EPE (2007) que compara as três principais oleaginosas que se mostravam muito promissoras no início do PNPB: palma, soja e mamona. O estudo aponta a importância da estruturação da produção de um biodiesel sustentável, baseada na rota disponível (metflica ou etflica) e na matéria-prima que produzisse o melhor balanço energético, e por conseguinte uma maior quantidade de créditos de carbono associadas à adoção do combustível.

Utilizando os principais resultados de Análises de Ciclo de Vida produzidas no país naquele momento, o estudo apontava que quando utilizada a rota etflica ocorriam

melhoria nos resultados dos balanços energéticos de todas as oleaginosas observadas. E, na análise comparativa, a mamona mostrava-se, *a priori*, a oleaginosa mais interessante do ponto de vista da redução de emissões, seguida pela palma e por último a soja. A tabela 15 apresenta tais resultados.

Tabela 15. Emissões evitadas pelo uso do biodiesel segundo rota, percentual de *blend* e oleaginosa (em Kg CO₂ eq/litro)

	Rota Etílica			Rota Metélica		
	B100	B2	B5	B100	B2	B5
Palma	2,76	0,056	0,140	2,67	0,054	0,135
Soja	2,53	0,051	0,128	2,43	0,049	0,123
Mamona	1,76	0,036	0,090	1,22	0,026	0,065

Fonte: Elaboração própria (EPE, 2007)

A melhor escolha do ponto de vista ambiental se mostrava a rota etílica, utilizando como matéria-prima óleo de mamona e óleo de palma. No entanto, conforme discutido no capítulo 2, apesar da vocação nacional para a produção de etanol, a rota metélica tornou-se a mais utilizada na produção do biodiesel brasileiro.

A tabela 16 apresenta a comparação entre a soja e as principais oleaginosas produzidas no Brasil, que poderiam ser utilizadas na produção de biodiesel. Comparativamente, a soja tem a pior produtividade na relação óleo por hectare, exceto pelo algodão, que possui menor teor de óleo vegetal. Estudos mais recentes mostram através de outros tipos de análises e metodologias que as deficiências do biodiesel de soja não estão restritas à produtividade.

Pousa et al. (2007), mostram que os objetivos da política brasileira para a cadeia do biodiesel apresentavam posicionamento assertivo quanto à promoção do desenvolvimento econômico para regiões menos desenvolvidas do país e a inclusão

social dos agricultores familiares, principalmente do Norte (Amazônia) e do Semiárido. Estas definições estavam completamente condizentes com os estudos conduzidos à época quanto à sustentabilidade do biodiesel. No Nordeste, o Semiárido, mostrava-se a região com melhores condições edafoclimáticas e histórico de produção de mamona no país. No Norte do país, especialmente na Amazônia, o desenvolvimento da cultura do dendê em áreas desmatadas apresentava-se como uma oportunidade.

Tabela 16. Produtividade das principais culturas oleaginosas

	Soja	Mamona	Girassol	Palma	Algodão
Rendimentos prováveis da cultura (kg/ha)	3.000	1.500	1.500	20.000	3.000
Teor de óleo vegetal	18%	47%	42%	20%	15%
Produtividade em óleo (kg/ha)	540	705	630	4.000	450

Fonte: Adaptado de Parente (2006)

Estes e outros estudos apresentavam não só a importância da diretriz de sustentabilidade do biodiesel no programa como também mostravam a organização da produção de acordo com as vocações regionais como uma tendência.

Contrariamente, o Brasil desenvolveu ao longo dos anos seguintes uma cadeia produtiva fortemente baseada na utilização do óleo de soja, que conforme será apresentado não se mostra a alternativa mais sustentável.

A maioria dos trabalhos mostra que o biodiesel de soja em comparação com o diesel fóssil tem impacto menor sobre o meio ambiente. No entanto, diversos autores mostram que comparativamente ao dendê e à canola, a soja tem um desempenho sensivelmente pior. (Reijnders e Huijbregts, 2008, Varanda et. al., 2011, Yee et. al., 2009, Cavallet, 2008, Souza et al., 2010, Reinhardt, 2007).

A decisão de utilizar o óleo de soja como principal matéria-prima não esteve condicionada à sustentabilidade do combustível, ou exclusivamente à redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE), mas às condições de viabilidade econômica da produção como será visto no capítulo 3.

Kaltner et al. (2006) consideram a localização geográfica, área disponível para cultivo e tecnologia são fatores-chave para o desenvolvimento de biocombustíveis como alternativas economicamente viáveis. A produção de um biocombustível exige um esforço agrícola de ampliação da produção de matéria-prima que pode ter como consequência negativa pressões sobre a fronteira agrícola, aumento do uso de defensivos poluidores, conversão lavouras de subsistência e de produção de alimentos para a produção de combustíveis, modificação da paisagem natural, conflitos agrários pela posse da terra entre outros.

O quadro 7 (Schaffel e La Rovere, 2010) mostra uma relação de principais itens que determinam a sustentabilidade das iniciativas de produção de biocombustíveis abordando aspectos ambientais e sociais.

Kaltner et al. (2006) sustenta que para minimizar os impactos ambientais e a concorrência com o cultivo de alimentos, é importante selecionar cultivos energéticos de alto rendimento, com maior eficiência fotossintética. Os dois cultivos energeticamente mais eficientes que existem, em GJ/hectare, são a cana-de-açúcar (para a produção de etanol) e o dendê (para a produção de biodiesel). Estes cultivos mostram balanços energéticos elevados e alta capacidade de redução de GEE, devido à grande capacidade de produção de biomassa que tornaria ambos mais interessantes do ponto de vista ambiental e econômico se comparados à soja (KALTNER et al., 2006).

Quadro 7. Principais questões sociais e ambientais das iniciativas de produção de biocombustíveis

Ambiental	Social
<ul style="list-style-type: none"> · Uso da terra e do solo: fertilidade, controle de erosão e degradação, queimada, monocultura; · Recursos hídricos: disponibilidade e qualidade das águas de superfície e lençol freático, gestão hídrica; · Ar: qualidade do ar, poluição atmosférica, emissões atmosféricas; · Controle de pestes, doenças, espécies invasoras, minimização do uso de pesticidas químicos, uso de fertilizantes; · Biodiversidade; · Controle da poluição: gestão de resíduos, uso de coprodutos; · Eficiência energética (Balanço Energético); · Mudanças Climáticas Globais (emissões de GEE) 	<ul style="list-style-type: none"> · Geração de emprego e renda; · Manutenção da população em área rural; · Estrutura fundiária; · Segurança alimentar e competição com alimentos; · Direitos humanos; · Direitos trabalhistas e condições de trabalho; · Direito do uso da terra; · Trabalho infantil; · Assistência técnica e extensão rural, treinamento e capacitação; · Transparência; · Envolvimento de <i>stakeholders</i>.

Fonte: Schaffel e La Rovere (2010)

Kaltner (2007) aponta, ainda, que entre as principais condições para o sucesso do programa de produção e uso do biodiesel, e o completo estabelecimento da cadeia produtiva a otimização da produção mostrava-se como fator prioritário. Esta otimização deveria considerar a qualidade do produto, a sustentabilidade ambiental e os custos de produção.

Apesar da principal matéria-prima utilizada para produzir biodiesel no país ser a soja esta opção é duramente criticada. O biodiesel de soja se mostra frágil quando comparado a outras oleaginosas como o dendê e a canola no que tange à sustentabilidade, conforme estudos examinados a seguir.

5.3. Análise da sustentabilidade ambiental

Alguns autores atestam que a substituição do diesel fóssil pelo biodiesel reduz o impacto poluente do uso de combustíveis, visto que evita a emissão de gases do efeito estufa (GEE), reduz a quantidade de sulfurosos (SO_x) e particulados emitidos em função da utilização de motores a combustão interna.

Reijnders e Huijbregts (2008) observam que com relação aos impactos provocados pelo uso do biodiesel existem visões diferenciadas. Quando se trata da saúde humana a desejável redução de emissões de SO_x tende a ser compensada pelo aumento da descarga de NO_x (nitrosos), que produz efeitos negativos sobre a saúde dos aparelhos respiratórios de animais.

Estes autores afirmam, ainda, que a questão dos particulados é complexa, pois apesar da redução em quantidade da emissão de partículas, ocorre aumento de tamanho das partículas o que modifica a nanoestrutura da fuligem ampliando sua reatividade e citotoxicidade.

Outros autores visando encontrar medidas que mostrem quão sustentável é a utilização do biodiesel, executaram diversos estudos com diferentes metodologias e métricas. Podemos citar técnicas e visões bastante diferenciadas como os impactos sobre ecossistemas e a biodiversidade, a Análise do Ciclo de Vida (ACV), a Eficiência Eco-social, a *Emmergy accounting*, além de abordagens quanto ao desenvolvimento social especificamente.

5.3.1. Impacto sobre ecossistemas e a biodiversidade

Em trabalho para o UNEP-WCMC (*United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Center*), Campbell e Doswald (2009), afirmam que diversos

critérios e parâmetros têm sido definidos por governos e pesquisadores quanto ao que seria sustentabilidade dos biocombustíveis. Os autores fazem uma revisão do estado da arte de quais seriam os principais critérios utilizados quando se discute a relação biocombustíveis-biodiversidade. O levantamento observa como a utilização de áreas de cobertura natural e a conversão destas áreas para cultivo impactam a biodiversidade.

Segundo o estudo, os biocombustíveis podem ter impactos negativos e positivos sobre a biodiversidade. Quando é considerado o potencial de mitigação das mudanças climáticas devido às reduções de emissão de gases do efeito estufa, estes impactos tendem a ser positivos, se as matérias-primas destes biocombustíveis forem produzidas em áreas apropriadas. No entanto, é necessário assumir uma atitude cautelosa com relação a esta afirmação, na medida em que, não há consenso sobre o que seriam “áreas apropriadas”.

Diversos estudos afirmam que os impactos sobre a biodiversidade dependem fortemente do tipo de cultura, e do tipo de utilização que a área destinada ao cultivo para a produção do biocombustível possuía anteriormente. Em geral, estima-se que os impactos sobre a biodiversidade são menores quando são utilizadas (reconvertidas) áreas degradadas e áreas de uso agrícola tradicional. Há, ainda, outros fatores relevantes nesta análise, como o tipo de manejo, o uso de pesticidas e a redução da disponibilidade hídrica, entre outros, que não podem ser negligenciados ao afirmar que a reconversão de uma área terá impactos positivos ou negativos sobre a biodiversidade.

Hansen et al. *apud* Campbell e Doswald (2009) afirmam que as lavouras para produção de biocombustíveis tendem a ser mais eficientes, isto é, ter maior produtividade, nas regiões tropicais do planeta. Os países com maior crescimento na produção de biocombustíveis são principalmente os tropicais: Brasil, Indonésia e Malásia. E,

também são os países com maior índice de conversão de ecossistemas naturais para área de lavoura agrícola, com importantes pressões sobre *hotspots* da biodiversidade.

Em 2006, ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal) formalizou participação no Comitê Organizador do mais importante fórum internacional para a produção de soja sustentável, a *Round Table on Responsible Soy* (RTRS). No mesmo ano, em resposta às pressões exercidas por organizações não-governamentais nacionais e internacionais, a ABIOVE assinou um termo de compromisso contra o desmatamento do Bioma Amazônia conhecido como “Moratória da Soja”. Este compromisso adotado por dois anos, e renovado até o ano de 2012, estabelecia que as empresas ligadas à entidade não comercializariam nenhuma quantidade de soja proveniente de áreas desmatadas na Amazônia.

O acordo tinha como visão a redução imediata do desmatamento a zero e o monitoramento por satélite de áreas sob pressão da produção de soja nos principais estados produtores (Mato Grosso, Pará e Rondônia) visando a conservação da biodiversidade e a intensificação da recuperação e produtividade em áreas já degradadas. Como principal resultado, a Moratória da soja permitiu a redução do desmatamento de forma significativa, muito embora o desmatamento para produção de soja ainda corresponda a aproximadamente 3% do desmatamento total nos municípios monitorados (ABIOVE, 2011). Como efeito secundário, a produção de soja ampliou a extensão de lavouras e, por conseguinte, a pressão de desmatamento para estados não monitorados, que estão em áreas de transição Bioma Amazônia- Bioma Cerrado, e sobre o Bioma Cerrado.

Koh (2007), tomando como referência o impacto sobre ecossistemas, reafirma a visão acima. O autor considera que se observadas as condições de plantio da matéria-prima,

principalmente no caso do biodiesel produzido a partir da soja proveniente do Cerrado brasileiro, os impactos negativos sobre *hotspots* de biodiversidade pela ampliação das áreas de lavoura são altos.

Segundo os cálculos apresentados por Koh (2007), a produção de biodiesel de soja tem o pior impacto sobre a biodiversidade, considerando apenas áreas naturais, a ampliação de área utilizada para plantio de oleaginosas para atingir a demanda global futura de biodiesel. A produção de biodiesel de soja, através da substituição de ecossistemas do Cerrado por áreas de plantio poderia atingir uma perda da ordem de 76,4 a 114,2 milhões de hectares em habitats naturais.

No mesmo artigo, o autor cita que se fossem consideradas matérias-primas alternativas como girassol, canola e óleo de palma este impacto sobre áreas nativas cairia para valores entre: 56,0 a 61,1 milhões de ha (girassol); 25,9 a 34,9 milhões de ha (canola); e, 0,4 a 5,4 milhões de ha (palma), devido à produtividade destas culturas e do Balanço Energético do biodiesel delas produzido. O estudo mostra a palma como a matéria-prima que produziria o menor impacto sobre o ecossistema do Cerrado e, por conseguinte, sobre a biodiversidade.

Campbell e Doswald (2009) apontam também a relevância a expansão das plantações como principal *driver* de pressão sobre ecossistemas e áreas preservadas. O crescente uso do óleo de palma para a produção de biodiesel no leste da Ásia (Indonésia e Malásia), que corresponde a 86% do óleo de palma produzido no mundo, é tido como o principal exemplo de desmatamento para a produção de biodiesel.

Ainda segundo Campbell e Doswald (2009), existe um trade-off importante entre os impactos negativos e positivos da produção dos biocombustíveis. Existem áreas disponíveis para a expansão da produção de matérias-primas sem que seja necessária a

pressão sobre os ecossistemas naturais, e supressão de florestas. Há diversas ações governamentais e *Roundtables* trazendo novas disposições para a conservação da biodiversidade. O limite para os impactos negativos está na determinação de áreas protegidas, no zoneamento econômico ecológico e na busca de áreas degradadas que possam ser recuperadas e utilizadas para a produção de biodiesel. Neste sentido, o ponto chave para o sucesso da produção e uso do biodiesel é o nível de determinação dos governos em implantar efetivamente estas medidas.

5.3.2. Análise do Ciclo de Vida (ACV)

A Análise de Ciclo de Vida contabiliza os fluxos de energia e materiais em uma cadeia desde as matérias-primas até o produto final. Há metodologias que consideram o ciclo completo, desde a produção de matéria-prima até o uso, *source to wheel* (StW), outras são mais restritas, encerrando a análise na produção do combustível, conhecidas como *source to tank* (StT), e há também aquelas que segmentam a partir do combustível produzido, observando o nível de sustentabilidade considerando exclusivamente o uso, *tank to wheel* (TtW) (Hu et al., 2008).

Os métodos de ACV em geral são parametrizados por médias e valores predefinidos para um dado tipo de produto. É importante frisar que estes valores tendem a variar significativamente dependendo da tecnologia empregada e das normas técnicas de cada país onde o processo produtivo ocorre, o que faz com que o indicador resultante tenha sempre um nível de incerteza associado. (Ulgiati et al., 2007)

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) no seguimento agrícola tem como principal foco os impactos ambientais das emissões e a utilização de insumos energéticos não-renováveis. Em geral, não inclui os serviços dos ecossistemas e seus produtos. (Takahashi e Ortega, 2010)

Apesar destas deficiências, a análise de ciclo de vida vem sendo largamente utilizada e gerado muitas contribuições científicas no campo do biodiesel. Os principais estudos publicados recentemente mostram que as matérias-primas com melhor desempenho são o óleo de palma (principalmente dendê, no Brasil) e o óleo de canola (*rapeseed*). A utilização da soja possui sempre um desempenho inferior quando comparada às demais oleaginosas. Conforme mostra o Quadro 8, existem diversos artigos que tratam desta comparação usando as mais diversas metodologias.

