

**Análise da Sustentabilidade do Uso de Óleo Vegetal como
Combustível.**

**Marcelo Castro Pereira
Tese de Doutorado**

Brasília – DF, março de 2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Análise da Sustentabilidade do Uso de Óleo Vegetal como
Combustível.**

Marcelo Castro Pereira

Orientador: Antonio Cesar Pinho Brasil Jr.

Tese de Doutorado

Brasília – DF, março de 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Pereira, Marcelo Castro

Análise da Sustentabilidade do Uso de Óleo Vegetal como Combustível. / Marcelo Castro Pereira

Brasília, 2014.

271 p.:il.

Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília – DF.

1. Agroenergia, 2. biodiesel, 3. sustentabilidade, 4. combustível alternativo. I. Universidade de Brasília. CDS.

II. Título.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Autor

FOLHA DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Análise da Sustentabilidade do Uso de Óleo Vegetal como Combustível.

Marcelo Castro Pereira

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, Área de Concentração: Política e Gestão da Sustentabilidade.

Aprovado por:

Prof. Dr. Antonio Cesar Pinho Brasil Jr. – Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB (Orientador)

Prof. Dr. Thomas Ludewigs – Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB

Prof. Dr. Maurício Amazonas – Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB

Prof. Dr. Taygoara F. de Oliveira – Faculdade de Tecnologia – FT/UnB

Pesquisador Dr. José Manuel Cabral de Sousa Dias - Embrapa Agroenergia

Brasília – DF, 27 de fevereiro de 2014.

Dedico este trabalho à minha família, a toda ela, mas especialmente à minha amada Mãe, Maria Luiza. Gostaria que a senhora ainda estivesse me acompanhando, de maneira que eu pudesse vê-la, abraçá-la e comemorar juntos por mais esta vitória. Obrigado Mãe, pela doação, amor e suavidade que sempre tivera conosco. Seu exemplo continua nos estimulando a sermos corretos, a sermos melhores. Obrigado.

AGRADECIMENTOS

AGRADEÇO:

À UnB, por me permitir esta importante conquista na minha formação, o título de Doutor em Desenvolvimento Sustentável;

À Embrapa, especialmente ao meu Chefe e ao meu Coordenador, pelo apoio institucional, essencial à consecução deste curso;

Ao meu Orientador, pelo apoio e orientação;

À CONAB, pelo apoio na utilização do modelo de custos de produção agrícola;

Aos meus amigos, em especial os do Kzão, pelo apoio e compreensão: Eduardo, Sérgio, Lauro, Anselmo e Mariana Egler;

À Ana Paula, pelas contribuições, compreensão e companheirismo;

Aos professores: Maurício Amazonas e Elen Cristina Geraldês;

Ao colega de trabalho Marcelo Mencarini;

A todos entrevistados e demais pessoas que fizeram possível a execução deste trabalho.

Muito obrigado!!!

RESUMO

O estudo avaliou a sustentabilidade da utilização de óleo vegetal (OV) como alternativa combustível em motores de ciclo diesel. Para tanto, foi verificada a viabilidade técnica do uso de OV sem transesterificar e a existência de tecnologias apropriadas. Uma vez confirmada esta viabilidade, seguiu-se com a análise da sustentabilidade da cadeia agroindustrial dos óleos vegetais, por meio da análise dos aspectos ambiental, social e econômico. O estudo do aspecto ambiental sugere que o OV apresenta melhor balanço energético e menor emissão de gases de efeito estufa que o diesel convencional e que o biodiesel. Socialmente, o OV é superior ao diesel em geração de empregos no campo e pode ser complementar ao biodiesel em termos de política social para agricultores familiares. Economicamente, o estudo demonstrou ser viável o uso de OV mesmo considerando o consumo específico 10% maior e também maiores custos de manutenção. A partir do modelo de avaliação de custos de produção da CONAB, determinou-se que o OV a 85% do custo do diesel convencional se torna competitivo em relação a este. Após a confirmação da sustentabilidade da cadeia produtiva, analisou-se o ambiente institucional dos combustíveis em busca de verificar o motivo da inexistência de regulamentação para a tecnologia de uso de OV no Brasil. Conclui-se que o interesse contrário do governo e de organizações ligadas à indústria do petróleo não favorecem a regulamentação desta alternativa. Foram realizadas entrevistas com atores e especialistas da cadeia de produção e consumo, além de agentes públicos, para se conhecer a percepção e se compreender o ambiente institucional acerca dos biocombustíveis. Finalmente, propõe-se modificação aos projetos de lei que buscaram a implementação do uso de óleo vegetal combustível.

Palavras-chave: Agroenergia, biodiesel, sustentabilidade, combustível alternativo.

ABSTRACT

The study evaluated the sustainability of the use of straight vegetable oil (SVO) as an alternative fuel for diesel cycle engines. Thus, it was verified the technical feasibility of SVO and the existence of appropriate technologies. With the confirmation of this feasibility, followed by analysis of the sustainability of the agro-industrial chain of vegetable oils, through the analysis of environmental, social and economic aspects. The study of the environmental aspect suggests that the SVO has better energy balance and lower emissions of greenhouse gases than conventional diesel and biodiesel. Socially, the SVO is superior to diesel in creating jobs in the field and can be complementary to biodiesel in terms of social policy for family farmers. Economically, the study proved to be feasible the SVO use even considering the specific consumption 10% higher and the higher maintenance fees. From the evaluation of CONAB Production Costs Model, it was determined that the SVO to 85 % of the cost of conventional diesel becomes competitive with respect to this. After confirming the sustainability of the supply chain, we analyzed the institutional environment in search of to check the reason for the lack of regulations for SVO technology in Brazil. We conclude that the opposite interest of the government and organizations linked to the oil industry do not favor the regulation of this alternative. Interviews with stakeholders and experts in the production and consumption chain were performed, and public officials to understand the perception and understanding of the institutional environment on biofuels. Finally this study proposes a modification to the public policy of biofuels that sought to implement the use of vegetable oil fuel.

Keywords: Agroenergy, biodiesel, sustainability, alternative fuel.

RÉSUMÉ

L'étude a évalué la durabilité de l'utilisation d'huile végétale (OV) comme combustible alternatif dans les moteurs à cycle diesel. Pour cela, il a été vérifié la faisabilité technique de l'utilisation d'OV sans la transestérification et l'existence de technologies appropriées. Une fois confirmé cette faisabilité, cet étude-ci analyse la viabilité de la chaîne agro-industriel des huiles végétales, à travers de l'analyse des aspects environnemental, sociale et économique. L'étude de l'aspect environnemental suggère que l'OV a un meilleur équilibre énergétique et moins d'émission de gaz à effet que le diesel conventionnel et que le biodiesel. Socialement, l'OV est supérieure au diesel en création d'emplois dans le champs et il peut être complémentaire de biodiesel dans les politiques sociales pour les agriculteurs familiaux. Sur le plan économique, l'étude a constaté que l'utilisation d'huile végétale c'est faisable, même en considérant une consommation spécifique 10% plus élevé et aussi des frais d'entretien en haut. A partir du modèle de CONAB pour évaluer les coûts de production, il a été constaté que l'OV à 85% du coût du diesel conventionnel devient compétitif. Après la confirmation de la durabilité de la chaîne de production, il a été analysé l'aspect institutionnel des combustibles pour vérifier la raison de l'absence de réglementation pour l'utilisation de la technologie au Brésil. C'est possible de conclure que l'intérêt opposé du gouvernement et des organisations liées à l'industrie pétrolière ne favorise pas le règlement de cet alternatif. Entrevues avec les acteurs et les experts de la chaîne de production et de consommation, et aussi avec des fonctionnaires publiques, ont été effectuées pour mieux comprendre l'aspect institutionnel des biocarburants. Enfin, l'étude propose un changement aux projets de loi pour mettre en œuvre l'utilisation d'huile végétal comme combustible.