Reijnders e Huijbregts (2008) afirmam que muitos estudos de ACV estão mais focados na emissão de GEE do que especificamente nos impactos diretos do NOx emitido pelo crescimento das lavouras. Em seu artigo, os autores utilizam a metodologia Ecoinvent e apresentam uma comparação da ACV entre o biodiesel brasileiro produzido com soja e o europeu baseado em canola (*rapeseed*).

As práticas de ocupação da terra na fronteira Norte de produção agrícola brasileira baseiam-se na limpeza da área de mata nativa através do processo de desmatamento seguido de queimada e destocamento. Neste processo, grande parte do carbono armazenado no solo e na floresta original é perdido, e ao longo dos anos de cultivo agrícola a quantidade de carbono do solo não é repostada pela cultura agrícola. Outra prática comum na fronteira agrícola brasileira é o abandono da área de lavoura quando esta perde fertilidade, ou seja, quando os rendimentos da agricultura caem, novas áreas são desmatadas reiniciando o processo descrito acima. O produtor rural de soja do Centro-Oeste mantém a terra em utilização ao longo dos anos utilizando adubos, fertilizantes e melhoramento genético em larga escala. No entanto, a ampliação das áreas de plantação de soja em direção à Amazônia e ao Cerrado brasileiro geram desmatamento.

Quadro 8. Análise do Ciclo de Vida do Biodiesel: estudos selecionados

Autor	Metodologia/ Simulador	Matéria-prima considerada					
		Soja	Canola (rapeseed)	Palma (dendê)	Óleo usado	Diesel	Outra(s)
CAVALLET (2008)		X					
CORONADO et al. (2009)	Emissões reais da frota brasileira	X			X	X	X
HU et al. (2008) ^a	GREET + EXCEL	X				X	
MARZULLO (2007)	Ecoeficiência (BASF)	X		X			
MENDONÇA (2007)	GaBi	X				X	
REIJNDERS E HUIJBREGTS (2008)	Ecoinvent	X	X				
SOUZA et al. (2010)	ISO 14044/2006			X			
CARVALHO (2012)		X		X			
VARANDA et al. (2011)	Aspen Plus/ Impact 2002s	X		X	X		
YEE et al. (2009) ^b			X	X		X	

Fonte: Elaboração própria. ^a dados referentes à China. ^b Dados referentes à Malásia.

Segundo Reijnders e Huijbregts (2008), estima-se que na conversão de floresta tropical para área de lavoura são emitidos entre 703-767 Mg CO₂ equivalente por hectare. No Cerrado, apesar de não existirem estudos empíricos, estima-se que a emissão na conversão para agricultura seja da ordem de 92-103 Mg CO₂ equivalente por hectare.

O cultivo da soja também gera perdas de carbono do solo que devem ser contabilizadas. Os autores adotam como valores no caso do Cerrado, de cerca 0,5 Mg/ha*ano emissões geradas no abandono da terra, e algo acima de 1,5 Mg/ha*ano de emissões quando a lavoura de soja é rotacionada com lavoura de milho.

Calculando os impactos da mudança de cobertura de solo sobre o nível de emissões, os autores comparam os valores ao estudo de Zah et al. (2007) que mostra que o nível de emissões do biodiesel de soja brasileiro não deve passar de 0,9 Kg CO₂ equivalente por Kg de combustível, quando o ciclo de vida considera StT. A performance de emissões do biodiesel medida no estudo considerando o desmatamento do Cerrado e da Floresta Amazônica, e a utilização da lavoura rotacionada mostram que o nível de emissões quando áreas virgens do Cerrado são convertidas são muito superiores ao valor sugerido por Zah et. al. (2007) situando-se entre 5.4-10.7 Kg CO₂ equivalente por Kg de biodiesel, o que faz com que o biodiesel de soja tenha impacto pior que o diesel fóssil.

As principais conclusões dos autores dão conta de que a utilização de áreas já desflorestadas para a lavoura de soja tem impacto significativamente menor que a conversão de florestas tropicais para áreas de uso agrícola. Neste sentido, a adoção de melhores práticas agrícolas de conservação de solo para manter as áreas produtivas ao longo do tempo teriam impacto significativo de redução sobre o nível de emissões do ciclo de vida do biodiesel brasileiro.

Comparativamente ao diesel fóssil, o biodiesel de soja assim como o de canola levam vantagem apenas quando utilizam técnicas limpas de cultivo, do contrário a ACV indica um desempenho pior que o diesel fóssil, no estudo apresentado.

Varanda et al. (2011), simularam, usando Aspen Plus, a produção de biodiesel considerando como matéria-prima o óleo de palma e resíduo de óleo vegetal usado. O estudo estabeleceu 4 categorias de impactos: saúde humana, qualidade do ecossistema, mudanças climáticas e recursos. No experimento, do tipo StT, foram consideradas 6 rotas:

- Processo I: óleo vegetal + Metanol + Catalisador NaOH
- Processo II: óleo vegetal + Metanol + Catalisador KOH
- Processo III: óleo vegetal + Etanol + Catalisador KOH
- Processo IV: óleo vegetal + Etanol + Catalisador NaOH
- Processo V: Resíduo de óleo vegetal usado +Pre-tratamento ácido + Metanol + Catalisador NaOH
- Processo VI: Resíduo de óleo vegetal usado + Metanol + Catalisador H₂SO₄

Os principais resultados alcançados no estudo mostraram que todos os processos produzem biodiesel com boa especificação. A ACV mostrou que o óleo usado tem desempenho melhor que o óleo vegetal virgem quando se considera os impactos ambientais, considerando as categorias da metodologia “IMPACT 2002” usada no estudo, principalmente no caso do uso de pre-tratamento ácido. E, mais além, discutem que há diferença no tipo de impacto relacionado a cada uma das matérias-primas. Enquanto o óleo de palma produz impactos mais significativos sobre a saúde humana, o óleo usado impacta mais negativamente os recursos.

A literatura atual, mostra em geral o biodiesel de palma (dendê) como sendo o mais promissor por ter impactos ambientais reduzidos quando comparado às demais matérias-primas como a soja e a canola. Com o objetivo de verificar o balanço energético e o nível de emissões de gases do efeito estufa resultantes da produção e uso do biodiesel de palma na Malásia, principal produtor mundial por esta rota, Yee et al. (2009), conduziram um estudo de ACV comparando palma, canola e diesel. O artigo mostra a metodologia aplicada em três estágios, baseando-se em um método *source-to-tank* (StT): a) Cadeia agrícola; b) Extração do óleo de palma; e, c) Transesterificação.

Segundo os autores, a área total plantada de palma na Malásia alcançava 4.304.914 ha, em 2007. A análise realizada considera uma série de práticas redutoras de impacto na fase agrícola, como por exemplo, controle integrado de pragas (IPM) no lugar da utilização de defensivos químicos, evitar queimadas e desflorestamento, e todos os subprodutos da palma e a glicerina que são produtos comercializáveis.

As principais conclusões do estudo são:

- O balanço energético do biodiesel de palma, renda energética de 3,53 (output energético/input energético), é mais positivo que o da canola (1,44), e demonstra ser uma alternativa mais sustentável.
- O balanço de emissões de GEE também é favorável, pois a plantação absorve mais do que o sistema emite na produção do biodiesel, além de ser muito inferior ao que emite o diesel de petróleo.

Hu et al. (2008), estudou o ciclo de vida do biodiesel produzido na China utilizando a soja como matéria-prima. O principal indicador ambiental utilizado no estudo foram as emissões de hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), material particulado (PM), NO_x, SO_x e dióxido de carbono (CO₂) por unidade de combustível da produção à

utilização (StW). Os resultados alcançados mostram que em comparação ao diesel de petróleo, o biodiesel de soja mostra-se menos impactante no que tange às emissões até a produção. O diesel consome quantidade considerável de energia e gera emissões significativas desde a extração até sua produção na refinaria, enquanto o processo de produção do biodiesel é principal estágio responsável pelo consumo de energia.

As emissões no ciclo de vida do biodiesel são significativamente menores que a do diesel de petróleo, exceto pela emissão de NOx que chega a ser 79% maior. A combustão é o principal estágio de emissão de poluentes na ACV. No ciclo de vida do biodiesel de soja, a fase de cultivo e a conversão do biodiesel são os principais responsáveis pela emissão de SOx e CO₂.

Buzzati (2011) aponta que a metodologia AMS III.AK, adequada à obtenção de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) em projetos de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) de pequeno porte, apresenta duas opções diferentes para o cálculo das emissões decorrentes do cultivo do solo. Os valores-padrão usados nas definições dos balanços de emissões e técnicas de ACV disponíveis quanto às emissões indiretas de nitrogênio dos solos gera resultados inferiores aos de um estudo de caso realizado para o dendê no Brasil. Segundo Carvalho (2012) e Buzzati (2011), os padrões disponíveis que superestimam os níveis de emissão de nitrogênio.

Carvalho (2012) estimou que as emissões totais de GEE do biodiesel metílico de soja chegam ao triplo das emissões do biodiesel metílico de palma somando as etapas da produção e a combustão, respectivamente, de 3,360 t CO₂e/t biodiesel e 1,140 t CO₂e/t biodiesel. No estudo, a autora mostra que a maior parte das emissões – 68,1% para a soja e 49,4% para o dendê – se concentram na etapa agrícola. E, aduz que:

“Desde 2010, o diesel vendido nos postos distribuidores no país possui 5% do seu volume de biodiesel. Caso o biodiesel usado nessa mistura fosse de soja,

seria evitado 2,01% das emissões de CO₂ e a cada litro de B5, enquanto que se fosse de dendê, esse valor seria de 3,44%. No entanto, a substituição parcial de 5% do diesel por biodiesel não leva em conta a diferença de conteúdo energético dos dois. Portanto, deve ser lembrado que teoricamente um litro de diesel B5 rende menos que um litro de diesel puro em um motor.” (Carvalho, 2012)

Coronado et al. (2009) conduziu um estudo comparando o nível de emissão dos combustíveis da matriz de transportes brasileira, considerando a frota total de veículos do país e sua projeção para 2015, 2020 e 2025. O estudo mostrou em que medida o biodiesel se mostra mais benéfico, em termos de redução de emissões, quando comparado a gasolina, o diesel de petróleo e o etanol.

Os resultados alcançados mostram que o etanol é o combustível com menor nível de emissões resultantes da combustão, praticamente insignificante quando comparado ao nível de emissões do diesel derivado de petróleo. É interessante observar que o resultado foi extrapolado considerando o tamanho da frota nacional, e mostra que o nível de emissões dos veículos com combustão interna (diesel) é de 8,6 ton CO₂ por ano, o que corresponde a mais da metade das emissões totais da frota que é de 15,7 ton CO₂ por ano.

No estudo, Coronado et al. apontam, ainda, que conforme o percentual de biodiesel do *blend* aumenta, cai claramente o nível de emissões de CO₂. Isto se deve à natureza de composição do biodiesel (oxigênio), graças ao que a combustão ocorre de maneira mais uniforme, evitando emissões de CO e CO₂; e da fixação de carbono decorrente da fotossíntese. Como conclusão, os autores indicam que as emissões de B100 são 78% menores que o diesel convencional, se considerado seu ciclo de vida.

Em complemento a esta noção, as ACV conduzidas por Mendonça (2007) e Cavallet (2008), quanto à produção e uso do biodiesel de soja no Brasil, mostram que tanto o balanço energético quanto as emissões evitadas de CO₂ são positivas em comparação ao diesel de petróleo. Mendonça (2007) aponta que a mistura de B65 seria o ponto de equilíbrio para compensar as emissões do diesel de petróleo utilizado na matriz de transportes brasileira. Já o estudo de Marzullo (2007), utiliza a metodologia Matriz de Ecoeficiência, de propriedade da BASF, do tipo StT, para evidenciar que a produção de biodiesel de soja em comparação com o biodiesel produzido a partir de óleo de palma tem pior desempenho ambiental.

A revisão desta literatura utilizando a ACV indica que:

- o biodiesel produzido atualmente, derivado das diversas oleaginosas, tem performance mais sustentável que o diesel derivado de petróleo.
- As diferentes matérias-primas usadas na produção de biodiesel apontam impactos significativamente diferentes.
- A escolha da metodologia e valores dos parâmetros utilizados interfere significativamente nos resultados dos estudos, o que implica em incertezas associadas.
- A etapa de produção da matéria-prima, as práticas agrícolas e a condição prévia de uso da terra são relevantes para indicar se a amplitude dos impactos positivos e negativos da produção e uso do biocombustível.

5.3.3. *Emergy accounting*

Emergy accounting consiste na união das técnicas de ACV e avaliação de energia proposta por Ulgiati et al. (2007) com vistas a expandir a capacidade de análise da sustentabilidade dos produtos considerando fatores que estão fora do controle humano, como por exemplo os serviços ambientais.

A técnica traz uma visão sistêmica do processo produtivo considerando as componentes do sistema, trocas de serviços, informação e recursos, a identificação de fluxos de materiais e energia promovidos pelo sistema, quantificando e avaliando estes recursos e serviços nas mesmas bases em que são avaliados os produtos gerados.

A metodologia pretende avaliar produtos ambientais e econômicos e serviços considerando como base a transformação da energia solar em índices economicamente mensuráveis, utilizando o conceito de “*solar emergy*” ou demanda pela capacidade de suporte ambiental (Takahashi e Ortega, 2010). A base da técnica está na análise feita por Odum (1988) quanto ao funcionamento dos ecossistemas e da biosfera.

Emergy é definida como a soma de todos os insumos energéticos direta ou indiretamente requeridos no processo de produção de um dado produto expressos em valores tabelados em Joules equivalentes (seJ).

A análise é realizada em três passos. Inicialmente deve ser feito um diagrama que apresente todos os inputs, outputs, componentes e suas relações, exatamente como Odum (1988) propõe a análise de um ecossistema. O próximo passo é valorar os inputs e outputs do sistema, multiplicando os inputs por um fator de conversão para que possam ser expressos em Joules equivalentes. O último estágio consiste em calcular os índices (*emergy indices*) que servirão para comparação (Takahashi e Ortega, 2010).

Takahashi e Ortega (2010) realizaram uma comparação entre as diversas oleaginosas presentes e disponíveis para uso na produção do biodiesel no Brasil. Foram analisadas a canola, soja, dendê, girassol e algodão utilizando a metodologia *emergy accounting* para verificar qual seria a matéria-prima mais sustentável do ponto de vista desta técnica.

Os autores definem as variáveis usadas na técnica como os fluxos (quadro 9) que serão transformadas em índices para avaliação das diferentes oleaginosas (quadro 10).

Quadro 9. *Emergy*: Fluxos

Classificação dos inputs	Equação/símbolo	Descrição
Recursos naturais renováveis	R	Sol, chuva, vento
Recursos naturais não-renováveis	N	Solo, biodiversidade, exclusão social
Recursos Naturais	$I = R+N$	
Materiais Renováveis	Mr	Sementes, madeira
Materiais Não-renováveis	Mn	Combustíveis, químicos
Materiais	$M=Mr + Mn$	
Serviços renováveis	Sr	Mão-de-obra apoiada em recursos naturais
Serviços não-renováveis	Sn	Serviços como serviços externos, taxas e seguros
Feedback econômico	$F=M+S$	
Emergy total	$Y=I+F$	

Fonte: Takahashi e Ortega (2010).

Os principais resultados alcançados pelos autores mostram que a canola configura-se na matéria-prima mais sustentável, principalmente por seu grau de renovabilidade, pois é menos dependente de *emergy* não-renovável que as demais oleaginosas. Todas as oleaginosas mostram uma grande dependência de recursos não-renováveis, (EYR); já o cultivo de girassol possui a menor intensidade de uso de recursos econômicos (EIR). O indicador EER mostra em que medida os investimentos do produtor (em *emergy*) retornam na forma de dinheiro, os melhores retornos estão no girassol, na soja e na canola, respectivamente. Já o indicador ELR que mostra a pressão sobre os recursos

naturais, um possível sinal de exaustão dos ecossistemas, indica para a canola o melhor resultado, seguida do girassol e, por último, da soja.

Quadro 10. Indicadores *Emergy Accounting*

Indicadores	Equação/símbolo	Conceito
Emergy Total	$Y=I+F$	
Energia do Produto	$E=$ valor calórico do produto	Energia
Transformidade	$Tr = Y/E$	Total emergy/energy
Renovabilidade	$\%R = 100 \times (R+Mr+Sr)/Y$	Inputs renováveis/total de emergy
Taxa de rendimento emergético	$EYR = Y/(Mn+Sn)$	Emergy Total/não renováveis
Taxa de investimento emergético	$EIR = (Mn+Sn)/(R+Mr+Sr+N)$	Não Renováveis da economia/renováveis + não renováveis da natureza
Taxa de carga ambiental	$ELR = (Mn+Sn+N)/(R+Mr+Sr)$	Não renováveis/renováveis
Taxa de troca emergética	$EER = Y/[(\$) \times (seJ \times \$)]$	Total emergy/emergy recebido pelo comprador
Mobilização Renovável	$Benefit = R/F$	Renováveis/Feedback

Fonte: Takahashi e Ortega (2010).

Enfim, os resultados alcançados, mostram a canola como a opção mais sustentável, e a soja e o algodão como as piores opções dentre as matérias-primas analisadas.

Cavallet e Ortega (2010) complementam esta visão através de um trabalho em que avaliam o impacto ambiental da utilização do biodiesel de soja no Brasil, usando as técnicas de *Emergy Accounting* (EA), *Embodied Energy Analysis* (EEA) and *Material Flow Accounting* (MFA).

Os resultados encontrados pelos autores mostram que apesar de haver a possibilidade de redução de emissões de CO₂, o biodiesel e soja não é uma alternativa viável nesta avaliação. Tanto a poluição direta gerada, quanto os impactos no uso do solo são

consideráveis o que faz com que o biodiesel de soja não seja considerado uma fonte de energia totalmente renovável. (Cavallet e Ortega, 2010)

Considerando as informações atinentes aos diversos estudos de AVC e *Emmergy Accountig* apresentados, é possível afirmar que a etapa de produção agrícola e o tipo de matéria-prima tem peso importante sobre o resultado final das análises, que sugerem um desempenho ambiental melhor para a palma, seguida da canola (*rapeseed*) e da soja.

As alternativas mais interessantes para a produção de biodiesel seria a utilização do óleo de palma e de canola como matérias-primas. O óleo de soja é um substituto com pior desempenho em comparação às alternativas apontadas acima, apesar de ter uma performance melhor que a do diesel de petróleo.

5.4. Análise da sustentabilidade social

Desenvolvimento é um conceito difuso. Parte desta noção está atrelada ao componente crescimento econômico. Por muito tempo o conceito de desenvolvimento ficou restrito à ideia de progresso. No entanto, dizer o que é ou não progresso é uma noção normativa, dependendo de julgamento de valor. Melo (2010), explora esta questão apontando desenvolvimento como um tema complexo e interdisciplinar, em suas palavras “*desenvolvimento é um fenômeno multifacetado ou multidimensional*”. As facetas apontadas por Melo são: Física, Vital, Cultural, Econômica, Ambiental, Social e Institucional.

A Faceta Social do desenvolvimento é definida como:

“necessidade de fazer cumprir as leis que estabelecem direitos iguais a membros de todas as classes sociais; combate aos preconceitos de gênero, orientação sexual, aparência corporal, classe social, etnia, raça, origem

nacional, religião e convicções filosóficas. Ampliar as oportunidades de emprego das camadas mais pobres, proporcionar-lhes acesso a qualificação profissional e, com isso, aumentar-lhes a renda real.” (Melo, 2010)

Analisar o impacto social local do programa considerando os aspectos definidos por Schaffel e La Rovere (2010), citados no Quadro 7, requereria uma abordagem em nível municipal. Neste trabalho esta abordagem foi descartada na medida em que requereria a utilização de dados que em sua maioria não estão disponíveis, ou são protegidos por sigilo (microdados IBGE e dados de recebimento de biodiesel da Petrobrás, p.ex.), ou não são compilados com frequência (direitos humanos, direitos trabalhistas, direitos de uso da terra, p.ex.).

Assim, fazer uma simplificação se faz necessária. Ao considerar a sustentabilidade sob a ótica do Desenvolvimento Social, nos apropriamos parcialmente da Faceta Social do desenvolvimento descrita por Melo (2010). E, neste trabalho, tanto mais será considerado sustentável a produção e uso do biodiesel, quanto mais este biocombustível tiver impacto na ampliação das oportunidades de geração de trabalho e renda para as populações mais pobres.

Dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA, 2008) apontam a existência de 4,1 milhões de agricultores familiares no Brasil. Estes agricultores cultivam em torno de 100 milhões de hectares, que são responsáveis pela produção da maior parte dos alimentos que abastecem o país. O PNPB foi estruturado com objetivo de integrar à cadeia do biodiesel 250.000 famílias de pequenos produtores através de incentivos do Selo Combustível Social. A estruturação da rede de fornecimento de oleaginosas e de assistência técnica pelas usinas poderia ser uma grande oportunidade de diversificação da produção da agricultura familiar, e de garantia de compra da safra que permitiram

segurança de renda e melhoria de condições de vida de uma parcela das famílias atendidas pelo PRONAF.

Conforme introduzido no Capítulo 4, a evolução do número de famílias participantes do PNPB ocorreu com dificuldades, atingindo a marca de 100 mil famílias em 2010, o que corresponde a menos de 50% do planejado no programa. O Gráfico 14 mostra a evolução da participação das famílias por grande região desde o início do programa.

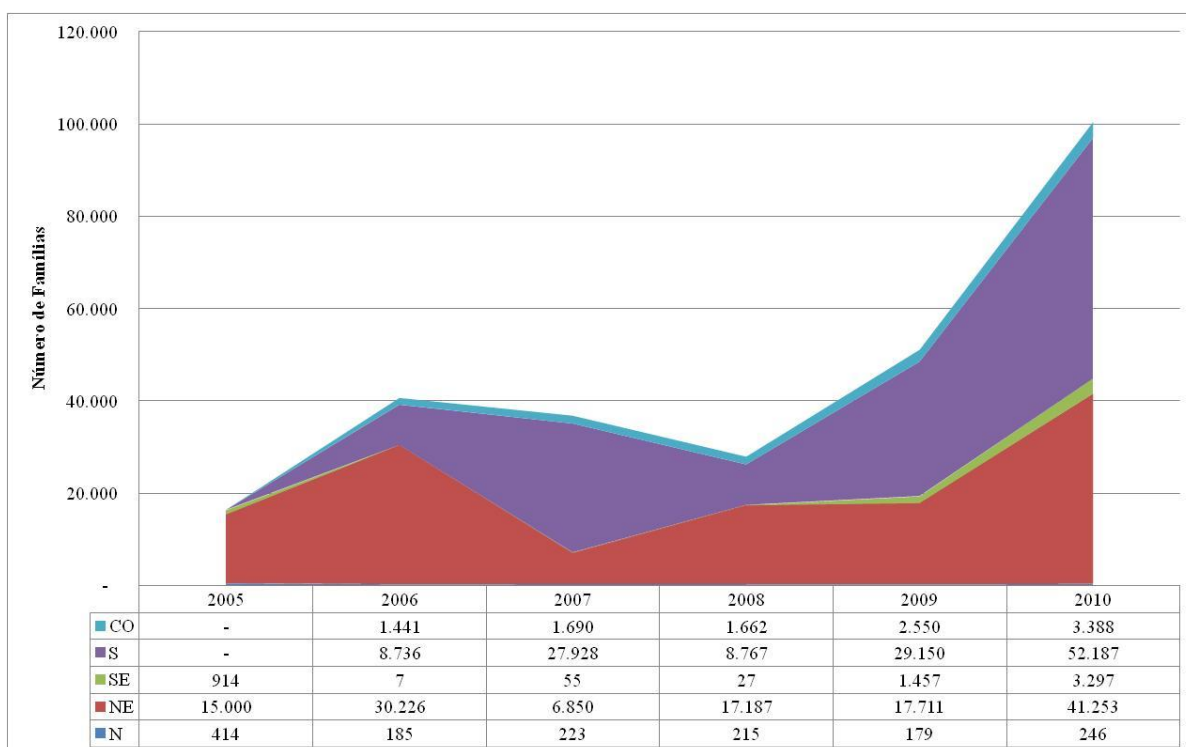


Gráfico 14. Evolução do número de famílias participantes do PNPB por grandes regiões.

Fonte: DIEESE (2012)

Os dados mostram que a inclusão de agricultores familiares na rede de fornecimento de matéria-prima pode ser dividida em dois momentos. Um primeiro momento de euforia inicial com a entrada de grandes projetos de cultivo no Nordeste do país que redundou em problemas de abastecimento e migração da rede fornecimento para a região Sul, principalmente. E um segundo momento de retomada da inclusão da agricultura familiar a partir de 2008 com as mudanças da regulação e da estabilização do mercado.

O crescimento do número de famílias participantes do programa não atingiu a meta definida pelo governo, chegando em 2010 a um patamar inferior a 50% da meta.

César e Batalha (2010) afirmam que o desenvolvimento de projetos de cunho social, associados à compra de mamona no Nordeste, foi abandonado por muitas indústrias que migraram para aquisição de matéria-prima em outras regiões do país devido aos riscos associados à entrega da produção dos agricultores familiares. Para garantir a produção, muitas empresas envolvidas em projetos do tipo passaram a tutorar o agricultor, assumindo um papel que julgavam ser do Estado.

A ideia de delegar às usinas a assistência técnica e acompanhamento da produção agrícola não chega a ser uma novidade. Com efeito, assim como no Complexo da soja, os setores de celulose e sucroalcooleiro são exemplos de indústrias que utilizam o fomento agrícola como forma de ampliar a produtividade e capacidade de produção há décadas no país.

Principalmente no caso da produção de mamona, e em certa medida do dendê, a inexperiência das próprias empresas e a presença forçada nas atividades agrícolas geraram custos que não estavam previstos. Desta forma, muitas usinas foram incapazes de criar uma rede estruturada de agricultores familiares para fornecimento de matéria-prima para o biodiesel.

Observando mais detidamente cada uma das regiões podemos dizer que a participação da agricultura familiar na região Norte até 2010 é marginal, enquanto as regiões Sul e Centro-Oeste refletem a composição das matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel no país, notadamente da soja.

Garcez e Vianna (2009) avaliam a sustentabilidade do PNPB considerando apenas os aspectos ambientais e sociais do mesmo. São considerados como critérios para avaliar a

sustentabilidade do programa: 1) sustentabilidade social - inclusão social dos agricultores familiares; desenvolvimento regional; segurança alimentar; 2) sustentabilidade ambiental - balanço energético e emissões de gases do efeito estufa; promoção de práticas agrícolas sustentáveis, e a diversidade de matéria-prima (suprimento).

Os autores criticam a ausência de uma política diretamente voltada à formação de cooperativas de agricultores familiares para a produção do biodiesel, e reserva de mercado para o biodiesel assim produzido; assim como, a falta de incentivos a práticas agrícolas mais sustentáveis. Desta avaliação, concluem que apesar do programa trazer objetivos louváveis de promoção do desenvolvimento local e da inclusão social, os resultados têm sido o domínio da soja como matéria-prima, a concentração da capacidade produtiva no Centro-Oeste do país, e a limitação do papel do pequeno produtor à produção de grãos para que sejam mantidos privilégios de acesso aos leilões para uma parte das usinas produtoras de biodiesel.

Os dados apresentados no gráfico 15 mostram a baixa diversificação de matéria-prima e o número muito pequeno de cooperativas de produtores familiares que participam do programa, corroborando a que ao longo do tempo, apesar do aumento da participação do número de famílias, esta ainda é incipiente e mantém a mesma estrutura de predomínio da soja que redundam em baixa eficiência do ponto de vista da sustentabilidade do combustível.

Siniscalchi (2010) argumenta que a participação do agricultor familiar na cadeia produtiva do biodiesel é muito limitada devido a entraves estruturais que não foram suplantados pelo PNPB. Os principais entraves para participação do agricultor familiar são decorrentes da falta de documentação que dificulta o acesso ao crédito, falta de

serviço de assistência técnica e de capacitação adequada, e da forma como estes agricultores se relacionam com o mercado fornecedor e comprador.

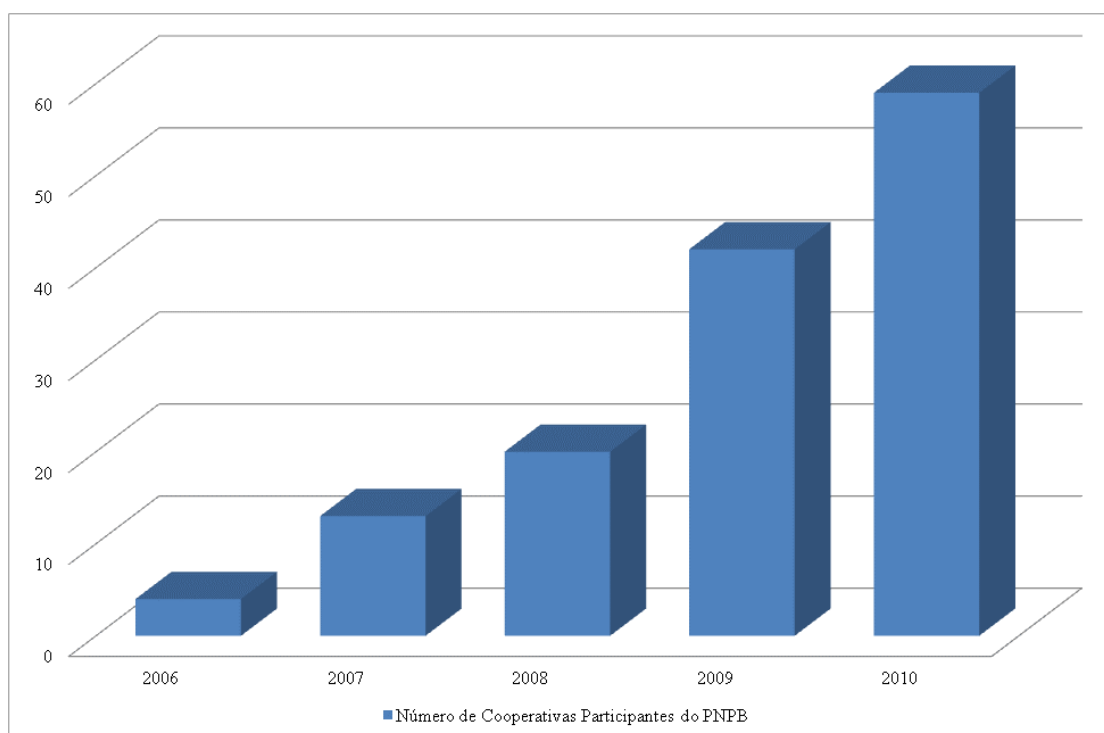


Gráfico 15. Número (absoluto) de Cooperativas de Agricultores Familiares Participantes do PNPB.

Fonte: DIEESE (2012)

O incentivo de comprar da agricultura familiar, a utilização do SCS para acesso aos leilões das usinas produtoras de biodiesel, está condicionada à compra de matéria-prima advinda de agricultores cadastrados no PRONAF. Em muitos casos, pequenos agricultores não possuem a documentação de posse da terra, e regularização fundiária, portanto encontram-se inaptos a conseguir a Declaração de Aptidão ao PRONAF por falta de documentação.