Mots-clés: agro-énergie, biodiesel, durabilité, combustible

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 – Fatores considerados na análise do óleo vegetal como alternativa combustível.</i>	13
<i>Figura 1.2 – Definição das categorias (população) para realização das amostras dos atores e especialistas a serem entrevistados.</i>	17
<i>Figura 2.1 – Tecnologia da DEUTZ para utilização de OV, Natural Fuel Engines.</i>	35
<i>Figura 2.2 – Tecnologia da John Deere para utilização de OV, Multifuel Traktor.</i>	35
<i>Figura 2.3 – Tecnologia da Biotec para utilização de OV.</i>	36
<i>Figura 3.1 – Emprego do DDT no combate a insetos transmissores de doenças.</i>	49
<i>Figura 3.2 – Matérias-primas que compõe a matriz de biodiesel.</i>	63
<i>Figura 3.3 – Cadeia de produção agroindustrial do óleo de soja.</i>	65
<i>Figura 3.4 – Ilustração da cadeia produtiva do Biodiesel (B5), tendo como matéria-prima o óleo de soja.</i>	67
<i>Figura 3.5 – Distribuição geográfica da capacidade nominal e da produção de biodiesel pelas regiões do país no ano de 2011.</i>	69
<i>Figura 3.6 – Usinas de biodiesel autorizadas, que produziram e que não produziram em 2011.</i>	70
<i>Figura 3.7 – Destinação industrial da glicerina proveniente da produção de biodiesel.</i>	78
<i>Figura 3.8 – Padrão de emissão de GEE para biocombustíveis de ciclo diesel.</i>	87
<i>Figura 3.9 – Balanço energético da produção de biocombustíveis, NER do biodiesel e óleo vegetal, com e sem a energia de “sub” e de “coprodutos”.</i>	98
<i>Figura 3.10 – Composição das matérias-primas utilizadas na fabricação do biodiesel no Brasil no ano de 2011.</i>	102
<i>Figura 3.11 – Distribuição geográfica da produção de oleaginosas pela agricultura familiar no Brasil.</i>	107
<i>Figura 3.12 – Localização das comunidades, Vila Soledade e Igarapé Açu do Moju, Pará.</i>	112
<i>Figura 3.13 – Imagens da visita de campo à Comunidade de Igarapé Açu do Moju – Pará.</i>	114
<i>Figura 3.14 – Em sentido horário: casa de geração (no alto à esquerda), gerador, rede de distribuição da comunidade e estoque de óleo de palma.</i>	116
<i>Figura 3.15 – Evolução dos preços do petrodiesel na distribuidora, do biodiesel na usina de transesterificação (leilões da ANP), e do óleo vegetal na indústria esmagadora, no período de 2005 a 2012.</i>	128
<i>Figura 3.16 – Relação entre a variação do preço dos combustíveis, diesel e óleo vegetal, e o custo de produção da soja, em R\$ / 60 kg de soja.</i>	141
<i>Figura 4.1 – Estrutura Organizacional da Comissão Executiva Interministerial do PNPB.</i>	167

Figura 4.2 – Empresas associadas à Ubrabio.	173
Figura 4.3 – Empresas associadas à Abiove.	174
Figura 4.4 – Empresas associadas à Aprobio.	174
Figura 4.5 – Empresas associadas ao Sindicom.	175
Figura 4.6 – Empresas associadas à Anfavea.	176
Figura 5.1 – Municípios onde foram realizadas as entrevistas.	191
Figura 5.2 – Síntese da opinião dos entrevistados sobre a forma como conheceram o uso de OV.	216
Figura 5.3 – Qualificação das opiniões dos entrevistados sobre a viabilidade do uso de óleo vegetal, considerando as condicionantes desta viabilidade.	217
Figura 5.4 – Infográfico com a incidência das opiniões a respeito dos aspectos ambientais da utilização do OV.	218
Figura 5.5 – Infográfico com a incidência das opiniões a respeito dos aspectos sociais da utilização do OV.	219
Figura 5.6 – Infográfico com a incidência das opiniões a respeito dos aspectos econômicos da utilização do OV.	220
Figura 5.7 – Infográfico com a opinião dos entrevistados quanto à implementação da política de uso de OV.	221
Figura 5.8 – Infográfico com a opinião dos entrevistados sobre quais atores seriam afetados com a regulamentação da política de uso de OV.	222
Figura 5.9 – Infográfico com a opinião dos entrevistados sobre qual deve o papel do governo em política de uso de OV.	223

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 3.1 – Participação das matérias-primas na produção do biodiesel para o período de 2005 a 2011.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabela 3.2 – Evolução da produção de biodiesel por região e total do país.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabela 3.3 – Distâncias médias percorridas pelo biodiesel da produção até o consumidor e média ponderada (distância e volume produzido) para o ano de 2011.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 3.4 – Produção regional e nacional de glicerina a partir da produção de biodiesel entre 2005 e 2011.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 3.5 – Consumo regional e nacional de metanol entre 2005 e 2011.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabela 3.6 – Emissões de CO₂ equivalente (t CO₂ / t biodiesel) para o óleo proveniente da soja e da palma.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabela 3.7 – Balanço energético das fases industriais de produção de óleo vegetal e biodiesel para as culturas da soja, canola e palma.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabela 3.8 – Balanço energético de algumas das principais culturas utilizadas na produção de biodiesel.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabela 3.9. Relação entre energia fóssil e renovável utilizada nas operações de extração e refino e de transesterificação.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabela 3.10 – Mercado nacional de combustíveis de ciclo diesel para o ano de 2012.....</i>	<i>124</i>
<i>Tabela 3.11 – Vendas de diesel pelas distribuidoras no Brasil entre 2002 e 2011.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabela 3.12 – Série histórica do preço médio do diesel em R\$ para o período de 2002 a 2011, retirado o efeito da inflação através do IPCA.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabela 3.13 – Histórico dos resultados obtidos na comercialização de biodiesel, do 1º ao 28º leilão organizado pela ANP.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabela 3.14 – Fator de correção para compensar o aumento do consumo específico de OV.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabela 4.1 – Evolução do mercado europeu de biodiesel de 2006 a 2013.....</i>	<i>154</i>
<i>Tabela 4.2 – Principais produtores europeus de biodiesel para o período de 2006 a 2013.....</i>	<i>154</i>
<i>Tabela 4.3 – Evolução dos impostos sobre os biocombustíveis europeus.....</i>	<i>157</i>

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1.1 – Síntese de acontecimentos importantes na história dos biocombustíveis.</i>	<i>9</i>
<i>Quadro 2.1 – Norma DIN 51605 – Padrão Alemão para produção de SVO (OV).</i>	<i>30</i>
<i>Quadro 2.2 – Possíveis alterações no funcionamento de motores de ciclo diesel submetidos ao uso de óleo vegetal e suas possíveis soluções</i>	<i>38</i>
<i>Quadro 2.3 – Síntese dos parâmetros utilizados e recomendados pelos estudos identificados na revisão bibliográfica.....</i>	<i>41</i>
<i>Quadro 3.1 – Síntese das principais diferenças entre Ecodesenvolvimento e Desenvolvimento Sustentável.</i>	<i>56</i>
<i>Quadro 3.2 – Descrição dos poluentes inventariados e regulamentados no Brasil para motores de ciclo diesel.....</i>	<i>81</i>
<i>Quadro 3.3 – Síntese dos impactos ambientais das fases de produção e uso de biocombustíveis.....</i>	<i>95</i>
<i>Quadro 3.4 – Composição dos custos de produção da soja.....</i>	<i>137</i>
<i>Quadro 5.1 – Questionário semiestruturado utilizado nas entrevistas.</i>	<i>192</i>
<i>Quadro 5.2 – Relação das categorias, entidades, atividades e siglas dos entrevistados... </i>	<i>193</i>
<i>Quadro 5.3 – Quatorze condições indicadas pelos entrevistados como condicionantes à viabilidade técnica do uso do óleo vegetal como combustível.....</i>	<i>197</i>
<i>Quadro 5.4 – Aspectos sociais destacados pelos entrevistados e número de respostas coincidentes.</i>	<i>202</i>
<i>Quadro 5.5– Descrição dos atores e motivos pelos quais os entrevistados acreditam que a política de uso de óleo vegetal pode afetar ou não estes atores.</i>	<i>211</i>

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E SIGNIFICADOS

€	Moeda Euro
aa	Ao ano
ABIOVE	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
ACV	Análise de Ciclo de Vida
AGQM	<i>Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e. v.</i>
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APROBIO	Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil
AVETEC	Sistema de Avaliação da Viabilidade Econômica de Tecnologias
BASA	Banco da Amazônia
BD	Biodiesel
BEM	Balanço Energético Nacional
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
CEN	Comitê Europeu para a Normalização
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CESE	Comitê Econômico e Social Europeu
CH ₄	Gás metano
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CIRAD	<i>La Recherche Agronomique pour le Développement</i>
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CNT	Confederação Nacional do Transporte
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Contag	Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura
CPA	Cadeias de Produção Agroindustrial
CSA	<i>Commodity system approach</i>
DC	Diesel comercial
cSt	Centistokes (1 stokes = 100 centistokes = 1 cm ² /s = 0,0001 m ² /s)
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
DNC	Departamento Nacional de Combustíveis
ECT	Economia dos Custos de Transação
ECU	Unidade de controle eletrônico
Ef	Energia fóssil
EISA	<i>Energy Independence and Security Act</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRATER	Empresa Federal de Assistência Técnica e Extensão Rural
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Er	Energia renovável

Continuação: Lista de abreviaturas, siglas, símbolos e significados

FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
GBEP	<i>Global Bioenergy Partnership</i>
GEE	Gás de efeito estufa
GIANTI	Grupo de Pesq. de Gestão do Impacto da Adoção de Novas Tecnol. da Informação
GLP	Gás liquefeito de petróleo
GTL	<i>Gas-to-Liquids</i>
HC	Hidrocarbonetos
HFCs	Hidrofluorcarbonos
IAA	Instituto do Açúcar e do Alcool
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
iLUC	<i>Indirect Land Use Change</i>
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPI	Imposto de Importação
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPVA	Imposto sobre a propriedade de veículos automotores
LUC	<i>Land Use Change</i>
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
Mha	Mega-hectare ou 1.000.000 de ha
MP	Medida Provisória
MRE	Ministério das Relações Exteriores
Mtoe	Mega tonelada de óleo equivalente
NEI	Nova Economia Institucional
NER	<i>Net Energy Ratio</i>
OV	Óleo vegetal
OVEG	Programa de Óleos Vegetais
P	Fósforo
PD	Petrodiesel
PFCs	Perfluorcarbonos
PIS/PASEP	Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PLS	Projeto de Lei do Senado
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PPE	Parcela de Preço Específica
ppm	Partes por milhão
Proálcool	Programa Nacional do Alcool
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONCOVE	Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos
PROÓLEO	Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos
RBTB	Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel

Continuação: Lista de abreviaturas, siglas, símbolos e significados

SIN	Sistema Interligado Nacional
SINDICOM	Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes
SLP	Sistema de Levantamento de Preços
SVO	<i>Straight Vegetable Oil</i>
t	Tonelada
TIPP	Imposto de consumo sobre os produtos petrolíferos
tep	Tonelada equivalente de petróleo
toe	Tonelada de óleo equivalente
UBRABIO	União Brasileira de Biodiesel e Bioquerosene
UFOP	<i>Union for Support of Oilseed and Proteinplants</i>
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ULSD	<i>Ultra low sulfur diesel</i>
USP	Universidade de São Paulo
VAT	Imposto sobre valor adicionado
VDB	<i>Association of German Biofuel Industry</i>
VPO	<i>Vegetable Pure Oil</i>

SUMÁRIO

FOLHA DE ROSTO	II
FICHA CATALOGRÁFICA	III
FOLHA DE APROVAÇÃO	IV
DEDICATÓRIA	V
AGRADECIMENTOS	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
RÉSUMÉ	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE QUADROS	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E SIGNIFICADOS	XIV
SUMÁRIO	XVII
INTRODUÇÃO GERAL E METODOLOGIA	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 CONVENÇÕES QUANTO AOS CONCEITOS E NOMECLATURAS	2
1.2 A ESTRATÉGIA ENERGÉTICA BRASILEIRA	3
1.3 BREVE HISTÓRICO SOBRE BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL.....	5
2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	10
3 OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESES	11
4.1 JUSTIFICATIVA.....	11
4.2 HIPÓTESE.....	12
5 METODOLOGIA	12
5.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
5.2 FASES DO TRABALHO E DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO AMOSTRAL	16
5.3 APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS	18
CAPÍTULO II – ÓLEOS COMBUSTÍVEIS: AMBIENTE TECNOLÓGICO	20
1 INTRODUÇÃO	21
2 ESPECIFICIDADES TÉCNICAS DOS ÓLEOS VEGETAIS	23
2.1 ASPECTOS TÉCNICOS DA UTILIZAÇÃO DO BIODIESEL.....	25
2.2 ASPECTOS TÉCNICOS DA UTILIZAÇÃO DO ÓLEO VEGETAL – OV	27
2.2.1 Aptidão e Adequação (kit adaptação)	31
2.2.2 Manutenção e longevidade dos motores.....	36

3 ANÁLISES E DISCUSSÕES A RESPEITO DO AMBIENTE TECNOLÓGICO DOS ÓLEOS COMBUSTÍVEIS	39
4 CONCLUSÕES SOBRE O AMBIENTE TECNOLÓGICO DOS ÓLEOS COMBUSTÍVEIS	43
CAPÍTULO III – SUSTENTABILIDADE DAS CADEIAS PRODUTIVAS DE ÓLEO VEGETAL COMBUSTÍVEL	45
1 REFERENCIAL TEÓRICO	46
1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	46
1.2 REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE CADEIAS DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL – CPA	59
2 CADEIAS PRODUTIVAS DOS BIO-ÓLEOS	62
2.1 CADEIA PRODUTIVA AGROINDUSTRIAL DO ÓLEO DE SOJA	64
2.2 CADEIA PRODUTIVA AGROINDUSTRIAL DO BIODIESEL DE SOJA	66
3 SUSTENTABILIDADE DOS BIOCOMBUSTÍVEIS – ASPECTOS AMBIENTAIS	72
3.1 IMPACTOS DAS FASES DE PRODUÇÃO	73
3.1.1 Impactos da etapa de produção agrícola	75
3.1.2 Impactos da etapa de produção industrial	77
3.2 EMISSÕES DE POLUENTES	80
3.3 EMISSÃO DE GEE	84
3.4 BALANÇO ENERGÉTICO	90
3.5 ANÁLISES E DISCUSSÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	93
4 SUSTENTABILIDADE DOS BIOCOMBUSTÍVEIS – ASPECTOS SOCIAIS	100
4.1 RISCO À PRODUÇÃO DE ALIMENTOS	100
4.2 AUTONOMIA ENERGÉTICA	103
4.3 GERAÇÃO DE TRABALHO E RENDA NO CAMPO	104
4.4 SELO SOCIAL	108
4.5 USO DE OV PELA COMUNIDADE DE IGARAPÉ AÇU DO MOJU – PA	111
4.5.1 Descrição do projeto de uso de OV	112
4.5.2 A visita à Comunidade	113
4.5.3 O projeto pela Comunidade	114
4.5.4 Benefícios do projeto de eletrificação na comunidade	116
4.5.5 Dificuldades encontradas no projeto	118
4.5.6 Discussões sobre o projeto de uso do OV em Igarapé Açú do Moju	119
4.6 ANÁLISES E DISCUSSÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE SOCIAL	121
5 SUSTENTABILIDADE DOS BIOCOMBUSTÍVEIS – ASPECTOS ECONÔMICOS	123
5.1 OS COMBUSTÍVEIS PARA O SETOR AGROPECUÁRIO	123
5.1.1 O mercado do diesel	123
5.1.2 O mercado do biodiesel	126
5.2 IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS DO USO DE COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS	128
5.2.1 Custos de adaptação	130
5.3 BIOCOMBUSTÍVEIS – ASPECTOS TRIBUTÁRIOS	131
5.3.1 Tributação de combustíveis	131
5.3.2 Tributação do Biodiesel	132
5.4 ANÁLISE ECONÔMICA A PARTIR DE UM MODELO	133
5.4.1 Os Custos de Produção	134
5.4.2 Utilização do Método adotado pela CONAB	135
5.4.2.1 Máquinas e implementos agrícolas	137
5.4.2.2 A hora/máquina	138
5.4.2.3 A manutenção	139
5.4.3 Resultados	140
5.5 ANÁLISES E DISCUSSÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA	142
6 CONCLUSÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE DAS CADEIAS	143

CAPÍTULO IV – ÓLEOS COMBUSTÍVEIS: AMBIENTE INSTITUCIONAL	146
1 INTRODUÇÃO.....	147
2 REFERENCIAL TEÓRICO	148
3 O AMBIENTE INSTITUCIONAL DOS ÓLEOS COMBUSTÍVEIS	152
3.1 PANORAMA INTERNACIONAL DOS ÓLEOS VEGETAIS COMBUSTÍVEIS	152
3.1.1 Alemanha	156
3.1.2 França	157
3.1.3 Itália.....	159
3.1.4 Reino Unido.....	159
3.1.5 Portugal	160
3.1.6 EUA.....	160
3.2 AMBIENTE INSTITUCIONAL DOS BIOCOMBUSTÍVEIS DE CICLO DIESEL NO BRASIL	161
3.2.1 Política Energética Nacional e o Mercado de Combustíveis.....	163
3.2.2 Marco regulatório do biodiesel	165
3.2.3 Marco Regulatório do Óleo Vegetal	168
3.2.4 Organizações na cadeia dos biocombustíveis de ciclo diesel no Brasil	172
4 ANÁLISES E DISCUSSÕES.....	176
4.1 PNPB CONSIDERAÇÕES A PARTIR DA NEI	177
4.2 AS POLÍTICAS PÚBLICAS COMO FORMA DE INFLUÊNCIA DO ESTADO	178
4.3 INCOMPATIBILIDADES DA ESTRATÉGIA FÓSSIL REPLICADA AOS BIOCOMBUSTÍVEIS	179
4.4 A POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS E OS CONFLITOS DE INTERESSES.....	180
4.4.1 Governo.....	182
4.4.2 Iniciativa Privada	183
5 CONCLUSÕES SOBRE O AMBIENTE INSTITUCIONAL	185
CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO.....	187
1 INTRODUÇÃO.....	187
2 OBJETIVOS E MÉTODO.....	188
2.1 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DAS INFORMAÇÕES DE CAMPO	190
2.2 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS DE CAMPO	193
3 – ANÁLISE DE CONTEÚDO.....	195
3.1 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS E DISCUSSÕES.....	195
3.1.1 – Conhece a possibilidade do uso de óleo vegetal (OV) como combustível (sem transesterificar). Em caso positivo, como?	196
3.1.2 Qual sua opinião sobre a viabilidade técnica do uso de OV como combustível?.....	197
3.1.3 Qual sua opinião sobre os aspectos ambientais do uso de OV como combustível?	200
3.1.4 Qual sua opinião sobre os aspectos sociais do uso de OV como combustível?	201
3.1.5 – Qual sua opinião sobre a viabilidade econômica do uso de OV como combustível?.....	203
3.1.6 Qual sua opinião sobre a implementação de política de uso de óleo vegetal como combustível?	205
3.1.7 Na sua opinião, qual deve ser o papel do estado quanto à utilização do óleo vegetal combustível?	206
3.1.8 Na sua opinião a implementação da política de óleo vegetal combustível afeta os atuais atores do setor? Se sim, quais e como?	209
3.1.9 Comentário geral:.....	213
3.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO A PARTIR DO SPHYNX.....	215
4 CONCLUSÕES	224
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	226
1 AVALIAÇÃO GERAL DO ESTUDO	226
1.1 VIABILIDADE TÉCNICA / TECNOLÓGICA.....	226