Ainda segundo Siniscalchi (2010), os produtores que conseguem o crédito tendem a esbarrar em outras dificuldades. O desconhecimento de técnicas de gestão da unidade agrícola leva o agricultor a incorrer em erros que afetam a produtividade da lavoura e desestimulam sua continuidade no programa. Há problemas relativos ao tempo de aquisição e aplicação de insumos agrícolas, que muitas vezes é realizada de forma

fragmentada e sem adequada assistência técnica. E problemas outros relativos à comercialização da produção. Neste sentido, a produção desarticulada de estruturas de comercialização coletivas (associações e cooperativas), em pequena escala e geograficamente dispersa, encarece o custo de transporte. Visando obter renda com rapidez muitos agricultores acabam desviando sua produção, vendendo ao atravessador que busca diretamente no campo a produção da lavoura, e em outros casos vendendo para outras indústrias que pagam pela produção preços mais altos e com a constância exigida pela tradição de planejamento de curto prazo que é característica desse grupo social.

5.5. Considerações Finais quanto à sustentabilidade do PNPB

O biodiesel pode ser classificado como um combustível com impactos negativos sobre o meio ambiente significativamente menores que o diesel derivado de petróleo. Isso se deve ao fato de que o biodiesel reduz o nível de emissões de GEE, uma vez que seu balanço de emissões considera a retirada de CO₂ da atmosfera na fase de produção agrícola das oleaginosas. Em comparação com o diesel derivado de petróleo, o biodiesel pode ser dito mais sustentável ou *environmental friendly* considerando que há redução de impactos negativos sobre a atmosfera que estão relacionados às mudanças climáticas.

No entanto, a rota de produção utilizada e o tipo de oleaginosa usada como matéria-prima determinam a amplitude da redução de emissões e dos impactos positivos e negativos do ponto de vista ambiental e social.

O biodiesel produzido no Brasil é essencialmente um combustível derivado do óleo de soja. A análise da literatura disponível mostra que das lavouras tradicionais para a produção de óleo vegetal, o óleo de palma, seguido pelo óleo de canola, figura como a

matéria-prima que produz o melhor balanço energético e de emissões e o óleo soja seu extremo oposto.

Ainda que tenha ocorrido a Moratória da Soja e a indústria produtora de óleos vegetais tenha assinado ainda outros dispositivos por uma produção mais sustentável e socialmente responsável, no que se inclui a erradicação do trabalho escravo, a produção brasileira de soja é baseada na monocultura extensiva e mecanizada que tem amplo impacto sobre as paisagens naturais.

Em geral, a chegada da soja em determinada região representa a pressão da fronteira agrícola para concentração fundiária, desmatamento, aplicação de defensivos e pesticidas. (Hall et al., 2011) Estas pressões resultam em redução da biodiversidade associada aos ambientes naturais, e à migração de populações do meio rural para áreas urbanizadas. Em última análise isto significa piora das condições de segurança alimentar seja pela redução da produção para subsistência seja pela readequação às oportunidades de trabalho urbano exigida ao trabalhador rural.

Muito embora a adoção do PNPB mantenha o país em direção à afirmação da matriz energética limpa, as características de produção do biodiesel de soja reduzem substancialmente a amplitude de impactos ambientais positivos desejáveis da adoção do programa no período 2005-2010.

6. As condições econômicas que viabilizaram o biodiesel de soja

Garantir preços competitivos é uma tarefa complexa para uma cadeia produtiva em estruturação. Existem barreiras de escala e escopo que devem ser transpostas, assim como deve ser determinada a rota tecnológica economicamente mais viável e vencida a curva de aprendizagem.

A decisão de utilizar ou não óleo vegetais em motores diesel envolve aspectos técnico, econômico, financeiro, social e estratégico. Do ponto de vista agrícola, a questão técnica baseia-se em escolhas que devem considerar o incremento de produção necessário das culturas elegíveis para matéria-prima, a disponibilidade de terras, domínio das técnicas agrícolas mais produtivas, etc.

Além disso, deve ser considerada a possível competição entre as lavouras para a produção de combustível e para a produção de alimento. O ritmo de crescimento da utilização de produtos agrícolas para a produção de combustível tem certamente impactos negativos como mudança de uso do solo e substituição de culturas tradicionais de alimentação ou de exportação; desvio da produção de óleos vegetais de fins alimentícios para fins carburantes. Por outro lado, têm também impactos positivos como a fixação da mão-de-obra no campo, pesquisa e desenvolvimento das oleaginosas, redução nas importações de diesel, e redução nas emissões de GEE entre outros aspectos, que devem ser considerados.

Este capítulo analisa a importância das decisões de ampliação do *blend* e do formato desenhado na implantação do PNPB para a constituição da cadeia produtiva do biodiesel e a hegemonia da soja como matéria-prima.

6.1. A visão normativa e o plano original do PNPB

No âmbito das Ciências Econômicas existem arcabouços teóricos e conceitos que servem de pano de fundo para analisar o plano original do PNPB e seus resultados mais evidentes em 5 anos de existência.

O melhor arranjo econômico é aquele em que oferta e demanda se equilibram considerando as estruturas de mercado (competição, monopólio, oligopólio, etc.). O significado de “melhor” dependerá do tipo de critério adotado: positivo ou normativo. A economia positiva é aquela que apresenta uma explicação científica para um dado fenômeno da economia concreta. A economia normativa está baseada em juízos de valor sobre um fenômeno da economia concreta.

O melhor arranjo econômico normativo não será necessariamente uma alocação eficiente. Uma alocação é dita economicamente eficiente pela Teoria microeconômica clássica, ou eficiente de Pareto, quando não se pode promover nenhum intercâmbio entre demandantes e ofertantes sem que seja piorada a situação de alguém. A abordagem institucionalista critica a visão clássica, indicando que a finalidade das instituições é economizar custos de transação (Williamson, 2000). Nesta abordagem, a busca pela eficiência produtiva se reflete na conduta dos agentes econômicos e na forma de organização e coordenação das atividades que visam, em última instância, minimizar os tais custos de transação. (Fagundes, 1997, Mourad, 2010)

O plano original do PNPB foi concebido através da colaboração de diferentes setores da sociedade. O momento político do país com a política de garantia de renda mínima e segurança alimentar características do primeiro mandato do Governo Lula, apontavam para políticas de desenvolvimento em sentido multifacetado e complexo, através de um planejamento politicamente soberano, socialmente incluyente e ambientalmente sustentável. (Cardoso Jr et al., 2010)

A Agenda Nacional de Desenvolvimento (AND) valorizou a estratégia de ampliação do consumo de massa, e ampliação do tamanho do mercado interno que permitiram à indústria ampliar a formação bruta de capital. Valorizou, ainda, o respeito às vocações regionais e à diversidade do território brasileiro como forma de potencializar o conjunto de políticas públicas e a construção de políticas de desenvolvimento local/regional. (Cardoso Jr et al., 2010)

O PNPB foi criado sobre uma agenda normativa de desenvolvimento do país, e trazia como uma das suas principais diretrizes a inclusão do produtor da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel. Esta diretriz apresentava-se como uma das alternativas de geração de trabalho e renda e desenvolvimento local de outros planos e programas de governo.

A implantação do PNPB deixou livre o produtor de biodiesel para que escolhesse a matéria-prima no intuito de que fossem consideradas as diferentes características e realidades regionais. O planejamento do programa não estabeleceu metas para introdução, e incremento de utilização e de produtividade das culturas. Apenas estabeleceu, através da criação do Selo Combustível Social (SCS), desoneração tributária regionalizada para o biodiesel proveniente de agricultura familiar.

As cotas adotadas para a agricultura familiar foram modificadas ao longo do período 2005-2010, mas não tiveram efetividade como política de desenvolvimento nas regiões Norte e Nordeste, visto que a resposta foi restrita. A partir da adoção da obrigatoriedade do B2, no ano de 2006 a soja se tornou a principal matéria-prima para a produção do biodiesel. É possível que se a política do PNPB tivesse sido acompanhada de uma reserva de mercado e/ou política de defesa da concorrência que garantisse a utilização efetiva da mamona e da palma como matérias-primas haveria uma oportunidade para os resultados destes cinco anos do programa ser diferentes.

Portanto, a criação do SCS e sua legislação norteadora devem ser entendidas como parte da visão normativa do PNPB. E, conforme já mencionado, não conduz necessariamente a uma alocação eficiente.

Estudos internacionais apontam (Demirbas, 2007) que a matéria-prima, o óleo vegetal, representa 80% dos custos de produção do biodiesel. Considerando a racionalidade clássica da transação da matéria-prima, o produtor de biodiesel busca pagar os preços mais baixos possíveis pela matéria-prima, visando redução do custo de produção do produto, e maximização dos lucros da firma, dadas as restrições tecnológicas.

Diante deste argumento, observa-se que ao adotar uma postura normativa e estabelecer cotas mínimas de compras para matérias-primas provenientes da agricultura familiar, o PNPB influencia a estruturação do mercado nacional gerando ineficiências econômicas.

Estas ineficiências podem ser analisadas através da microeconomia clássica que trata dos custos de produção e através da Nova Economia Institucional que trata dos custos de transação.

6.2. A Teoria Marginalista e a produção do biodiesel

A definição das escolhas de produção de uma firma está sujeita a diversas restrições. As restrições podem estar relacionadas ao comportamento do consumidor, ao comportamento dos competidores, e à natureza, que impõe restrições tecnológicas. Diante das restrições tecnológicas, para a fabricação uma dada quantidade de produto apenas algumas possibilidades de combinação de fatores de produção são viáveis.

Os insumos utilizados pela firma possuem um custo, que é o preço que a firma paga ao comprar a matéria-prima, ao pagar salários aos trabalhadores, ao remunerar o capital, etc. A firma examina o máximo de produto que é possível se obter para uma dada

quantidade de insumo, definindo o conjunto de combinações viáveis de insumos que descreve um conjunto de produção.

Segundo a Teoria Microeconômica clássica (Teoria Marginalista), as firmas possuem como objetivo principal a maximização do lucro. Isto significa que a empresa decide produzir no nível em que a diferença (positiva) entre Receita Total (RT) e Custo Total (CT) seja máxima.

Os custos incluem todos os fatores de produção utilizados pela firma a preços de mercado. No curto prazo, uma parcela dos custos estará fixa (CF) por não haver progresso técnico ou ampliação da capacidade instalada. Assim, a firma se depara a partir de sua estrutura produtiva com uma escala definida de produção o que determina um limite físico de capacidade de processamento de produto. A outra parcela, correspondente aos insumos que serão transformados (matéria-prima) ou transformadores (mão-de-obra e energia, p.ex.) comporá os custos variáveis (CV) da firma.

O custo marginal (CMg) é definido como o custo acrescido ao CT de se produzir uma unidade adicional de um produto. No curto prazo, para uma determinada escala de produção, o custo marginal de produção corresponde à variação dos custos variáveis marginais, dada a variação na quantidade produzida de produto.

Considerando que a Receita Marginal (RMg) de uma firma é o acréscimo à Receita Total pela venda da última unidade, a firma terá interesse em ampliar sua produção até que $RMg > CMg$. Retomando a hipótese marginalista da maximização do lucro, o lucro da firma será máximo quando $RMg = CMg$.

Em concorrência perfeita, as firmas pulverizadas têm sua atuação limitada à de um tomador de preço no mercado. O equilíbrio de mercado entre oferta e demanda não é

afetado por decisões individuais, obrigando às firmas buscar redução em seu nível de custos para se manterem no mercado. Nesta situação específica, $RMg=P$, onde P é nível de preço ao qual o produto é vendido. E, portanto:

$$RMg=CMg=P \quad (2)$$

Adotaremos por simplificação a noção de que as tecnologias sejam monotônicas, e que a tecnologia é representada através de isoquantas sobre as quais a decisão de produção combina distintos fatores (neste caso tipos de matéria-prima) de forma que seja factível produzir uma dada quantidade de produto. Isto é, a mesma quantidade de insumo gera a mesma quantidade de produto e a tecnologia disponível permite ao produtor definir arbitrariamente qual tipo de óleo vegetal irá utilizar, expandindo e retraindo a produção através do abastecimento do processo produtivo por qualquer matéria-prima (tipo de óleo vegetal). Isto é particularmente razoável quando é possível expandir ou contrair a produção utilizando-se diferentes técnicas de produção como no caso do biodiesel.

Existem diversos tipos de tecnologias que permitem produzir biodiesel a partir de óleos vegetais, os principais insumos utilizados são a matéria-prima, os bens de capital e o trabalho. No Brasil, a maior parte das usinas usa o processo metílico de transesterificação. Singh e Singh (2010) mostram que os óleos vegetais mais usados no país, se submetidos ao processo de transesterificação enzimática fornecem rendimento na faixa de 92,2-98%. Visando simplificar a análise, consideraremos que no período estudado não houve inovação tecnológica significativa e a função de produção se manteve constante.

Assim, dada a tecnologia e havendo disponibilidade de matéria-prima, o biodiesel poderá ser igualmente produzido utilizando-se óleo de soja, mamona, dendê, amendoim,

girassol, em proporções arbitradas pela firma, visando alcançar uma mesma quantidade de produto.

Segundo Ajanovic e Haas (2010), os custos da produção do biodiesel (CPB) podem ser calculados através da soma do custo da carga (CMP), dos custos de conversão (CC), dos custos de distribuição (CD), subtraídos de eventuais subsídios aplicados pelo governo.

$$CBP = CMP + CC + CD - Sub_B \quad (3)$$

Os custos da matéria-prima variam de acordo com o tipo de óleo utilizado, pois o nível de preço (PMP) de cada tipo de óleo é determinado em seu próprio mercado. Então, o custo da matéria-prima (CMP) é dado por

$$CMP = PMP \times QMP - R_{(coprodutos)} \quad (4)$$

Onde, PMP é o preço da matéria-prima,

QMP é a quantidade de matéria-prima,

$R_{(coprodutos)}$ é a renda obtida com a venda de coprodutos.

O lucro do produtor de biodiesel (LB) e a margem bruta (MS) podem ser calculados como:

$$LB = RB - CBP, \quad MS = \frac{LB}{RB} = \frac{RB - CBP}{RB} \quad (5) \quad (6)$$

Onde, RB é a receita obtida com a venda do biodiesel.

Nos leilões de biodiesel, os preços e as quantidades são determinados pela ANP (existe uma limitação pelo lado da demanda da quantidade a ser transacionada), o que coloca o

produtor de biodiesel em uma situação de concorrência. O produtor de biodiesel manterá sua competitividade no leilão se conseguir reduzir seus custos de produção, e ampliar seu volume de venda.

A determinação do preço máximo do leilão atua como um indicativo do nível máximo de custo que cada produtor poderá ter para manter suas margens e permanecer no leilão. Se o custo da carga corresponde a 80% do custo total, o foco de redução de custos na produção de biodiesel deve ser a redução do custo da matéria-prima para que seja alavancada a margem de lucro do produtor.

Em uma situação ideal, onde todas as oleaginosas estivessem disponíveis em quantidade suficiente para a produção do biodiesel, bastaria aos produtores comparar o preço de cada matéria-prima no mercado (tabela 17) e reduzir os valores dos incentivos fornecidos pelo SCS para definir sua posição venda e manter sua lucratividade.

Tabela 17. Preço das principais oleaginosas no Mercado doméstico

	Preço (R\$/ton)		
	2006	2007	2008
Soja	465,86	567,87	760,30
Dendê	130,83	153,33	194,29
Mamona	599,77	791,88	n/d
Óleo de Soja	1.339,51	1.837,90	2.421,64
Óleo de Dendê	1.036,65	1.505,25	1.738,38

Fonte: IBGE/ SIDRA (2012) , Banco Mundial (2012) e ABIOVE (2009)

Apesar do óleo de soja não ser o mais barato em comparação aos principais óleos incentivados pelo governo na elaboração da legislação do SCS, este se tornou o principal insumo para a produção do biodiesel (vide tabela 17). Para entender esta

questão é necessário observar outros dois argumentos, quanto aos custos de transação e à disponibilidade de matéria-prima que examinaremos a seguir.

6.3. Abordagem institucionalista aplicada à produção do biodiesel

A Nova Economia Institucional (NEI) permite compreender como as instituições influenciam os custos das transações, e como estes impactam economicamente as empresas, influenciando a formação de arranjos institucionais. A Teoria dos Custos de Transação (TCT) propõe uma abordagem em que o surgimento dos custos de transação não pode ser negligenciado, pois estes surgem da (i) racionalidade limitada dos agentes e (ii) do oportunismo presente nas ações dos agentes econômicos. (Fagundes, 1997)

A limitação da racionalidade nas escolhas intertemporais e na fixação de contratos geram dificuldades em compatibilizar as condutas futuras dos agentes, e a incompletude das garantias para que contratos sejam honrados. O oportunismo, por sua vez, decorre da presença de assimetrias de informação e origina problemas de risco moral (*moral hazard*) e seleção adversa. (Fagundes, 1997)

Segundo Fiani, David e Hasenklever (2002), “custos de transação são custos de negociar, dirigir e garantir o cumprimento do contrato”. Os custos de transação são, portanto, os gastos envolvidos na transferência de um bem ou serviço entre agentes econômicos envolvidos em uma relação contratual. A unidade básica de análise da TCT é a transação inter ou intra-firma. A transação é definida a partir de três atributos: (Fagundes, 1997)

- i. Frequência: número de vezes que dois agentes realizam um mesmo tipo de transação;
- ii. Incerteza: efeitos não previsíveis das escolhas intertemporais; e,

- iii. Especificidades dos ativos: rigidez do uso e/ou usuários possíveis para um determinado ativo.

A hipótese de não haver custos de transação dentro de uma negociação só é admitida quando houver simetria das informações sobre a transação, o que em uma relação entre diferentes agentes não acontece na realidade. Em muitos casos, a minimização dos custos de transação leva à tendência de verticalização das atividades, ou em uma relação comercial, determina uma tendência de integração entre produtor e fornecedor para que o processo funcione eficientemente. (Mourad, 2010)

Retomando (3), Ajanovic e Haas (2010) mostram que para compor o custo da carga, além dos custos do preço da matéria-prima, e a quantidade de matéria-prima utilizada, devem ser levados em consideração os custos de transação:

$$CMP = PMP \times QMP \times f_{CT} - R_{(coprodutos)} \quad (7)$$

Onde, f_{CT} corresponde aos custos de transação.

Considerando uma situação ideal, onde há disponibilidade de matéria-prima, a minimização dos custos está vinculada ao preço pago pela matéria-prima vis-à-vis os custos de transação intrínsecos.

No caso do mercado de fornecimento de matéria-prima para o biodiesel, os principais custos de transação são custos de logística (transporte e armazenamento) e custos de manutenção dos contratos (negociação e assistência técnica).

Nas regiões Norte e Nordeste, onde as oleaginosas incentivadas eram a palma (dendê) e a mamona, a organização do mercado a partir do SCS imprimiu, ao produtor de biodiesel, custos de transação altos devido à pulverização dos contratos e à falta de expertise por parte dos produtores de biodiesel para fornecer assistência técnica aos

agricultores familiares, conforme preconiza a legislação do SCS. (Vital Brasil et al., 2009)

Nestas regiões, a incerteza no fornecimento e o descumprimento de contratos geraram custos de transação significativos. Pois, a forma tradicional de produção dos agricultores familiares (de matérias-primas alternativas à soja), caracteriza-se por sua pequena escala e de baixa produtividade. As usinas que se instalaram nestas regiões, além de encontrarem uma regulação que as obrigava a comprar 50% de sua matéria-prima da agricultura familiar³⁰, firmaram contratos diretamente com o produtor individual, fora do âmbito de cooperativas³¹, devido à baixa organização existente.

A medida de dar igual tratamento tributário sem distinção do tipo de oleaginosa buscou lidar com esta situação, no entanto, não compensou o encarecimento da matéria-prima no que toca os custos de transação. E, comparativamente deixou em vantagem a produção de biodiesel das regiões Sul e Centro-Oeste.

Mais além, o marco regulatório do PNPB transferiu a responsabilidade de administração da cadeia de fornecimento para o produtor de biodiesel. Esperava-se que o produtor tivesse condições de estabelecer relações de fomento agrícola como as utilizadas nos mercados de cana-de-açúcar e celulose. Nestes dois sistemas agroindustriais (SAI), são utilizados contratos de longo prazo em que os produtores transferem aos fomentados toda a expertise necessária (clones geneticamente modificados e pacote tecnológico) acumulada pela indústria e são mantidos contratos de garantia de compra da produção.

No caso da indústria nascente do biodiesel, os produtores não detinham o conhecimento das dificuldades intrínsecas ao processo de fomento agrícola, da implementação do processo de assistência técnica e da organização da cadeia de fornecimento, o que

³⁰ Vide capítulo 3.

³¹ Vide capítulo 4

aponta uma condição de limitação da racionalidade, geradora de incerteza no processo de fornecimento.

Por outro lado, no mercado de soja todo o sistema agroindustrial já se encontrava estruturado anteriormente às definições do PNPB³², o que reduzia significativamente os custos de transação. O resultado foi o domínio da utilização do óleo de soja como principal matéria-prima, correspondendo a aproximadamente 80% do mercado de biodiesel desde a estabilização da oferta ocorrida em 2008. Enquanto, a soma total da participação das demais fontes de matéria-prima não ultrapassou 20% em média entre 2005 e 2010.

Se a definição da matéria-prima usada na produção de biodiesel está condicionada ao aos gastos totais que incluem a transformação em óleo, os custos de logística e de contrato, descontados dos incentivos pela redução de PIS/COFINS assegurada pela legislação do SCS, mais o custo de oportunidade de manter-se ativo no mercado, a baixa produtividade enfrentada nas regiões Norte e Nordeste tornou a produção nestas condições menos vantajosa que nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

Analogamente ao argumento utilizado na seção anterior, nos leilões de biodiesel, os preços e as quantidades são determinados pela ANP (existe uma limitação da quantidade a ser transacionada pelo lado da demanda), e a maioria das usinas possui o SCS. Mantendo a quantidade constante, o produtor que enfrentou altos custos de transação deveria compensá-los com a compra da matéria-prima a preços baixos para manter sua competitividade. Caso opte pela diversificação de matérias-primas e de fornecedores, que ampliam seus custos de transação, o produtor de biodiesel terá sua margem encurtada ou perderá competitividade caso repasse ao preço do biodiesel ofertado no leilão reverso.

³² Conforme apresentado no capítulo 2.

North (apud Mourad, 2010) afirma que se os indivíduos percebem novas oportunidades que permitam maiores ganhos e apropriação valor, grupos de interesse pressionarão e modificarão o arranjo institucional vigente para captura-los. “Assim, a delimitação inicial dos direitos legais afeta a eficiência com a qual o mercado opera” e, “ A delimitação inicial de direitos sempre pode ser modificada pelas transações de mercado” (Coase apud Mourad, 2010) Isto é, se uma intervenção estatal fornecer arranjos ineficientes, e os custos de operar no mercado for mais rentável, ocorrerá rearranjo da forma de governar as transações.

Assim, visando reduzir a frequência das transações e a incerteza, a produção de biodiesel deslocou-se regionalmente, buscando melhores condições de fornecimento de matéria-prima que permitissem a redução de custos e a continuidade na participação nos leilões. A reorganização no caso do biodiesel se deu em direção à utilização da soja como principal matéria-prima, que do ponto de vista do setor produtor de biodiesel reduzia custos de transação e mantinha a certificação, em detrimento da opção de sustentabilidade preconizada no início do programa.

Considerando os custos de transação, a escolha da soja decorreu de três condições que permitiram “operar no mercado” se tornar mais vantajoso: a) a possibilidade de triangulação de óleo vegetal; b) a estrutura de produção da soja no Sul do país e as mudanças no PRONAF; c) a verticalização do Complexo da Soja.

Em primeiro lugar, muitas usinas optaram por triangular o óleo vegetal, burlando a estrutura do PNPB para manter os programas de fomento nas regiões Norte e Nordeste em que estavam instaladas. Segundo Mourad (2010), as empresas produtoras de biodiesel passaram a repassar as oleaginosas da agricultura familiar ao passo que produziam biodiesel de óleo de soja comprado no mercado spot que se mostrava mais barato.

Em segundo lugar, a condição de organização dos produtores familiares da região Sul do país, que historicamente mantem-se organizados em cooperativas e integrados ao Complexo da Soja, combinada às mudanças produzidas no PRONAF (conforme Capítulo 3) permitiram aos produtores de biodiesel manter contratos que assegurassem a manutenção do SCS. Por fim, o Complexo da Soja é extremamente verticalizado e confiável do ponto de vista do fornecimento de óleo de soja, possui escala de produção e facilidades de transporte, armazenamento, e permite ao produtor de biodiesel abster-se de prestar assistência técnica e manter contratos de longo prazo de baixa incerteza, eliminando grande parte dos custos de transação.

Assim, a formação de um arranjo institucional não regionalizado diferente do preconizado pela visão inicial do PNPB e a migração dos investimentos para as regiões Centro-Oeste e Sul, do ponto de vista da NEI, se justifica pelas economias em custos de transação proporcionada pela organização do Complexo da Soja. Por esta visão, uma matéria-prima alternativa à soja seria relevante apenas se, havendo disponibilidade (QMP), o preço de aquisição e os custos de transação fossem inferiores àqueles praticados no mercado de óleo de soja.

6.4. Disponibilidade da matéria-prima e arbitragem do produtor

As duas seções anteriores trataram da questão da matéria-prima focando nos custos envolvidos na produção de biodiesel, na hipótese da existência de disponibilidade ilimitada de matéria-prima³³ sem restrição. Conforme apresentado no Capítulo 2, esta situação não é real.

³³ A inexistência de estoque suficiente de matéria-prima torna o CMg infinito, isto é, inviabiliza a produção.

As definições do CNPE de antecipação do *blend* tendo em vista a capacidade ociosa da indústria de biodiesel geraram um aumento abrupto na quantidade demandada do combustível em decorrência da obrigatoriedade do B5. A quantidade produzida para contrabalançar a demanda de biodiesel saltou no curto período de cinco anos (2005-2010) de aproximadamente 730 mil m³/ano para 2,6 milhões de m³/ano, a forma de atender esta demanda foi o uso da soja em larga escala que se manteve ao longo do período.

A preponderância da soja é tal que o volume de óleo de soja produzido pelo país corresponde a 90% da produção de óleos vegetais, e conseqüentemente não há outra oleaginosa que pudesse abastecer o mercado de biodiesel sem causar ruptura em seu mercado cativo (vide gráfico 16). A ruptura de abastecimento ocorre particularmente quando não há matéria-prima suficiente para manter a produção do combustível em linha, devido à arbitragem do produtor. A arbitragem do produtor é um caso clássico do setor sucroalcooleiro, onde o produtor de etanol decide paralisar ou diminuir consideravelmente a produção do biocombustível quando o preço do açúcar se mostra mais alto e lucrativo que o do álcool. Analogamente, a indústria de processamento de óleo de soja pode se utilizar deste artifício visando ampliar sua lucratividade adaptando-se às oscilações no mercado internacional, determinando as quantidades ofertadas de grão, farelo, óleo e biodiesel de soja.

O gráfico 16 mostra a discrepância entre a produção de óleo de soja e a produção dos demais óleos vegetais no Brasil para a primeira década dos anos 2000. Dados de produção de óleo vegetal, para 2009, mostram que 6,4 milhões de toneladas da produção de óleo vegetal no Brasil correspondiam a óleo de soja (aproximadamente 90%), 326 mil toneladas a óleo de algodão e 240 mil toneladas a óleo de dendê. (USDA, 2012) Conforme visto anteriormente, o dendê apresenta alta produtividade por hectare

plantado quando comparado à soja. No entanto, o volume de produção do dendê possui usos mais nobres, principalmente nas indústrias de cosméticos e alimentícia, que competem, o que faz com que a produção de biodiesel a partir de dendê não tenha grande significância. (Villela, 2009) No mesmo ano, a produção de sebo bovino, segunda principal matéria-prima empregada no biodiesel, foi de 947 mil toneladas. (Martins et al., 2011)

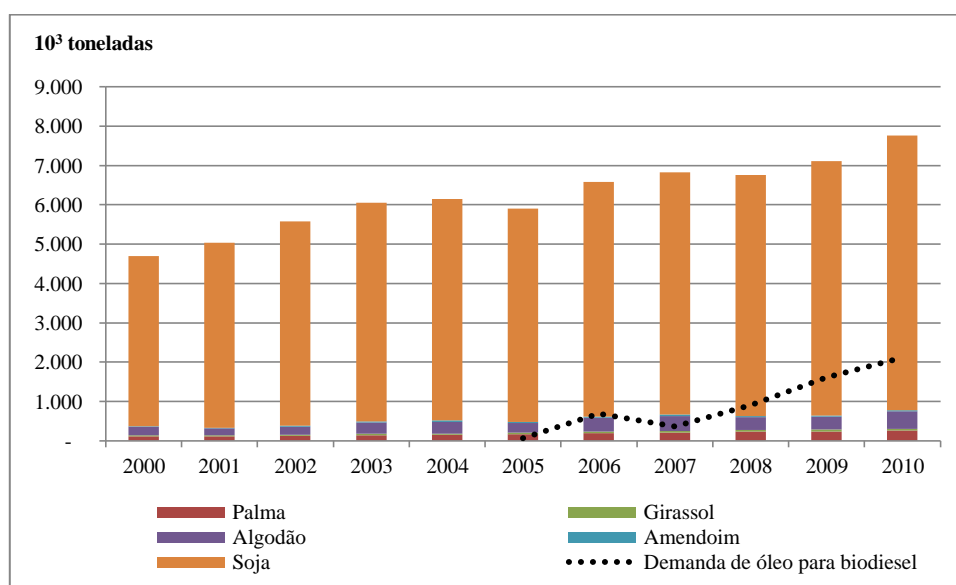


Gráfico 16. Produção de óleo vegetal no Brasil (2000-2010).

Fonte: USDA, 2012

As exportações de grãos e de farelo de soja são significativamente mais relevantes em termos de quantidade e valor que as exportações de óleo de soja, no caso brasileiro³⁴. O Brasil processa em torno de 55% dos 67 bilhões de toneladas de soja produzida em grão, a quantidade usada para a produção de biodiesel corresponde a apenas 2,0% (em massa) da produção de grãos de soja no país (safra 2010/2011). A produção de B5, de acordo com o marco legal estabelecido pela política pública, exige que sejam utilizadas aproximadamente 2,1 milhões de toneladas de óleo vegetal para produção de biodiesel,

³⁴ Ver Capítulo 2.

que se fossem produzidas exclusivamente com soja, corresponderia a 12% da soja esmagada ou 28% de toda a produção de óleo de soja do país. (FAPRI, 2012)

A demanda adicional de óleo de soja que vem do mercado interno produtor de biodiesel tem sido suprida a partir da redução das exportações de óleo, conforme pode ser observado no Gráfico 17.

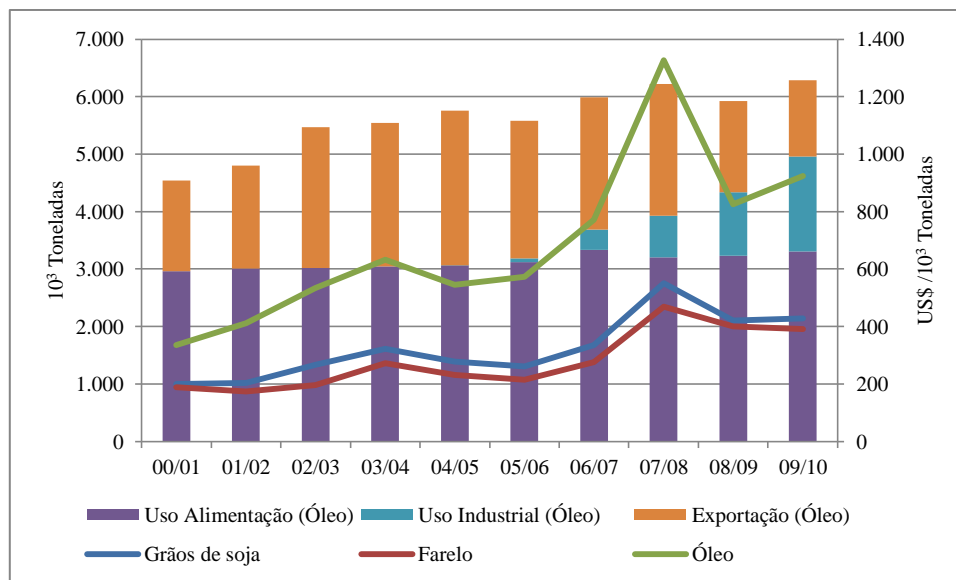


Gráfico 17. Uso doméstico do óleo de soja e nível de preços do grão, óleo e farelo de soja.