1.2 SUSTENTABILIDADE DAS CADEIAS PRODUTIVAS	227
1.3 AMBIENTE INSTITUCIONAL	228
2 PROPOSIÇÃO DE POLÍTICA PÚBLICA.....	229
3 SUGESTÃO PARA NOVOS ESTUDOS.....	230
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	<i>231</i>
<i>ANEXO</i>	<i>251</i>

INTRODUÇÃO GERAL E METODOLOGIA

1 INTRODUÇÃO GERAL

O vigente modelo de desenvolvimento, fundamentado em bases capitalistas de produção industrial e na sociedade voltada ao consumo de bens materiais, vem provocando profundas alterações ambientais. O estilo de vida da sociedade contemporânea é responsável por grande pressão sobre os ecossistemas, tanto devido à exploração irracional de recursos naturais quanto pelas consequências deletérias da disposição dos resíduos, resultados do modelo escolhido pela sociedade. Além do mais, a ocorrência de graves acidentes ambientais relacionados às atividades industriais tem contribuído frequentemente para a destruição dos ambientes naturais. Tamanha pressão sobre os ecossistemas fez com que muitos destes já demonstrassem fortes sinais de irreversível degradação.

Por meio da degradação isolada de ecossistemas, ao contrário do que se pensava, a humanidade não chegou a causar impactos que representassem um risco antrópico à biosfera. Por outro lado, não tardou para que a sociedade começasse a sentir sintomas de outros tipos de degradação ambiental, cuja ação é mais lenta, com efeitos de longo prazo e abrangência global, com consequências que afetam indiscriminadamente países ricos e pobres, e que não reconhece fronteiras políticas nem geográficas: as mudanças climáticas.

Tais alterações climáticas, decorrentes das emissões antrópicas de gases de efeito estufa – GEE, são fruto da demanda por recursos naturais das sociedades modernas. A energia, por sua vez, representa um dos recursos naturais mais consumidos, sendo que, na atual conjuntura, a sua composição majoritária é de fontes não renováveis. Dentre estas fontes, as do tipo fósseis são responsáveis em grande parte pelo aumento das concentrações dos GEE e de poluentes na atmosfera. Além do mais, as operações ligadas à produção, ao transporte e ao consumo de energia são ainda causadoras de importantes acidentes ambientais registrados na história da humanidade, como os grandes derramamentos de petróleo e as explosões em usinas termonucleares (GOLDEMBERG e VILLANUEVA, 2003).

Frente aos prejuízos sociais e ao desequilíbrio ecológico que as alterações climáticas podem provocar, caso mantido o padrão atual de emissão de GEE, a sociedade vem buscando alternativas ao consumo de combustíveis fósseis. Esta busca de alternativas

incitou alterações na matriz energética, no sentido da utilização de fontes que sejam renováveis e de menor potencial de emissão de GEE. Nesse sentido, os biocombustíveis surgem como alternativa de vetores energéticos para serem utilizados em substituição aos derivados de petróleo, trazendo assim consigo a promessa de maior sustentabilidade.

Dentre as alternativas de biocombustíveis, o biodiesel (BD) representa a principal delas para a substituição do diesel de petróleo (petrodiesel – PD). Este biocombustível está amparado pelo PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, um marco regulatório que, entre outros aspectos, prevê a mistura compulsória do BD ao PD. O PNPB também concede subsídios fiscais quando a produção, comprovadamente, fizer uso de matérias-primas provenientes da agricultura familiar. Outra possibilidade para os mesmos tipos de motores que utilizam o BD, motores de ciclo diesel, seria a utilização do óleo vegetal direto, ou seja, sem ser transformado em biodiesel. Tal alternativa é adotada oficialmente fora do Brasil, e domesticamente de forma irregular, o que torna importante um aprofundamento teórico sobre a questão.

Portanto, este estudo avalia a possibilidade da utilização de óleos vegetais (OV) “*in natura*” como alternativa de substituição do diesel, em complemento à política de biodiesel e para determinadas condições. O uso em grande escala de óleos vegetais não transformados em biodiesel (sem transesterificar) já foi regulamentado há mais de uma década em países como Alemanha e Áustria. No Brasil, já existiram programas de governo com o intuito de desenvolver e fomentar o uso de óleos vegetais, em especial em momentos de elevação do preço do petróleo. Faz-se então interessante contextualizar a estratégia energética brasileira, assim como um resgate das principais iniciativas ligadas à produção de biocombustíveis.

1.1 CONVENÇÕES QUANTO AOS CONCEITOS E NOMECLATURAS

Antes de tudo, é importante convencionar algumas nomenclaturas referentes a conceitos que são utilizados, especialmente em relação aos combustíveis. A nomenclatura utilizada no trabalho não é oficial nem tampouco consagrada, mas tem objetivo de discriminar os combustíveis aqui tratados, facilitando o entendimento do que se propõe no estudo.

OV – óleo vegetal: refere-se aos óleos de origem vegetal que são aptos à utilização como combustíveis. Estes óleos necessitam de processamento mínimo, que consiste, ao

menos, na filtração e em alguns casos, quando necessária, também a degomagem¹. Não se optou pela nomenclatura de óleo *in natura* por entender que esta não seria adequada, uma vez que óleos nesse estado podem possuir muitas impurezas e substâncias que danificam os equipamentos que as utilizarem. Alguns autores optam por denominar óleo vegetal refinado, o que também pode não ser o melhor formato, pois o refino do óleo consiste em etapas que não são necessárias para sua utilização como combustível.

BD – biodiesel: é o combustível proveniente de processos de transesterificação, esterificação, craqueamento, entre outros métodos de produção. Ele consiste em monoalquilésteres de ácidos graxos de óleos vegetais ou de gorduras animais. O consumidor final não tem acesso a este produto como combustível, sua utilização ocorre com ele diluído no diesel de petróleo. A legislação vigente torna compulsória a mistura de 5% de biodiesel no diesel mineral (B5).

PD – petrodiesel: no contexto deste estudo, representa o óleo mineral proveniente do petróleo. Ele é composto por hidrocarbonetos do grupo das parafinas, naftalenos, olefinas e aromáticos, possuindo hidrocarbonetos com cerca de 12 a 18 átomos de carbono. No Brasil, o petrodiesel puro não é mais comercializado para consumidores finais devido à obrigatoriedade da adição de 5% de biodiesel. Portanto, até ocorrer a mistura nas distribuidoras, o óleo diesel contém apenas a porção mineral, daí em diante ele não é mais exclusivamente mineral, no caso do Brasil.

DC – trata-se do diesel comercial, que é o produto que se encontra nos postos de abastecimento, disponível ao consumidor final. Este produto contém 95% de diesel de petróleo e 5% de biodiesel, sendo denominado Diesel B5. Mesmo com as variações nos teores de enxofre que são definidas por legislação, a proporção de biodiesel não deve ser alterada no combustível comercial.

1.2 A ESTRATÉGIA ENERGÉTICA BRASILEIRA

O Brasil ao longo do século XX vivenciou intenso desenvolvimento econômico, com expressivo processo de industrialização, crescimento demográfico, urbanização, o que teve reflexos na demanda energética. Analisando dados de população e de consumo, a partir de 1970, pode-se notar que o consumo de energia cresceu acima da população. Segundo Tolmasquim *et al.* (2007), no início da década de 1970, a demanda de energia primária não chegava a 70 milhões de tep (tonelada de equivalente petróleo), enquanto a população era

¹ É a remoção de fosfolípidos (gomas), proteínas e substâncias coloidais; deve ser realizada logo após a extração para evitar que os fosfolípidos hidratáveis reajam com a umidade proveniente do ar, formando gomas nos tanques de armazenagem.

de 93 milhões de habitantes. Já nos anos 2000, a demanda de energia quase triplicou, alcançando 190 milhões de tep, enquanto a população chegava aos 170 milhões de habitantes.

Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, ao menos um terço da oferta interna de energia ainda continuará sendo atendida pelo petróleo e seus derivados. Em 1970, a participação do petróleo era de 34%, em 2000 se elevou para 46% e, no ano de 2030, segundo as estimativas do Brasil (2005), estes valores devem recuar para 31%, embora em termos absolutos ainda tenham aumentado. De forma geral, a oferta de energia tem se alterado desde 1970, naturalmente acompanhando a transformação da demanda.

Na sociedade predominantemente rural de 1940, a lenha fornecia mais de 75% da energia primária utilizada no país, enquanto o petróleo contribuía apenas com 9%, o carvão mineral e a hidroeletricidade contribuíram, ambos, com 7%. Ainda na década de 1970, a lenha fornecia quase metade na energia consumida no país (46%). Dos anos de 1980 até os anos 2000, a participação do petróleo vem a se consolidar entre os 40 e 50%, enquanto a eletricidade sobe para cerca de 16%; a lenha, por sua vez, passa a representar apenas 8% (BRASIL, 2005).

A expectativa de queda no consumo de derivados de petróleo para o ano de 2030 aconteceria em virtude do aumento da participação da agroenergia, especialmente com relação ao etanol e ao biodiesel, voltados ao setor de transportes. A expectativa do governo é de que os hidrocarbonetos reduzam sua participação na geração elétrica, porém, os chamados destilados médios, como gasolina e GLP, tenderiam a dobrar sua participação nos próximos 25 anos em virtude da demanda do setor de transportes e consumo doméstico. Enquanto isso, o consumo de óleo combustível aumentaria apenas 15% até 2030.

O atendimento à demanda por derivados leves se daria por meio do aumento da capacidade de refino nacional, que deve aumentar de 2 milhões de barris por dia em 2005 para 3,8 milhões em 2030. A agroenergia também é foco das diretrizes da política nacional de energia, tanto que os Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; de Ciência, Tecnologia e Inovação; de Minas e Energia e de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, publicaram as diretrizes da política de agroenergia (EPE, 2007).

A Política de Agroenergia se baseia em quatro linhas prioritárias: etanol, biodiesel, florestas energéticas cultivadas e resíduos agrofloretais. Os objetivos da política são a expansão do etanol; a consolidação e expansão da cadeia do biodiesel; o aproveitamento de resíduos e a expansão de florestas energéticas cultivadas. A política ainda destaca a conciliação desses objetivos com: a produção de alimentos; o desenvolvimento tecnológico;

a geração de emprego e renda, buscando ainda a sustentabilidade dos sistemas produtivos e a valorização das vocações regionais (EPE, 2007).

As projeções do Ministério das Minas e Energia, realizadas a partir dos estudos desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), demonstrou que a tendência dos últimos 30 anos deverá ser mantida. Ou seja, continuará ocorrendo forte crescimento do consumo total de energia primária no Brasil nas próximas décadas. Quando realizadas as projeções, a expectativa de crescimento da economia era em média de 4,1% aa, o que continuaria impulsionando o crescimento do consumo de energia. Segundo o Plano Nacional de Energia (EPE, 2007), entre 2005 e 2015, a oferta interna de energia deve aumentar 65%, entre 2015 e 2025, 34,3% e entre 2025 e 2030, 17%.

1.3 BREVE HISTÓRICO SOBRE BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL

Principal biocombustível utilizado atualmente no Brasil, o etanol, surgiu da atividade de produção açucareira. A produção de açúcar no Brasil tem registro do seu primeiro engenho em 1515, tendo crescido rapidamente com a demanda europeia do produto (BYE *et al.*, 1993). A produção de álcool com finalidades combustíveis veio ocorrer muito mais tarde, por volta de 1930, quando foi criado o IAA, no intuito de resolver os problemas da cadeia sucroalcooleira (VIAN, 2006). Ainda nessa fase, o etanol representava um produto secundário, produzido especialmente a partir do melado residual do açúcar.

Foi apenas na ocasião do primeiro choque do petróleo que o interesse pelo etanol foi despertado. Na ocasião, o preço do barril se elevou de US\$ 2,91 em setembro de 1973 para US\$ 12,45 em março de 1974, período em que o Brasil importava 79% de suas necessidades internas de petróleo (FERNANDES, 1984). Tais elevações de preço foram as principais responsáveis pelo acentuado crescimento dos desembolsos com a importação de derivados de petróleo, que passaram de US\$ 0,6 bilhão em 1973 para US\$ 2,6 bilhões em 1974, chegando a US\$ 10,6 bilhões no início da década de 1980 (BORGES, 1988 *apud* FARINA e ZYLBERSZTAJN, 1998). Como medida para reduzir a dependência do petróleo importado, o governo federal lançou no ano de 1975, através do decreto 76.593, o Programa Nacional do Álcool - PROÁLCOOL.

O programa teve na crise internacional do petróleo a principal motivação de sua criação, especialmente devido às consequências que o aumento do preço internacional do petróleo teve sobre a balança comercial. A dependência externa de energia, aspectos de segurança nacional e a crise da economia açucareira mundial foram outros fatores motivadores de sua criação. Por sua vez, o Proálcool pode ser dividido em três fases. A

primeira delas se baseou na capacidade do setor açucareiro de produzir etanol por meio da implantação de destilarias anexas a usinas de açúcar. Nessa fase, políticas de crédito favoráveis tanto para indústrias quanto para produtores agrícolas também foram importantes para impulsionar a produção. A aquisição do etanol também era garantida pela Petrobras, que passou a adicioná-lo à gasolina na proporção de 20%.

A segunda fase do Proálcool foi caracterizada pelo agravamento da situação de abastecimento e de preços do petróleo (segundo choque). Marca essa fase a liberação da construção de destilarias autônomas², criadas diante da preocupação do governo brasileiro com o atendimento da demanda crescente pelo álcool. Em 1979, foram ampliados os objetivos do Programa, com metas que, para meados da década, quase alcançavam a produção de 11 bilhões de litros de etanol hidratado (PAMPLONA, 1984).

Nessa fase, o foco principal era o etanol para veículos adaptados, portanto, não apenas como aditivo da gasolina. Este fato exigira a adaptação da linha de produção do setor automobilístico, da rede de distribuição e do comportamento dos consumidores, que passaram a aceitar um produto novo, ainda em fase de desenvolvimento. O êxito superaria todas as previsões, sendo que na próxima década (1984) os carros a álcool chegariam a representar até 94,4% da produção das montadoras. É interessante destacar que, por meio da expansão das destilarias autônomas, disseminou-se a produção de cana-de-açúcar por todo o país.

Então, na década de 1980, ocorreu a consolidação do etanol como efetivo substituto à gasolina (FARINA e ZYLBERSZTAJN, 1998), dando início à terceira fase do Proálcool. Apesar das metas de produção continuarem crescendo, um recuo no preço do petróleo fez reduzir os preços da gasolina, e conseqüentemente do etanol. Este fato, somado à alta no preço do açúcar, fez as indústrias direcionarem sua produção para este último produto, provocando escassez de álcool no mercado interno.

Segundo Farina e Zylbersztajn (1998), os problemas de oferta do etanol abalaram a confiança dos consumidores do “carro a álcool”, provocando drástica queda nas vendas deste tipo de veículo. As vendas anuais que em 1988 representavam 88,4% da opção dos compradores já no ano seguinte caíram para 61%, e em 1990 para 19,9%, chegando em 1996 a ser apenas 0,3% das opções dos consumidores. De toda forma, o Proálcool foi o maior e mais duradouro programa de substituição de combustíveis fósseis por biocombustível que já havia sido implantado no mundo.

² Indústrias dedicadas exclusivamente à produção de etanol.

O caso brasileiro chamava atenção internacionalmente, e no final da década de 1970 o Brasil conseguiu empréstimo do Banco Mundial para apoiar a produção de etanol. Por um lado o banco se apresentava interessado em conhecer mais sobre o único grande programa de biocombustíveis do mundo, e por outro o Brasil tomou este empréstimo como um “certificado de viabilidade econômica” do programa. Mesmo com fortes subsídios do estado, o que contradizia sua viabilidade econômica, é inquestionável o efeito positivo ao desenvolvimento nacional promovido pelo Proálcool. O impulso à indústria nacional de bens de capital voltadas a este tipo de atividade é um dos exemplos mais pronunciados desses efeitos (NITSCH, 1991).

Os velhos interesses da aristocracia açucareira não foram a única força motora do programa do etanol. O problema de falta de combustível afetava grupos igualmente influentes, como os ligados à indústria de petróleo, à indústria de automóveis e ao setor de transporte. Tais grupos tentavam desesperadamente manter o ímpeto do “modelo brasileiro” do início dos anos 1970, em que o automóvel assumia papel de destaque como símbolo do “Novo Brasil”, um país que queimava etapas do desenvolvimento.

Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de etanol, tendo sido superado apenas em 2005 pelos EUA, no entanto, o Brasil ainda é o maior exportador deste produto. Merece destaque o fato de que em 2003 foi lançado o veículo *flex* no Brasil, esta tecnologia possibilita o funcionamento do motor tanto com etanol, quanto com gasolina, ou qualquer mistura entre eles. Nos anos de 2010, 95% dos carros novos vendidos no país já eram flex. O atual mercado de etanol no Brasil divide-se entre o etanol hidratado, que é o que se adquire nos postos de abastecimento, e o etanol anidro, utilizado como aditivo da gasolina na proporção de 25%.

O segundo grande programa brasileiro de biocombustíveis, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi lançado em 2004, aproveitando-se da vasta experiência acumulada pelo programa anterior. O objetivo foi introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional. O programa definiu o arcabouço legal e regulatório, desenvolveu o modelo tributário e os mecanismos para inclusão da agricultura familiar. As premissas do programa eram: o aproveitamento das oleaginosas de acordo com as diversidades regionais; a segurança de abastecimento para o novo combustível; a garantia de qualidade para o consumidor; e a busca da competitividade frente ao diesel de petróleo (BRASIL, 2013^d).

A principal garantia da inclusão social no PNPB ocorre por meio do Selo Combustível Social. Este selo garante a participação da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel, estabelecendo percentuais mínimos de matéria-prima provenientes de agricultores

familiares e a prestação de assistência técnica a estes. As empresas detentoras do Selo Combustível Social podem ter redução parcial ou total de tributos federais.