Fonte: FAPRI, 2012.

O aumento da soja processada é muito dependente do mercado internacional de coprodutos, principalmente farelo. No entanto, a quantidade utilizada para a produção de biodiesel tem condições de ser ampliada, visto que a produção de soja no país continua em crescimento, e o processamento da soja tem como efeito secundário a regulação do preço no mercado de grãos.

Se toda soja brasileira fosse utilizada para esmagamento e produção de farelo e óleo, haveria 15,4 milhões de m³ de óleo de soja disponível, que se fosse destinado à produção de biodiesel cobriria a necessidade de se produzir B30. Considerando que há uma demanda interna de aproximadamente 3 milhões de m³ de óleo de soja para

consumo alimentício, a produção nacional de soja permitiria, com a produtividade atual a produção de biodiesel suficiente para que o *blend* chegasse a B23.

O gráfico 17 mostra que durante o período em que a produção do óleo de soja passou a ser destinada para o biodiesel ocorreu um considerável aumento no nível de preços do óleo de soja. Entretanto, não se pode afirmar que este aumento esteja relacionado diretamente à produção de biodiesel. Os preços domésticos da soja e coprodutos variam com a demanda e os níveis internacionais de preço, que são determinados em grande parte através da atuação das grandes *tradings* que dominam o mercado mundial.

Piggot e Wohlgenant (2002) demonstraram que no caso de commodities comercializadas no mercado internacional, as elasticidades-preço totais devem ser consideradas ao analisar as mudanças nas condições do mercado doméstico de coprodutos e os impactos destas variações na demanda total da matéria-prima. Considerando os resultados de Piggot e Wohlgenant (2002), e os valores apresentados na tabela 18, pode-se afirmar que a variação do preço do grão influencia a decisão de esmagamento.

Tabela 18. Elasticidade-preço da demanda de soja para o Brasil

	Grão	Farelo	Óleo
Alimentação	-0,16	-0,35	
Margem de esmagamento	0,08		
Área de plantio	0,34		
Uso Industrial			-0,25
Uso para alimentação			-0,15

Fonte: FAPRI (2012)

Os valores apresentados na tabela 18 indicam que a elasticidade-preço da demanda por óleo é muito baixa (-0,25), logo é considerada inelástica, e a quantidade demandada deste coproduto não variará significativamente caso haja um aumento considerável no nível de preço. Esta relação indica que o produtor influencia a disponibilidade de óleo de soja no mercado do biodiesel, visto que exportar o óleo de soja ou vendê-lo na condição de biodiesel torna-se uma questão de arbitragem, pois sempre haverá demanda

mesmo que o preço aumente. Assim, os resultados do PNPB mostram que o biodiesel se tornou mais um coproduto no sistema agroindustrial da soja.

A utilização de parte da produção de óleo no Brasil para consumo doméstico e produção de biodiesel, neste sentido, pode ser benéfica para a estratégia do produtor de soja e coprodutos. Considerando que a relação entre os estoques finais de soja em grão e o consumo do país mantém-se superiores a 36% desde o final dos anos 90³⁵, esta relação é importante pois é segunda mais alta entre os principais países produtores, atrás apenas da Argentina, que consome muito menos do que produz. A média mundial, ficou em torno de 19% na primeira década dos anos 2000. (USDA, 2012) A distribuição dos estoques pelo mundo, faz parte da estratégia dos grandes grupos de comércio, pois permite a regulação das quantidades de grãos, farelo e óleo de soja no mercado evitando excesso de produção e queda dos preços. Portanto, a decisão de produzir biodiesel a partir de óleo de soja, do ponto de vista da indústria de transformação, está condicionada ao nível internacional de preços da soja e coprodutos, e à capacidade de absorção do mercado doméstico, onde o setor produtor de biodiesel possui uma enorme capacidade ociosa.

6.5. Considerações finais do capítulo

O que se observa, portanto, é que as decisões relativas à antecipação de metas e ampliação do *blend* foram efetivas para a estruturação do mercado de biodiesel no país. No entanto, a visão normativa de organização de mercados regionalizados (descrita na seção 5.1) em torno de aptidões agrícolas específicas não funcionou.

Prado (2006) afirma que “*na esfera da microeconomia reducionista, pensa-se a esfera economia como um conjunto de indivíduos atômicos cujas propriedades globais são*

³⁵ Vide Capítulo 2.

devidas aos próprios indivíduos; já na esfera da microeconomia sistêmica, concebe-se a economia como um sistema adaptativo complexo que tem propriedades emergentes e que é capaz de auto-organização.”

No PNPB foram incorporados pressupostos da atuação isolada e atomizada do produtor de biodiesel enquanto comprador de matéria-prima vis-à-vis às condições do agricultor familiar como fornecedor. Os dispositivos do SCS foram construídos tendo como focos tais relações de troca individuais típicas de mercados em concorrência. As propriedades sistêmicas emergentes das relações comerciais do mercado de fornecimento de matéria-prima, e a possibilidade de captura do mercado de fornecimento pelo Complexo da soja foram negligenciadas.

Conforme salientado na seção anterior, a estrutura de concorrência entre os produtores de biodiesel direcionou o setor para a redução de custos totais a partir da minimização de custos de transação e garantia de fornecimento. O uso das oleaginosas mais incentivadas à produção agrícola familiar nas regiões Norte e Nordeste não permitiria tal crescimento do mercado. Conforme visto na seção 5.3, a agricultura familiar não teria condições de competir nem em preço, nem em volume, com a estrutura oligopolizada de produção em larga escala da soja.

Apesar do setor de óleo de soja ter transacionado aproximadamente R\$ 9 bilhões entre 2006 e 2010, a tabela 19 mostra que a margem do setor de produção de biodiesel, calculada para o conjunto de produtores de biodiesel de soja, foi positiva apenas nos anos de 2006 e 2009 devido aos altos preços do óleo no mercado. O exercício de cálculo assumiu uma relação linear em todo o setor considerando a participação da soja como matéria-prima, segundo os dados divulgado pela ANP (2012). No entanto, é preciso flexibilizar este resultado, pois parte dos produtores podem ter obtido resultados positivos, enquanto outros não.

Tabela 19. Margem setorial da produção de biodiesel de soja

	% de óleo de soja na produção de biodiesel	Preço médio do óleo de soja R\$/ton ^a	Margem Bruta de Lucro
2006	0,95	1.339,51	0,19
2007	0,87	1.837,90	-0,09
2008	0,82	2.421,64	-0,05
2009	0,77	1.898,84	0,05
2010	0,83	1.935,13	-0,03

^a Mercado doméstico. Fonte: Elaboração própria. ^a Fonte: ABIOVE (2010)

As razões pelas quais os produtores com resultados negativos se mantiveram nos leilões não estão claras e devem ser investigadas mais profundamente em outro trabalho, visto que foge ao escopo deste. No entanto, sugerimos que a concentração da estrutura de produção de óleo de soja, o aumento do preço nos mercados doméstico e internacional e a possibilidade de arbitragem citados acima, são indícios de que o impacto desta margem negativa pode não ter sido tão significativo para o produtor que se engajou na cadeia da soja.

Apenas uma cadeia estruturada e verticalizada como o Complexo da soja teria condições de absorver o impacto (mesmo que temporário) de margens de lucro negativas para seu produto visando manter seu *share* de mercado. De fato, a oligopolização do mercado de soja no país mostra seu poder de monopólio ao controlar a produção, o nível de preço e o volume de óleo de soja usado na produção de biodiesel.

Neste sentido, podemos citar como os principais fatores que contribuíram para a hegemonia da utilização do óleo de soja:

- a) A decisão de antecipação das metas do PNPB;
- b) A estratégia das *tradings* e a estrutura oligopolizada do mercado de óleos vegetais;
- c) Os baixos custos de transação e a confiabilidade de fornecimento do óleo de soja;

d) A disponibilidade de matéria-prima e o excesso de capacidade de esmagamento.

A utilização de outras matérias-primas se tornaria viável caso houvesse quantidade suficiente de óleo vegetal a um custo mais baixo, que permitisse ao produtor ampliar sua margem na venda de biodiesel. Neste sentido, a pesquisa de novas tecnologias que evoluam para uso comercial é indispensável. Na atual conjuntura de produção de óleos vegetais no Brasil, não há uma rota de produção alternativa à soja que mantenha os níveis de mistura adotados pelo CNPE.

7. Conclusão e recomendações para novas pesquisas

O PNPB foi estruturado como uma política ampla e integradora que conjugava aspectos técnicos, ambientais, sociais, econômicos e de inovação. O programa induzia a formação de uma cadeia produtiva que permitisse a execução de projetos de desenvolvimento regional e inclusão social a partir do fornecimento de matéria-prima pela agricultura familiar das regiões mais pobres do país, a redução da emissão de GEE e a inovação tecnológica.

Este trabalho teve por objetivo analisar o período 2005-2010 comparando as diretrizes da política implantada através do PNPB e os resultados alcançados pelo programa. O trabalho mostra que se, por um lado, a produção de biodiesel no país está distante da visão normativa inicial de desenvolvimento regional e sustentabilidade; o biodiesel de soja se tornou um sucesso em termos de garantia de suprimento energético, por outro.

Inicialmente, consideramos por hipótese que **“A estruturação do mercado de biodiesel, incluindo as fases de produção, distribuição, o papel da Petrobras e a demanda são resultantes da política pública implementada através do PNPB”**. A análise dos resultados do PNPB frente as diretrizes iniciais do programa nos permitiu verificar que o programa chegou a resultados tanto positivos quanto negativos. Alguns incentivos funcionaram outros não. E, o SCS como conjunto de dispositivos ficou aquém das expectativas geradas.

É importante salientar que consideramos incompleta a visão de muitos autores que consideram que os resultados negativos – com respeito à inclusão do agricultor familiar das regiões mais pobres do país e ao uso da alternativa mais sustentável (palma) como matéria-prima – são reflexo da falta de políticas públicas de proteção à agricultura familiar e incentivo à produção. Concluímos que a explicação dos resultados do

programa é inerente às condições econômicas que permitiram a hegemonia do óleo de soja como matéria-prima do biodiesel produzido no Brasil.

Desta feita, considerando os resultados do PNPB no período 2005-2010, podemos responder às três perguntas orientadoras iniciais:

- i) *Os gargalos pré-existentes e decorrentes da ampliação abrupta da demanda puderam ser equacionados?*

Os principais dispositivos utilizados nesta política foram a adoção de metas de consumo e os incentivos fiscais e de crédito, a exemplo do ocorrido em outros países. Os resultados do programa mostram que o PNPB conseguiu criar um parque produtor e o fornecimento de combustível confiável esperado em apenas 5 anos.

Os dados apresentados no Capítulo 4 mostram que em 2008 o mercado de biodiesel se estabilizou, e houve a estruturação do fornecimento regular do combustível. Nos anos seguintes a capacidade produtiva continuou em crescimento, ultrapassando em muito as necessidades para a produção do B5, sem que houvesse relatos de problemas de qualidade no combustível utilizado no país.

A política introdução do biodiesel na matriz energética nacional se apoiou em dispositivos que agiram para estimular a oferta e a demanda pelo produto. Pelo lado da oferta, os incentivos fiscais, de crédito e a entrada da Petrobrás no mercado como produtora de biodiesel foram os principais fatores de política pública. Pelo lado da demanda, a criação do *blend* obrigatório funcionou como garantia de mercado e um incentivo importante para a adesão da iniciativa privada ao programa. Sem a existência do PNPB as chances do país se tornar um grande produtor e consumidor mundial de biodiesel seriam remotas.

No entanto, estes resultados não condizem com as diretrizes de sustentabilidade, diversificação de matéria-prima e inclusão social determinadas inicialmente para o PNPB.

Assim,

- ii) *Seria o biodiesel produzido no Brasil baseado no óleo de soja uma alternativa sustentável?*
- iii) *Seria o PNPB um programa de desenvolvimento regional baseado na agricultura familiar economicamente viável?*

A utilização da soja como principal matéria-prima para o biodiesel é controversa do ponto de vista ambiental. Diversos estudos examinados mostram que em comparação ao diesel o biodiesel configura-se em uma alternativa mais sustentável do ponto de vista da redução de emissões de GEE. No entanto, o uso da palma (dendê) como matéria-prima traria um nível maior de redução de emissões com impactos negativos significativamente menores que a soja.

Observando a questão da sustentabilidade do ponto de vista social, um ponto relevante desta pesquisa se refere à discussão da natureza da incapacidade demonstrada pelo PNPB em estimular a descentralização produtiva tanto em termos de categorias de produtores (pequenos e médios, principalmente) quanto nos aspectos regionais.

Analisando os resultados do programa observamos que as regiões agrícolas mais desenvolvidas e capitalizadas receberam maior volume de aportes referentes às transações comerciais de compra de matéria-prima, assim como a construção de um maior número de usinas e maior volume de venda de biodiesel. Além disso, a ausência de uma regulação e fiscalização mais próxima ao produtor de biodiesel abriu caminho para degenerações seja no esquema do SCS com a triangulação de oleaginosas da

agricultura familiar, seja no crescimento descontrolado da capacidade ociosa da indústria. Logo, inversamente à inclusão social e à descentralização regional da produção agrícola almejadas, ampliou-se a concentração de investimentos e renda, redundando em uma forma perversa de transferência de renda da sociedade para o Complexo da Soja.

Na realidade, ao não definir diretamente uma oleaginosa para investimento maciço, a política brasileira elegeu a soja como principal insumo para a produção de biodiesel, pois a ampliação do *blend* desconsiderou manter um crescimento coerente com o viés da sustentabilidade e inclusão social, inviabilizando a estruturação do programa de desenvolvimento regional baseado na agricultura familiar.

A partir de 2010, a resistência da agricultura familiar de baixa renda, foco inicial do programa, ficou condicionada à atuação da PBio (Petrobras Biocombustíveis), que atua como um braço da política do governo federal promovendo a compra de matérias-primas na região nordeste. Observamos que esta atuação cumpre o papel de manter, mesmo que em pequena escala se comparada ao total do mercado, ações de geração de renda e desenvolvimento local no Semiárido. No entanto, comparando os resultados gerados pelo PNPB e o alcance do modelo de inclusão social e de desenvolvimento regional afirmamos que este não é relevante no mercado brasileiro de biodiesel.

Assim, dadas as condições de produção e distribuição da agricultura familiar nas diferentes regiões e as condicionantes do Selo Combustível Social, a principal estratégia dos produtores de biodiesel passou a ser ‘operar pelo mercado’ comprando pequenas quantidades de matéria-prima dos produtores familiares. A antecipação de metas e manutenção do ritmo das autorizações às usinas conclui-se que, do ponto de vista da execução da política, a diretriz de garantia de suprimento do PNPB se tornou mais relevante que as demais diretrizes.

Considerando que o biodiesel de soja não se configura na melhor alternativa do ponto de vista da sustentabilidade (observando-se aspectos ambiental e social) e o biodiesel é mais caro que o diesel, por que ainda se produz biodiesel no país?

Se produz biodiesel no país porque houve interesse político em manter o Brasil, um vanguardista em relação à produção e uso do etanol, entre os maiores produtores mundiais de biocombustíveis com a introdução do biodiesel. Se produz biodiesel no país porque gera economias de divisas e, havendo um parque produtor instalado, potencialmente poderia-se reduzir o impacto na balança comercial de um aumento abrupto do preço internacional do diesel. Se produz biodiesel no país porque há interesse de grupos internacionais produtores de grãos e óleos vegetais na integração da cadeia, diversificação de produto e regulação do nível de preços através da arbitragem. Se produz biodiesel de soja no país porque há uma racionalidade econômica por trás dos resultados do programa que abalou os fundamentos do modelo mental do fornecimento de matéria-prima.