Por meio da lei que tornou compulsória a mistura do biodiesel ao petrodiesel, criou-se demanda imediata ao produto, promovendo-se franca expansão do seu parque industrial. Praticamente seis anos após a regulamentação do uso de BD já estavam autorizadas a operarem no país 56 unidades, com capacidade nominal total de 6 bilhões de litros/ano. No ano seguinte à implantação do PNPB, 2005, a produção nacional era de 736 m³, chegando em 2011 a 2,67 milhões de m³ (ANP, 2012). Esta produção inicialmente atendia a mistura optativa de 2%, no entanto, o sucesso da oferta fez com que já a partir de 2010 a mistura fosse de 5%, agora compulsória.

A comercialização do biodiesel se dá por meio de leilões públicos, promovidos pela ANP, que têm por objetivo conferir suporte econômico à cadeia produtiva do biodiesel e contribuir para o atendimento das diretrizes do PNPB. Segundo o próprio governo, este rígido controle do estado visa criar condições para a gradativa consolidação do setor, até que este possa se inserir em mercados mais livres, competitivos e com menor risco de comprometer os objetivos, especialmente os relativos à inclusão social e redução de disparidades regionais (BRASIL, 2013^d).

Toda comercialização de biodiesel se dá por meio destes leilões e, diferentemente do etanol, a política do biodiesel não permitiu o seu uso em veículos exclusivos. Nesse caso, praticamente toda a produção se destina ao atendimento da demanda ocasionada pela obrigatoriedade da mistura de biodiesel ao petrodiesel, que gera o Diesel B5. Somente para algumas condições é autorizada a mistura de 20%, como para frotas cativas. A alegação para este fato é que teores acima de 20% poderiam afetar os motores, pois não seriam aptos a tal mistura.

A viabilidade econômica do biodiesel é, porém, questionável. Pois nas atuais circunstâncias de preços de mercado (ano de 2013), o biodiesel é mais custoso que o petrodiesel, apresentando ainda menor rendimento que o óleo mineral. No entanto, os aspectos sociais e ambientais do programa são suas bases de sustentação, subsidiando sua produção através da redução de impostos e da criação da demanda compulsória. O Quadro 1.1 traz um breve histórico de eventos importantes relacionados aos biocombustíveis.

Quadro 1.1 – Síntese de acontecimentos importantes na história dos biocombustíveis.

Síntese de importantes fatos na história dos biocombustíveis.

1900: 1º. ensaio com motor movido a óleo vegetal - Rudolf Diesel, Paris;
1937: 1ª. patente a óleos vegetal combustível (G. Chavanne) Bélgica;
1938: 1º. registro de uso comercial de óleo vegetal combustível: ônibus de passageiros da linha Bruxelas-Lovaina;
1939-1945: Registros de uso comercial de óleos vegetais na frota de guerra;
1975: Lançamento do Proálcool e Pró-óleo no Brasil;
1980: Depósito da 1ª Patente de biodiesel no Brasil - Dr. Expedito Parente;
1983: Governo lança OVEG testando misturas de óleo vegetal ao diesel;
1988: Início da produção de biodiesel na Áustria e França e 1º. registro do uso da palavra "biodiesel" na literatura;
1997: EUA aprovam biodiesel como combustível alternativo;
1998: Setores de P&D no Brasil retomam os projetos para uso do biodiesel;
2002: Alemanha ultrapassa 1 milhão ton/ano de produção;
08/2003: ANP (240) regulamentação de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos não especificados no país;
12/2003: Instituída a Comissão Executiva Interministerial (CEI) e Grupo Gestor (GG), encarregados das ações para produção e uso de biodiesel;
12/2004: Lançamento oficial do PNPB pelo Governo Federal;
01/2005: Lei 11.097 autoriza a introdução do biodiesel na matriz energética;
02/2005: IN 516 sobre registro para produtores e importadores de biodiesel;
03/2005: IN 526 sobre regimes de contribuição para o PIS/PASEP e Cofins;
03/2005: Inaugura primeira usina e posto revendedor de biodiesel;
03/2005: Adição facultativa de 2% de biodiesel ao petrodiesel;
01/2008: Início da obrigatoriedade de 2% de biodiesel ao petrodiesel;
06/2008: Autorizado aumento para 3%;
07/2009: Autorizado o aumento para 4%;
01/2010: Torna-se obrigatória a mistura de 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de: Rathmann *et al.* (2005), BiodieselBR (2013) e Távora (2011).

Novamente, no início dos anos 2000, os elevados preços do petrodiesel e os baixos preços dos óleos vegetais, à época, reavivaram o interesse pelo seu uso como combustível em algumas regiões do país. Como a produção de biodiesel é extremamente regulamentada, exigindo ainda escalas indústrias para ter um mínimo de economicidade, foi comum o uso do óleo vegetal (sem ser transformado em biodiesel) em localidades onde o preço deste estivesse inferior ao do petrodiesel. Por sua vez, o uso do óleo vegetal sem as adaptações recomendadas tem sido questionado com relação à possibilidade de causar danos aos motores, ou até mesmo piorar as emissões atmosféricas. Esta prática não está autorizada no país, no entanto, existem projetos de lei em tramitação no Congresso Federal que poderiam regulamentá-la.

Assim, a questão central do trabalho é a compreensão do que representaria o uso de óleo vegetal como mais uma alternativa de biocombustível em substituição aos combustíveis de origem fóssil e em complementaridade ao BD. Nesse sentido, o trabalho analisou aspectos da sustentabilidade das alternativas de biocombustível para ciclo diesel e buscou esclarecer os motivos para a existência de um programa nacional de BD, enquanto o uso do OV não é regulamentado. Além de analisar as vantagens e riscos do uso destas alternativas, abordando aspectos ambientais, sociais, econômicos, tecnológicos e institucionais, o estudo busca propor alternativa às atuais propostas de políticas de regulamentação do OV.

2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Para Gil (1999), a formulação de um problema é essencial para orientar a investigação científica, para tanto, ele destaca três indagações que devem ser contempladas na problemática a ser estudada:

- 1 – Como se apresenta o problema?
- 2 – Quais são as suas causas? e
- 3 – Quais são as suas consequências?

Assim, os problemas investigados são:

- 1 – Existe viabilidade técnica do uso de óleo vegetal como combustível a partir das tecnologias atuais?
- 2 – O óleo vegetal é uma alternativa sustentável de biocombustível de ciclo diesel?
- 3 – Como o ambiente institucional influencia na política de uso de óleo vegetal combustível?

3 OBJETIVOS

Para o êxito deste trabalho se buscou alcançar os seguintes objetivos:

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a sustentabilidade tecnológica, ambiental, social, econômica e institucional do uso de óleo vegetal combustível no Brasil.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Avaliar a atual viabilidade técnica e as potenciais tecnologias para o uso de óleo vegetal combustível em motores de ciclo diesel;

3.2.2 Analisar, a partir dos aspectos ambiental, social e econômico, a sustentabilidade da adoção de óleo vegetal como alternativa de combustível de ciclo diesel;

3.2.3 Identificar os atores, o marco regulatório e as principais políticas públicas relativas aos biocombustíveis de ciclo diesel;

3.2.4 Avaliar como o ambiente institucional influenciou a política pública de uso de óleo vegetal;

3.2.5 Analisar a percepção dos atores envolvidos na cadeia produtiva dos óleos combustíveis com relação ao uso de OV como combustível.

4 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESES

4.1 JUSTIFICATIVA

Caso se mostre mais sustentável ambientalmente, e competitivo economicamente, as possibilidades de ganhos sociais serão efetivas, de modo que se justifica o aprofundamento no tema. Portanto, o trabalho é relevante por tratar de um tema com poucos estudos e com potencial de subsidiar a formulação de políticas públicas com importantes impactos ambientais, econômicos e sociais.

4.2 HIPÓTESE

O trabalho assume a seguinte hipótese:

Do ponto de vista técnico, ambiental, social e econômico, o uso de óleo vegetal como combustível de motores de ciclo diesel, para determinadas condições, se apresenta viável, no entanto, seu uso é preterido porque diverge dos interesses do governo e de grandes corporações que dominam a área energética, especialmente a de combustíveis.

5 METODOLOGIA

O presente trabalho, desenvolvido no Centro de Desenvolvimento Sustentável, foi realizado a partir de uma ótica interdisciplinar, conforme proposta do programa. Assim, ao longo do desenvolvimento dos capítulos, diferentes conceitos e teorias são utilizados, como também diferentes ferramentas de análise. A lógica geral do trabalho baseia-se na consideração de cinco fatores para análise e compreensão dos biocombustíveis, Figura 1.1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 1.1 – Fatores considerados na análise do óleo vegetal como alternativa combustível.

A partir do conceito de sustentabilidade de biocombustíveis adotado pelo GBEP³, um combustível pode ser considerado como sustentável quando atende minimamente a três condições: ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável. Para compreender melhor o uso do óleo vegetal como alternativa combustível, dois fatores de análise foram ainda agregados a estes três primeiros: o ambiente institucional, que se refere ao posicionamento das organizações e ao papel dos principais atores na definição das regras do jogo; e o ambiente tecnológico que consiste na análise técnica de sua viabilidade e na prospecção e avaliação de tecnologias para o uso do OV combustível.