“A racionalidade econômica por trás dos resultados do programa está intrinsecamente relacionada às condições preexistentes do mercado de óleos vegetais e da estratégia em nível nacional e mundial dos grandes *players* internacionais da produção de soja e coprodutos.”

Utilizando argumentos econômicos, que se baseiam na Teoria Marginalista, na Teoria dos Custos de Transação, na disponibilidade de matéria-prima e na arbitragem do produtor, concluímos que as condições anteriores ao programa no que tange à oligopolização do mercado de óleos vegetais em nível mundial foram negligenciadas. E, como consequência deste *issue* de planejamento, os dispositivos de incentivo à sustentabilidade, regionalização do fornecimento de matéria-prima e inclusão social não

foram suficientes e não lidaram de forma eficaz com as relações supraindividuais do mercado de biodiesel.

A racionalidade econômica que permitiu a hegemonia do biodiesel de soja está relacionada a: a) A decisão de antecipação das metas do PNPB; b) A disponibilidade de matéria-prima e o excesso de capacidade de esmagamento; c) Os baixos custos de transação e a confiabilidade de fornecimento do óleo de soja; d) A estratégia das tradings e a estrutura oligopolizada do mercado de óleos vegetais.

Em primeiro lugar, a política pública foi efetiva ao implantar um parque de produção de biodiesel, mas não obteve o mesmo êxito na ampliação da produção de outras matérias-primas que não a soja para o abastecimento do mercado de biodiesel. É possível afirmar que na ausência de uma política efetiva de defesa da concorrência, e de medidas de política agrícola que condicionassem o crescimento da oferta de biodiesel ao amadurecimento das condições de produção dos agricultores familiares seria inevitável que o óleo de soja se tornasse a principal matéria-prima.

O rápido crescimento da demanda por matéria-prima para atender às necessidades imprimidas pelo aumento do percentual de mistura (*blend*) levou as usinas produtoras à busca de fornecedores confiáveis e matéria-prima abundante e barata que lhes permitisse garantir a continuidade dos privilégios nos leilões conferidos pelo SCS.

As condições de compra das oleaginosas mais incentivadas pela política pública, como a mamona e a palma, eram relativamente piores que as condições de compra da soja. A oneração inerente às responsabilidades contratuais e de assistência técnica aumentavam os custos de transação do produtor de biodiesel, que não eram compensados pela redução de tributos definida na legislação. Nesta medida, os valores dos percentuais de aquisição da agricultura familiar definidos para as regiões Sul (30%) e Centro-Oeste (10%) e as mudanças nas definições do PRONAF no Plano Safra 2008/2009 permitiram

aos produtores de biodiesel reduzir consideravelmente seus custos de transação e manter as vantagens do SCS.

Assim, apesar do PNPB não privilegiar a soja como insumo, a estrutura pré-existente e oligopolizada da produção de soja e óleo de soja banuiu as matérias-primas características da agricultura familiar.

Em segundo lugar, a estratégia dos *players* internacionais do mercado de soja define o nível de produção de coprodutos destinado a cada mercado, e nesta estratégia incluiu-se o biodiesel. A análise das experiências internacionais de estruturação de um mercado doméstico para o biodiesel revelam alguns fatores elucidativos. O crescimento dos mercados mais importantes para produção, uso exportação e importação do biodiesel emergiu da combinação de incentivos governamentais e investimentos da iniciativa privada, assim como aconteceu no Brasil. Estão presentes no mercado grandes grupos produtores de oleaginosas e óleos vegetais explorando um novo nicho para seus produtos, como fica patente nos casos dos EUA e Argentina, principais concorrentes do Brasil no mercado mundial de soja. Podemos afirmar que no Brasil, os resultados não foram significativamente diferentes. Isto é, a produção de biodiesel se tornou mais uma opção de coproduto para a soja, uma forma de industrialização do produto do Complexo da Soja, não um setor econômico per se.

Além disso, a quantidade demandada de soja é marginal frente à produção do país, a capacidade instalada de esmagamento, que apresenta ociosidade, voltou a crescer, e ao produtor de óleo é indiferente exportar o óleo ou vendê-lo para a produção de biodiesel. O Brasil possui posicionamento bastante competitivo no mercado internacional de soja. Os preços médios da soja no país variam de acordo com o nível de preços e da demanda internacional. Deslocar parte da produção de soja para consumo interno e produção de biodiesel permite que seja regulado o estoque de soja colocado no mercado, sustentando

preços internos permitindo que seja arbitrado pelo produtor a produção de um ou outro coproduto (a exemplo da relação etanol-açúcar).

Outro fator que deve ser considerado é a geopolítica da soja em que países as atividades produtivas e de comércio estão circunscritas ao oligopólio dos grupos multinacionais. O principal importador de biodiesel no período avaliado, a União Europeia, é um mercado-alvo para os produtores do mundo todo e, portanto, as definições dos padrões e normas europeus balizam decisões quanto ao tipo de tecnologia e matéria-prima. O biodiesel de soja produzido por rota metálica é admitido pela norma europeia vigente, o que funciona como um incentivo para a especialização da produção.

Como uma crítica aos resultados do PNPB no período analisado, concluímos haver perda de soberania nacional na configuração assumida pelo mercado de biodiesel. Se no início do PNPB as expectativas apontavam para a estruturação de um setor produtivo composto de produtores nacionais, que apostasse no desenvolvimento social, a situação em 2010 se mostrou completamente diferente. No mercado de produção e comercialização do biodiesel passaram a predominar grupos multinacionais que dominam mais de 50% do esmagamento de soja no país. Percebe-se, assim, um retraimento dos produtores nacionais em uma espécie de internacionalização de um setor que foi considerado estratégico para o desenvolvimento regional do Brasil.

Por fim, é importante enfatizar que o PNPB deve ser entendido como uma política energética que obteve resultados positivos na introdução do biodiesel na matriz de combustíveis nacional, reduzindo a importação de diesel e a emissão de GEE. Como pontos negativos, o programa demonstrou incapacidade em promover o desenvolvimento regional, inclusão de agricultores das regiões das regiões mais pobres do país, devido às premissas iniciais de planejamento que mostraram-se falsas, à fragilidade da regulação e à considerável omissão do poder público na determinação da

capacidade produtiva, o que permitiu ao PNPB ter sido capturado pela estratégia da agroindústria internacional.

Neste trabalho não foram enfatizados os aspectos políticos da estruturação do mercado do biodiesel e da dominância da soja como matéria-prima. Examinar esta questão aponta a necessidade de pesquisas futuras. Serão necessárias pesquisas adicionais para esclarecer quais medidas de defesa da concorrência poderiam ter sido adotadas para evitar esta dominação da soja e do capital estrangeiro.

Mais além, em continuidade a esta pesquisa deverão ser envidados esforços para verificar no nível de município e de unidades produtoras como a concentração regional e de capital se deu ao longo do tempo.

Por fim, consideramos de extrema relevância que esta pesquisa seja reavaliada e atualizada para ampliar o entendimento da configuração do mercado nacional e mundial do biodiesel vis-à-vis a geopolítica mundial da soja.

Referências Bibliográficas

- ABIOVE (Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais), 2010, *Estatísticas da cadeia produtiva de oleaginosas e biodiesel*. Base de dados online. Disponível em: www.abiove.com.br. Acesso em: Dezembro de 2010.
- ABIOVE (Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais), 2011, *Moratória da soja: 4º ano do mapeamento e monitoramento do plantio de soja no bioma Amazônia*. Disponível em: <http://www.ipam.org.br/biblioteca/livro/Moratoria-da-soja-4-ano-do-mapeamento-e-monitoramento-do-plantio-de-soja-no-bioma-Amazonia/594> Acesso em: Agosto de 2012.
- AJANOVIC, A., HAAS, 2010. *Economic challenges for the future relevance of biofuels in transport in EU countries*. Energy, 35 pp. 3340-3348.
- ANGELO, A.C.M., 2010. *Produção de Biodiesel por Rota Étlica: Perspectivas de Oferta e Demanda*. Projeto Final CEFET/RJ, Rio de Janeiro: 2010.
- ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), 2004. *Resolução ANP nº 41, de 24.11.2004 - DOU 9.12.2004 - Retificada DOU 21.12.2004*. Disponível em: www.anp.gov.br Acesso em: Fevereiro de 2013.
- ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), 2008a. *Aquisição direta de biodiesel para formação de estoque operacional*, Disponível em: <http://www.anp.gov.br> Acesso em: 26/12/2008.
- ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), 2008b. *Resolução ANP Nº 7, DE 19.3.2008 - DOU 20.3.2008*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/> Acesso em: 26/12/2008.
- ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), 2008c. *Edital de Pregão*, Disponível em: <http://www.anp.gov.br> Acesso em 10/10/2008.
- ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), 2009. *Capacidade Autorizada 2009*. Disponível em: http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/capacidade_plantas.asp Acesso em 03/01/2009.

- ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), 2010, *Capacidade Autorizada 2010*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/> Acesso em Junho de 2011.
- ANP/SPP, 2011, *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2011*. Disponível em: www.anp.gov.br Acesso em: Novembro de 2010.
- ANP/SPP, 2012, *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2012*, Disponível em: www.anp.gov.br Acesso em: Outubro de 2011.
- APEC (Asia Pacific Economic Cooperation), 2007, *Establishment of the guidelines for the development of biodiesel standards in the APEC region*, Disponível em: <http://www.biofuels.apec.org/>. Acesso em outubro de 2012.
- ATADASHI, I.M., AROUA, M.K., ABDUL AZIZ, A., 2010, *High quality biodiesel and its diesel engine application: A review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) PP. 1999–2008
- BANCO MUNDIAL, 2012, *The World Bank Data*. Disponível em: <http://data.worldbank.org/> Acesso em Novembro de 2012.
- BIODIESELBR, 2007a. *Soyminas é 1ª baixa no programa do biodiesel*, Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/soyminas-1-baixa-programa-biodiesel-23-04-07.htm> Acesso em Outubro de 2012.
- BIODIESELBR, 2007b, *Glicerina de biodiesel inunda mercado no país e derruba preços*, Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/glicerina-biodiesel-inunda-mercado-pais-derruba-precos-02-05-07.htm> Acesso em Outubro de 2012.
- BIODIESELBR, 2011, *O destino da glicerina proveniente das usinas de biodiesel*, Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/destino-glicerina-proveniente-usinas-biodiesel-120110.htm> Acesso em Outubro de 2012.
- BRASIL, 2003, *Relatório final do grupo de trabalho interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia*, Brasília.

- BRASIL, 2004a. *EM Interministerial nº 00166/2004*, MF/MDA/MME, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 2004.
- BRASIL, 2004b. *Decreto 5.297, de 6 de Dezembro de 2004*, MF/MDA/MME, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília.
- BRASIL, 2005. *Lei n.º 11.097, de 13 de janeiro de 2005*. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 2005.
- BRASIL, 2005b. *Decreto 5.457, de 6 de junho de 2005*, MF/MDA/MME, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília.
- BRASIL, 2008. *Decreto 6.606, de 21 de outubro de 2008*, MF/MDA/MME, Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília.
- BRASIL, 2012. *Decreto 7.768, de 27 de junho de 2012*, MF/MDA/MME, Brasília.
- BUZZATTI, M.G., 2011. *Elementos para uma Ação de Mitigação Nacionalmente Adequada (NAMA) a partir da produção de biodiesel de Óleo de Dendê pela Agricultura Familiar no Brasil* Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- CAMPBELL, A. e DOSWALD, N. (2009) *The impacts of biofuel production on biodiversity: A review of the current literature*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Disponível em: <http://www.unep-wcmc.org/> Acesso em: 20/05/2011
- CARDOSO JR., J.C., SANTOS, J.C. E ALENCAR, J., 2010, *Diálogos para o Desenvolvimento: A experiência do Conselho de desenvolvimento econômico e social sob o governo Lula*. Vol. 2. IPEA. Brasília.
- CARMO, B., PONTES, H., ALBERTIN, M., NETO BARROS, J.; DUTRA, N., 2009, *Avaliação da Demanda por Biodiesel em Função de um Modelo de Previsão de Demanda por Diesel*. Revista Produção Online. Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC.
- CARRIQUIRY, M.A., 2007, *A Comparative Analysis of the Development of the United States and European Union Biodiesel Industries*, Briefing Paper 07-BP 51, Center for Agricultural And Rural Development, Iowa State university, Ames Iowa 50011-1070. Disponível em: www.card.iastate.edu. Acesso em outubro de 2012.

- CARVALHO, P.T., 2012. *O de Balanço de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Biodiesel Produzido a Partir de Soja e Dendê no Brasil*, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- CASTRO, A.M.G., LIMA, S.M.V, CRISTO, C.M.P.N., 2002, *Cadeia Produtiva: Marco Conceitual para Apoiar a Prospecção Tecnológica*, XXII SIMPÓSIO DE GESTÃO PARA A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, Bahia, Brasil, 2002.
- CAVALETT, O, 2008, *Análise do Ciclo de Vida da soja*, Tese de Doutorado, Unicamp, Campinas, São Paulo.
- CAVALETT, O, ORTEGA, E, 2010, *Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil*, Journal of Cleaner Production 18 (2010) pp. 55-70.
- CÉSAR, A.S. E BATALHA, M.O., 2011, *Análise dos direcionadores de competitividade sobre a cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona*. Produção, v.21, n.3, jul/set. 2011, p. 484-497
- CÉSAR, A.S., BATALHA, M.O., 2010, *Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality*, Energy Policy 38 (2010), pp. 4031-4039.
- CHAGAS, A.L.S., 2012, *Relatório Estudos Setoriais: Biocombustíveis. Universidade de São Paulo, EBC/FEARP, CONTRATO DE COLABORAÇÃO FINANCEIRA NÃO-REEMBOLSÁVEL N° 11.2.0488.1 FUNDACE – BNDES. Ribeirão Preto.*
- CNI-IEL (Confederação Nacional das Indústrias- Instituto Euvaldo Lodi), 2006. *O Futuro da Indústria: Biodiesel*. Brasília.
- COM, 2007. “Biofuels Progress Report: Report on the Progress Made in the Use of Biofuels and Other Renewable Fuels in the Member States of the European Union” COM(2006) 845 final. In: *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament*. Bruxelas
- COPPE/UFRJ, 2012. *Relatório do Centro China Brasil de Mudanças Climáticas e Tecnologias Inovadoras para Energia*. Rio de Janeiro. (mimeo)
- CORONADO, C.R., CARVALHO JR, J.A., SILVEIRA, J.L., 2009, *Biodiesel CO2 emissions: A comparison with the main fuels in the Brazilian Market*, FUEL PROCESSING TECHNOLOGY 90 (2009) pp. 204-211.