³ O GBEP – *Global Bioenergy Partnership*, representa o fórum internacional de discussão sobre sustentabilidade dos biocombustíveis com maior representatividade em termos de participação, contando com países desenvolvidos e em desenvolvimento. O grupo ainda conta com diversos atores internacionais dentre eles governos, empresas, sociedade civil etc. Seu objetivo é promover a produção e consumo de bioenergia e o desenvolvimento sustentável.

Portanto, a lógica do trabalho, em sua sequência de capítulos, busca primeiramente trazer elementos que confirmem, ou não, a viabilidade técnica do uso do óleo vegetal como alternativa combustível (ambiente tecnológico). Em seguida se buscou avaliar se esta alternativa é sustentável, o que foi feito partindo-se da análise das cadeias produtivas do biodiesel e do óleo vegetal, e da avaliação da sustentabilidade do uso do OV a partir dos critérios: econômico, ambiental e social. O quarto capítulo vem então descrever o ambiente institucional, trazendo elementos que contextualizam a política de uso de óleo vegetal combustível.

Finalizando os capítulos analíticos, são apresentados os resultados da pesquisa de campo, que foi realizada com especialistas e atores que influenciam e são afetados pelo ambiente institucional, e que retrata as percepções quanto ao uso de óleo vegetal combustível. Estes atores foram categorizados nos diferentes setores e segmentos que conformam o ambiente institucional.

5.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Determinados fenômenos não podem ser explicados de forma isolada, o que é fruto de sua complexidade. Portanto, para que não se excluam objetos complexos das análises em estudos empíricos, não se pode contar apenas com modelos que apresentem nítidas relações de causa e efeito, geralmente trabalhados como pesquisas quantitativas. Flick (2004) sugere que uma solução para este dilema pode ser a utilização da pesquisa qualitativa. Com ela, pode-se planejar métodos tão abertos que façam justiça à complexidade do objeto em estudo, como no caso das interações de sujeitos e organizações na vida cotidiana. Flick (2004) ainda complementa que, nesses casos, o objeto em estudo passa a ser o fator determinante para a escolha do método, e não o contrário.

Portanto, na realização deste trabalho foi utilizado o método de pesquisa qualitativa, o qual se mostra mais adequado ao objetivo do trabalho, pois se trata da análise de uma realidade complexa. Tal complexidade torna-se ainda maior quando se considera o olhar multidisciplinar sobre o objeto “biocombustíveis”, que no trabalho foi analisado quanto a cinco diferentes aspectos (ambiental, econômico, social, tecnológico e institucional). Gil (2007), de maneira didática, classifica as pesquisas em diferentes tipos, fundamentado nos objetivos e nos procedimentos técnicos utilizados. Com relação aos seus objetivos, segundo esta proposta, o presente trabalho pode ser entendido como sendo uma pesquisa exploratória e explicativa:

Exploratória – pois proporciona maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e contribuindo na construção das hipóteses, sendo este, um tipo de pesquisa útil no aprimoramento de ideias.

Explicativa – por ter como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para ocorrência de fenômenos. Este tipo de pesquisa é reconhecido por aprofundar o conhecimento da realidade, explicando as razões e a maneira como determinados fenômenos acontecem.

Já com relação aos procedimentos técnicos utilizados, pela proposta desse autor (Gil, 2007), o trabalho poderia ser classificado como um Estudo de Campo. Este tipo de estudo procura fazer um aprofundamento sobre as questões propostas, diferentemente, por exemplo, de levantamentos, os quais são conhecidos por apresentarem maior alcance, lidando com aspectos como a distribuição de características da população segundo determinadas variáveis. Por sua vez, os estudos de campo focalizam uma determinada comunidade, que no caso deste trabalho seria a de atores e de especialistas ligados à cadeia de biocombustíveis, ou políticas públicas relacionadas a estes.

Assim, o estudo de campo compreendeu as entrevistas com os atores representantes dos principais setores ligados à produção e ao consumo de biocombustíveis, o qual seguiu o modelo de entrevistas semiestruturadas. Este tipo de entrevista traz a expectativa de conseguir com que os pontos de vista dos entrevistados, em um questionário relativamente aberto, possam ser melhor apreendidos. No entanto, existem diversos tipos de entrevistas semiestruturadas, o que implica na necessidade da definição de um deles. Para o caso do presente trabalho, considerando o contexto no qual, de modo geral, os entrevistados seriam especialistas sobre o tema estudado, o tipo de entrevista escolhido foi: “Entrevista com Especialistas”.

As entrevistas com especialistas, segundo Meuser e Nagel (1991, *apud* FLICK, 2004), são muito mais focadas na capacidade do especialista sobre determinado assunto, do que no entrevistado em si. Os autores citados por Flick (2004) destacam que a principal questão nesse caso é se o entrevistador conseguirá conduzir a entrevista de modo a focar a competência de interesse. Nesse caso, os guias de entrevista têm dois importantes papéis: o de não deixar que a entrevista se perca em tópicos de pouca relevância e o de proporcionar maior capacidade de interlocução ao entrevistador.

Finalmente, como ferramenta para análise dos resultados da pesquisa de campo é utilizada a Análise de Conteúdo. A aplicação desta técnica, nas ciências sociais, permite a interpretação das percepções dos atores sociais, tanto de forma quantitativa quanto qualitativa, nesses casos com aplicações diferentes. Na primeira, o que serve de informação

é a frequência com que surgem certas características do conteúdo, enquanto na forma qualitativa, foco deste trabalho, o que importa é a presença ou a ausência de uma dada característica de conteúdo, ou de um conjunto de características de determinado fragmento de mensagem que é levado em consideração (BARDIN, 1994).

Laville e Dionne (1999) apresentam uma estrutura direcionadora para o trabalho de pesquisa, sendo que o primeiro passo para a análise de conteúdo consiste em estar de posse dos dados que foram coletados a partir de entrevistas. De posse desses dados, o pesquisador parte para a análise e interpretação das informações colhidas para, em seguida, chegar à etapa da conclusão.

Bardin (1994) apresenta a utilização da análise de conteúdo em três fases fundamentais: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados. Na primeira fase é estabelecido um esquema de trabalho que deve ser preciso, com procedimentos bem definidos, embora flexíveis. A segunda fase consiste na execução do planejamento estabelecido na primeira fase, a partir do que são tratados os dados brutos de que se tem disponível, obtendo-se os primeiros resultados brutos. Finalmente na terceira etapa, o pesquisador, apoiado nos resultados brutos, procura torná-los significativos e válidos.

5.2 FASES DO TRABALHO E DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO AMOSTRAL

Com relação às fases, o estudo pode ser dividido em três, sendo: a fase de pesquisa bibliográfica, a fase de investigação em campo e finalmente a fase de análises, discussões e conclusão do trabalho, assim:

Primeira fase – Pesquisa Bibliográfica: aqui o trabalho abrange o procedimento de análise exploratória, que ocorre por meio da revisão a partir da literatura especializada, como: livros, revistas, artigos, sites sobre o tema, documentos etc. A pesquisa exploratória, segundo Gil (1999), corresponde à primeira etapa de uma investigação científica e contribui para delimitar um problema passível de investigação, por meio de procedimentos sistematizados.

Segunda fase – Estudo de Campo: nessa segunda etapa, conforme recomenda Gil (2007), a partir de um projeto inicial, foi conduzida uma exploração preliminar, a qual objetivou conhecer melhor quais são os fatores que influenciam o objeto da pesquisa. Tanto a leitura do material bibliográfico, quanto as entrevistas abertas, contribuíram na definição da situação problema e na determinação das técnicas de coletas de dados. A partir daí elaborou-se o questionário semiestruturado e se procedeu com a segunda fase das

entrevistas com os especialistas, já tendo definidos quais eram os principais grupos a serem considerados.

Terceira fase – análise, discussões e conclusões: na terceira e última etapa foram realizadas as análises, discussões e conclusões. Para tanto, recorreu-se às teorias utilizadas como referencial teórico, que são basicamente duas, as quais dialogam entre si nas análises e também se complementam na construção e confirmação, ou refutação das hipóteses. Assim, para compreender e avaliar a sustentabilidade das cadeias produtivas são utilizadas, sempre à luz da noção de desenvolvimento sustentável, a Teoria das Cadeias de Produção – Teoria de *Filière* e a Nova Economia Institucional – NEI.

Com relação à população amostral, foram definidas categorias, pré-determinadas durante a revisão bibliográfica e durante as primeiras entrevistas com os especialistas. Por meio do questionamento de quais atores seriam afetados com a implementação da política de uso do óleo vegetal, criaram-se preliminarmente estas categorias, que foram sendo ajustadas ao longo do estudo. Ao final chegou-se ao número de seis categorias, sendo que as entrevistas buscaram entrevistar o mínimo dois indivíduos por categoria, Figura 1.2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 1.2 – Definição das categorias (população) para realização das amostras dos atores e especialistas a serem entrevistados.