- CORRÊA, V.P. e SILVA, F.F., 2009, “Perfil das liberações dos recursos do PRONAF entre 1999-2006: ocorreu alguma modificação a partir da incorporação dos Grupos A e B?” In: *Anais do Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 47, 2009, Porto Alegre/RS. SOBER, 2009. Disponível em: <http://www.nudes.ufu.br/publicacoes/publicacoes.php>. Acesso em Novembro de 2012.
- DEMIRBAS, A, 2007. *Importance of biodiesel as transportation fuel*, Energy Policy 35 (2007), pp. 4661-4670
- DIEESE, 2011. *Estatísticas do meio rural 2010-2011*. 4.ed. / Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos; Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural; Ministério do Desenvolvimento Agrário. -- São Paulo: DIEESE; NEAD; MDA, 2011
- EC (European Commission), 2001, *European Transport Policy for 2010: Time to Decide*, White Paper. Disponível em: http://ec.europa.eu/transport/white_paper/documents/doc/lb_texte_complet_en.pdf . Acesso Março de 2012
- EMBRAPA, 2006. *Migração rural-urbana, agricultura familiar e novas tecnologias*, Coletânea de artigos revistos, Brasília.
- EMBRAPA, 2010. *Estimativa do Custo de Produção de Soja no Sistema Plantio Direto, Safra 2010/2011, para Mato Grosso do Sul*. Comunicado Técnico 160, Dourados/MS, 2010.
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2005. *Balanço Energético Nacional 2004*. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. Disponível em: www.epe.gov.br Acessado em Janeiro de 2011
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2007, *Potencial de Redução de Emissões de CO2 em Projetos de Produção e Uso de Biocombustíveis*. Estudos EPE. Brasília. Disponível em: www.epe.gov.br Acessado em Janeiro de 2011
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2010. *Análise de Conjuntura de Biocombustíveis 2010*. Rio de Janeiro. Disponível em: www.epe.gov.br Acessado em: Dezembro de 2011

- EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2011. *Matrizes Consolidadas 2010*. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. Disponível em: www.epe.gov.br Acessado em Dezembro de 2011
- EPE (Empresa de Pesquisa Energética), 2011b. *Análise de Conjuntura de Biocombustíveis 2011*. Rio de Janeiro: 2011. www.epe.gov.br Acesso em Dezembro de 2012
- FAGUNDES, J., 1997. *Economia Institucional: Custos de Transação e Impactos sobre Política de Defesa da Concorrência*. Texto para Discussão, número 407, IE/UFRJ. 1997. Disponível em: http://www.ie.ufrj.br/grc/pdfs/custos_de_transacao_e_impactos_sobre_politica_de_defesa_da_concorrancia.pdf Acesso em Novembro de 2012.
- FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute), 2012, *FAPRI Tools*, Iowa State University, Ames, Iowa. Disponível em: <http://www.fapri.iastate.edu/> Acesso em Agosto de 2012.
- FIANI, R., DAVID, K.; HASENCLEVER, L., 2002. *Economia industrial. Teoria dos custos de transação*. Rio de Janeiro: Campus. 2002
- GARCEZ, C.A.G., VIANNA, J.N.S., 2009, *Brazilian biodiesel policy: social and environmental considerations of sustainability*. Energy 34 (5), pp. 645-654
- HALL, J., MATOS, S., SILVESTRE, B., MARTIN, M., 2011, *Managing technological and social uncertainties of innovation: The evolution of Brazilian energy and agriculture*. Technological Forecasting & Social Change 78 (2011) pp. 1147–1157
- HU, Z., TAN, P., YAN, X., LOU, D., 2008, *Life cycle energy, environment and economic assessment of soybean-based biodiesel as an alternative automotive fuel in China* Energy 33 (2008) pp. 1654–1658
- HINRICHS-RAHLWES, R., 2013, *Paving the way towards sustainable energy security: Lessons learnt from Germany*, Renewable Energy, Volume 49, January 2013. Selected papers from World Renewable Energy Congress – XI.
- IBGE, 2010. “Pesquisa Agrícola Municipal”, In: *Base de dados online SIDRA*. www.ibge.gov.br Acesso em: Outubro de 2012.

- IBGE, 2012. “Pesquisa Agrícola Municipal”, In: *Base de dados online SIDRA*. www.ibge.gov.br Acesso em: Outubro de 2012.
- IEA (International Energy Agency), 2010. *Energy Outlook 2010*. Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,27324,en.html>. Acesso em outubro de 2012.
- IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), 2007, “Desenvolvimento Rural”, In: *Políticas sociais – acompanhamento e análise* 14, edição especial, pp. 321-362.
- IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), 2008, “Desenvolvimento Rural”, In: *Políticas sociais – acompanhamento e análise* 15, edição especial, pp. 161-184.
- IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), 2012. *Infraestrutura e Planejamento no Brasil: Coordenação estatal da regulação e dos incentivos em prol do investimento – o caso do setor elétrico*. Relatório de pesquisa. Brasília.
- JORNAL DA CIÊNCIA, 2006, *Produtores e representantes da ANP pedem antecipação de metas de biodiesel*, JC e-mail 3074, de 07 de Agosto de 2006. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=39702>. Acesso em: Dezembro de 2012
- JORNAL DA CIÊNCIA, 2012, 11. *Produção de biodiesel ainda derrapa*, JC e-mail 4454, de 13 de Março de 2012. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=81537>. Acesso em: Dezembro de 2012.
- KALTNER, F.J. et al., 2006, *Liquid Biofuels for Transportation in Brazil*, 2006
- KALTNER, F.J., 2007, “O Biodiesel no Brasil”. In: *Workshop A Expansão da Agroenergia e seus Impactos sobre os Ecossistemas Brasileiros*, Rio de Janeiro.
- KOH, LP, 2007, *Potential habitat and biodiversity losses from intensified biodiesel feedstock production*. *Conservation Biology* 21 (2007); 1373e5. Disponível em: http://dl.dropbox.com/u/939465/Koh_2007_Cons_Bio_21_1373.pdf. Acessado em 15/04/2011
- KOPLow, D. 2006. *Biofuels—At What Cost? Government Support to Ethanol and Biodiesel in the United States*. Relatório para Global Subsidies Initiative of the International Institute for Sustainable Development, Earth Track, Inc.,

- Cambridge, MA. Disponível em: www.iisd.org/gsi/sites/.../brochure_-_us_update.pdf Acesso em Agosto de 2012.
- SCHAFFEL, S.B. e LA ROVERE, E.L., 2010, *The quest for eco-social efficiency in biofuels production in Brazil*, Journal of Cleaner Production 18 (2010) pp. 1663-1670
- LAMERS, P., 2006, *Emerging Liquid Biofuels markets: Donde Va La Argentina?*. Tese de Mestrado, Lund University, Lund, Suécia, 2006.
- LAMTEC (Laboratório de Ambiente Marinho e Tecnologia da Universidade de Açores), 2012, *Especificações para o biodiesel*. Disponível em: <http://www.lamtec-id.com/energias/biocombustiveis.php> Acesso em Agosto de 2012.
- LAZZARINI, S. G.; NUNES, R., 2000, *Competividade do sistema agroindustrial da soja*. V5, São Paulo, PENSA/USP, 2000.
- LAZZAROTTO, J.J., HIRAKURI, M. H., 2010, *Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro* [recurso eletrônico] Londrina: Embrapa Soja, 2010.
- MARTINS et al., 2011, *O biodiesel de sebo bovino no Brasil*, Informações Econômicas, SP, v. 41, n. 5, maio 2011. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/ie/2011/tec5-0511.pdf> Acesso em Outubro de 2012.
- MARZULLO, R.C.M., 2007, *Análise de Ecoeficiência dos óleos vegetais oriundos da soja e palma, visando a produção de biodiesel*, Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia), 2009. *Testes e Ensaio para validação do uso da mistura biodiesel B5 em motores e veículos*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2009.
- MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário), 2008, *Portal SAF*. <http://www.mda.gov.br/saf> Acessado em 20/12/2008
- MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário), 2007, *Biodiesel no Brasil: Resultados socioeconômicos e expectativa futura*. Brasília.

- MELO, V., 2010, “Desenvolvimento, um tema complexo e interdisciplinar”. In: Cardoso Jr., J.C., Santos, J.C. e Alencar, J. *Diálogos para o Desenvolvimento: A experiência do Conselho de desenvolvimento econômico e social sob o governo Lula*. Vol. 2. IPEA. Brasília: 2010.
- MENDONÇA, R.M.L., 2007, *Avaliação do Ciclo de Vida do Carbono na queima de biodiesel à base de óleo de soja*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- MME (Ministério de Minas e Energia), 2005. *Resolução nº 3, de 23 de setembro de 2005*. Ministério de Minas e Energia, Conselho Nacional de Política Energética. Brasília.
- MME (Ministério de Minas e Energia), 2007. *Resolução nº 7, de 5 de dezembro de 2007*. Ministério de Minas e Energia, Conselho Nacional de Política Energética. Brasília.
- MME (Ministério de Minas e Energia), 2008, *Resolução nº 2, de 13 de março de 2008*, Ministério de Minas e Energia, Conselho Nacional de Política Energética. Brasília.
- MME (Ministério de Minas e Energia), 2009, *Resolução no. 2, DE 27 DE ABRIL DE 2009*, Ministério de Minas e Energia, Conselho Nacional de Política Energética. Brasília.
- MOREIRA, A., 1996, *Modelos para projeção do consumo nacional e regional de óleo diesel*. Texto para discussão. n. 443. IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Rio de Janeiro.
- MOURAD, C. B., 2010, *Efeito da regulação sobre sistemas agroindustriais de produção de biodiesel*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- NUNES, S.P., 2007, *Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil*, Conjuntura Agrícola/Boletim Eletrônico nº 159. DESER, 2007.
- ODUM, 1988, *Ecologia*. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro.
- OLIVÉRIO, J., 2006, “O programa brasileiro de biodiesel na visão da indústria de equipamentos”. In: *O Futuro da indústria: biodiesel*, v.14, Série Política

- Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, Brasília : MDIC-STI/IEL, pp. 91-104.
- PAULSON, N.D. E GINDER, R.G., 2007, *The Growth and Direction of the Biodiesel Industry in the United States*, Working Paper 07-WP 448. Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University. Ames, Iowa. Disponível em: www.card.iastate.edu Acesso em Agosto de 2012.
- PARENTE, E., 2006, “Biodiesel no plural” In: *O Futuro da indústria: biodiesel*, v.14, Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, Brasília : MDIC-STI/IEL, pp. 91-104.
- PIGGOT, N.E., WOHLGENANT, M.K., 2002. *Price elasticities, joint products, and international trade*, The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 46:4, pp. 487-500.
- PONCIANO, N. J. e CAMPOS, A. C., 2003, *Eliminação dos impostos sobre as exportações do agronegócio e seus efeitos no comportamento da economia*. Rev. Bras. Econ. [online]. 2003, vol.57, n.3 [cited 12-10-26], pp. 637-658 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71402003000300006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em Outubro de 2012.
- POUSA GPAG, SANTOS ALF, SUAREZ PAZ., 2007, *History and policy of biodiesel in Brazil*, Energy Policy 35 (11) 2007, pp. 5393–5398
- PRADO, E.F.S., 2006. *Microeconomia reducionista e microeconomia sistêmica*, Nova Economia, Belo Horizonte, 16 (2) maio-agosto de 2006 pp. 303-322.
- PRATES, C.P.T., PIEROBON, E.C., COSTA, R.C., 2007, *Formação do Mercado de biodiesel no Brasil*, BNDES, n. 25, p. 39-64, Mar. 2007, Rio de Janeiro.
- PROCHNIK, V., 2002, *Cadeias produtivas e complexos industriais* In: *HASENCLEVER, L. & KUPFER, D. Organização Industrial*, Ed. Campus, 2002
- RAMOS, L. P.; SILVA, F. R.; MANGRICH, A. S.; CORDEIRO, C. S, 2011, *Tecnologias de Produção de Biodiesel*, Rev. Virtual Quim., 2011, 3 (5), 2011. Disponível em: <http://www.uff.br/rvq> Acesso em Agosto de 2012.
- REIJNDERS, L., HUIJBREGTS, M.A.J, 2008, *Biogenic greenhouse gas emissions linked to the life cycles of biodiesel derived from European rapeseed and Brazilian soybeans*, Journal of Cleaner Production 16 (2008) pp. 1943-1948

- REINHARDT, G.A., 2007, *Rain Forest for Biodiesel? Ecological effects of using palm oil as a source of energy*, Relatório para WWF Alemanha, WWF Germany, Frankfurt/Main.
- REUTERS, 2008. *Germany's biodiesel industry is only producing at about 10 percent of capacity largely because a biofuels tax increase on Jan 1 hugely cut sales, the head of the German renewable fuels industry association BBK said on Tuesday*. Disponível em: <http://www.reuters.com/article/2008/01/15/us-biofuel-summit-biodiesel-idUSL1589672020080115?pageNumber=2> Acesso em outubro de 2012.
- ROESSING, A.C., 2004, *Criação de empregos pelo complexo agroindustrial da soja*, Embrapa Soja, Londrina.
- SALAMA, C., 1982, *Estudo da viabilidade de óleos vegetais em substituição ao óleo diesel*. Dissertação de Mestrado, COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro.
- SINGH, S.P., SINGH, D., 2010, *Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) pp. 200–216
- SINISCALCHI, C.R., 2010, *Análise de Viabilidade para Inserção da Agricultura Familiar do Semiárido no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: O Caso do Ceará*. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- SOUZA, J. F. D., 2007, *Integração vertical e financeirização: o caso da agroindústria processadora de grãos no Brasil*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SOUZA, S.P., PACCA, S., ÁVILA, M.T., BORGES, J. L. B., 2010, *Greenhouse gas emissions and energy balance of palm oil biofuel*, Renewable Energy 35 (2010) pp. 2552-2561
- SUAREZ, P.A.Z. e MENEGHETTI, S.M.P., 2007, *70º. Aniversário do Biodiesel em 2007: Evolução histórica e situação atual no Brasil*, Química Nova, Vol. 30, No. 8, 2007.
- TAKAHASHI, F. e ORTEGA, E., 2010, *Assessing the sustainability of Brazilian oleaginous crops – possible raw material to produce biodiesel*. Energy Policy 38 (2010) pp. 2446–2454.

- TAVARES, M., 2005, *Análise do Refino no Brasil: estado e perspectivas - uma análise "cross-section"*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- TOMEI, J. e UPHAM, P., 2009, *Argentinean soy-based biodiesel: An introduction to production and impacts*, *Energy Policy* 37 (2009) pp. 3890–3898
- ULGIATI, S. BARGIGLI, S. e RAUGEI, M., 2007, *An Emergy evaluation of complexity, information and technology, towards maximum power and zero emissions*, *Journal of Cleaner Production* 15 (2007) pp. 1359-1372
- UNIÃO EUROPÉIA, 2003, *Official Journal of European Union*, Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0030:EN:NOT>> Acesso em agosto de 2012.
- VACCARO et. al., 2010, *Prospective scenarios for the biodiesel chain of a Brazilian state*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14 (2010), pp. 1263-1272
- USDA (United States Departure of Agriculture), 2010. *Production, Supply and Distribution Online*, Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>. Acessado: Novembro de 2010
- USDA (United States Departure of Agriculture), 2012. *Production, Supply and Distribution Online*, Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>. Acessado: Dezembro de 2012
- VARANDA, M.G. PINTO, G. e MARTINS, F., 2011, *Life cycle analysis of biodiesel production*. *Fuel Processing Tchnology* 2011: 92, pp. 1087–1094
- VIEIRA Jr., P. A.; VIEIRA, A. C. P.; BUAINAIN, A. M.; LIMA de, F.; CAPACLE, V. H., 2006, “Análise da governança da cadeia da soja”, In: *Anais do Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*, 44., SOBER, 2006, Fortaleza. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/5/471.pdf> Acesso em agosto de 2012.
- VILELLA, A.A, 2009, *O Dendê como Alternativa Energética Sustentável em Áreas Degradadas na Amazônia*, Dissertação de Mestrado, COPPE/ UFRJ. Rio de Janeiro.

- VITAL BRASIL, et al., 2009, “Custos de transação da cadeia produtiva de biodiesel”,
In: *Anais do VI Congresso Brasileiro de Regulação*, Rio de Janeiro, 2009.
Disponível em: <http://www.workoutenergy.com.br/abar/cbr/Trab0301.pdf>
Acesso em janeiro de 2012.
- WCDE, 1987, *Our common Future*, Disponível em:
<http://www.worldinbalance.net/intagreements/1987-brundtland.php>. Acesso em
15/04/2011.
- WESZ JR, V.J., 2011, *Dinâmicas e estratégias das agroindústrias de soja no Brasil*.
Rio de Janeiro : E-papers, 2011.
- YEE, K.F., TAN, K.T., ABDULLAH, A.Z., LEE, K.T., 2009, *Life cycle assessment of
palm biodiesel: Revealing facts and benefits for sustainability*. *Applied Energy*
86 (2009) pp. S189–S196
- WILLIAMSON, O.E., 2000, *The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking
Ahead*, *Journal of Economic Literature* Vol. XXXVIII (September 2000) pp.
595–613
- ZAH R, BONI H, GAUCH M, HISCHIER R, LEHMANN M, WAGNER P., 2007, *Life
cycle assessment of energy products: environmental impact assessment of
biofuels*. St Gallen, Suíça: EMPA; 2007. Disponível em:
<http://publicationslist.org/php/groupPublications.php?g=1120&k=LCAM>
Acesso em outubro de 2010