As categorias representadas na Figura 1.2 compreendem os seguintes atores:

- **Indústria de [bio]combustíveis** – esmagadoras de grãos, usinas de biodiesel e indústrias de petróleo;
- **Serviços de abastecimento** – distribuidoras de combustíveis e postos de abastecimento e serviços;
- **Governo: política e regulação** – órgãos formuladores de políticas públicas e órgãos reguladores;
- **Academia e pesquisa** – universidades e instituições de pesquisa;
- **Consumidores** – produtores rurais, frotas cativas⁴ e comunidades isoladas;
- **Indústria montadora** – indústrias de motores diesel e de equipamentos.

5.3 APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS

O estudo apresenta a seguinte divisão em capítulos, sendo este o primeiro deles, o capítulo introdutório que traz uma contextualização dos biocombustíveis no Brasil, além da metodologia utilizada, seguido por quatro capítulos analíticos. Ao final são apresentadas as considerações e as referências utilizadas. O conteúdo dos capítulos pode ser assim descrito:

Capítulo I – INTRODUÇÃO GERAL E METODOLOGIA

Este capítulo traz a introdução geral da tese com uma contextualização da produção e consumo de biocombustíveis no Brasil; o objetivo geral e os específicos; a justificativa, problemática e as hipóteses que são assumidas no trabalho. Por último, é descrita a metodologia, que abrange os três capítulos e a análise geral. Ao longo dos três capítulos analíticos serão utilizadas diferentes teorias para amparar as análises sobre os diferentes aspectos da sustentabilidade analisados em cada momento. Tais teorias estão referenciadas nos respectivos capítulos.

Capítulo II – ÓLEOS COMBUSTÍVEIS: AMBIENTE TECNOLÓGICO

O segundo capítulo aborda o Ambiente Tecnológico da utilização dos óleos combustíveis. Para esta fase foram realizadas pesquisas especialmente sobre dados secundários, os quais fornecem a contextualização sobre os aspectos técnicos da utilização

⁴ Frota cativa é a quantidade de veículos pertencentes ou a serviço de uma pessoa jurídica (ANP, 2008).

do OV como alternativa combustível. Em outras palavras, foi realizada revisão bibliográfica que permitiu verificar a partir de trabalhos científicos e de experiências empíricas, a viabilidade técnica e a existência de tecnologia que permitisse a utilização do óleo vegetal como combustível. A partir da confirmação da hipótese de viabilidade técnica, o capítulo seguinte estuda os aspectos da sustentabilidade da cadeia produtiva.

Capítulo III – SUSTENTABILIDADE DAS CADEIAS PRODUTIVAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL

Este capítulo se inicia com o Referencial Teórico sobre Desenvolvimento Sustentável, nele são trazidas as bases teóricas que irão contextualizar a discussão geral do trabalho quanto à sustentabilidade dos biocombustíveis. Em seguida é apresentado o conceito de Cadeias de Produção Agroindustrial – CPA. Os dois conceitos são utilizados para compreensão e na análise da sustentabilidade das cadeias produtivas do biodiesel e do óleo vegetal.

Capítulo IV – ÓLEOS COMBUSTÍVEIS: AMBIENTE INSTITUCIONAL

O quarto capítulo traz a análise sobre o Ambiente Institucional dos biocombustíveis. O objetivo aqui é contextualizar, com relação à produção e consumo de biocombustíveis, o papel das organizações e as “regras do jogo”, representadas pelas instituições. Nessa etapa é feito o uso da Nova Economia Institucional (NEI) para dar o suporte teórico e contribuir com a compreensão do ambiente institucional.

Capítulo V – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

O quinto capítulo traz a análise da percepção dos principais atores institucionais, inclusive dos que são alvo da política de utilização dos óleos vegetais combustíveis. O capítulo se utiliza da Análise de Conteúdo para processar o material das entrevistas, utilizando ainda o Software Sphinx para estabelecer as correlações entre as variáveis analisadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do estudo são apresentadas as considerações finais da pesquisa, abordando as conclusões dos capítulos analíticos, e trazendo ainda as recomendações de próximos estudos e de política pública de uso de óleos vegetais como combustíveis.

CAPÍTULO II – ÓLEOS COMBUSTÍVEIS: AMBIENTE TECNOLÓGICO

Este capítulo consiste na contextualização e análise do ambiente tecnológico relativo à utilização dos combustíveis de ciclo diesel, mais especificamente do biodiesel e do óleo vegetal. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica a partir da revisão de textos científicos e de documentos técnicos sobre esses biocombustíveis. As entrevistas com especialistas e atores também contribuíram na consecução do objetivo do capítulo, que é compreender e analisar o ambiente tecnológico, tendo em vista a identificação de possíveis tecnologias e a averiguação da viabilidade técnica da utilização de óleos vegetais como biocombustível para motores de ciclo diesel.

... Semelhantes experiências bem sucedidas foram também feitas em St. Petersburg com óleo de mamona e óleos de origem animal, como combustível de trem, tendo sido utilizados com resultados excelentes. O fato desses óleos e gorduras poderem ser utilizados pode parecer insignificante hoje em dia, mas tais óleos podem, talvez, tornarem-se, no decorrer do tempo, tão importantes quanto alguns óleos minerais naturais e os produtos de alcatrão são atualmente. Doze anos atrás, estes últimos não eram mais desenvolvidos do que os óleos e gorduras são hoje, e o quão importante desde então eles se tornaram. Não se pode prever qual papel estes óleos terão nas colônias no futuro. Em todo caso, eles tornam certo de que motores podem ser movidos a partir da energia do sol, que está sempre disponível para fins agrícolas, mesmo quando todas as nossas reservas de combustíveis (fósseis) sólidos e líquidos estiverem esgotadas⁵.

⁵ DIESEL, 1912, *apud* LIPÍDICO BIBLIOTECA, 2001. (Tradução livre).

1 INTRODUÇÃO

Ao falar sobre energia é importante resgatar alguns conceitos, a Primeira Lei da Termodinâmica é um deles, conhecida também como Princípio da Conservação de Energia. Ela diz que a energia não pode ser criada nem destruída e ao ser utilizada é apenas convertida de uma forma a outra, e não consumida. Portanto, as referências à produção e consumo de energia, ao longo do texto, consistem na sua conversão em formas que são utilizáveis, ou seja, na produção dos chamados vetores energéticos e no consumo destes.

Assim, o vetor energético é o responsável pelo seu armazenamento, transporte e distribuição até o local e momento de utilização. Por sua vez, a utilização da energia se dá a partir de diversas formas, fontes e para os mais variados fins, sendo que, na maioria das vezes, ela ocorre distante dos locais de produção dos vetores. Portanto, quanto maior for a densidade energética do vetor, sua facilidade de transporte e de utilização, maior será o seu valor. Nesse sentido, os combustíveis líquidos são considerados bons vetores energéticos, melhores do que a lenha, carvão, vapor, ou mesmo que a eletricidade, em alguns casos. Isso porque a eletricidade apresenta limitações no armazenamento, na utilização por veículos e na distribuição para locais isolados.

Com relação à produção e consumo de energia, entenda-se produção e consumo de vetores energéticos, dois grandes momentos na história dos sistemas energéticos podem ser destacados, segundo Hémerly *et al.* (1993). O primeiro é caracterizado pela diversidade e fragmentação de fontes, que eram essencialmente biológicas como: a lenha ou o carvão vegetal para energia térmica (fogo), ou a tração animal e o escravismo como força motora, por exemplo.

O segundo momento foi deflagrado com o emprego comercial da máquina a vapor, que é o marco histórico da Revolução Industrial. A partir de então, consolidou-se o modo de produção capitalista, baseado na produção industrial e conseqüente no consumo de energia em larga escala. O uso de energia passou a ser necessário tanto para o funcionamento das máquinas, quanto para o transporte das mercadorias nos eixos de navegação fluviais e marítimos, consolidando também a escalada dos combustíveis fósseis.

Dentre os combustíveis líquidos, um importante vetor energético são os óleos, os quais têm sua utilização em motores remontando ao início do século XIX. Nessa ocasião o inventor alemão Rudolph Diesel levou à exposição internacional de Paris um motor com novo sistema de funcionamento, o qual foi chamado de “Motor de Ciclo Diesel”, e que operava com óleo de amendoim. Nas décadas seguintes foram utilizadas diversas outras espécies vegetais para seu funcionamento.

No entanto, segundo Ma e Hanna (1999), o elevado custo de produção dos óleos vegetais representava, àquela época, dificuldade para utilização do motor diesel. Porém, já no início do século XX, a abundância de petróleo e o baixo custo do refino fizeram com que o diesel de petróleo (óleo diesel) viesse a substituir os óleos vegetais, sendo estes últimos utilizados apenas em situações de emergência, como: guerras, conflitos ou embargos comerciais.

A tecnologia do motor diesel, pela sua simplicidade e rusticidade, passou a ter grande aplicação. Assim, no início do século XX ele substituiu rapidamente os sistemas mecânicos a vapor em locomotivas, navios, sistemas de geração de eletricidade, entre outros. Já entre os anos 20 e 30 deste mesmo século, vários tratores e carros na Europa passavam a rodar com motores a diesel. Com o baixo custo do petróleo, em poucos anos, os combustíveis não derivados dele praticamente desapareceram.

De forma semelhante, os motores de ciclo Otto foram se aperfeiçoando em termos de potência e confiabilidade, de modo que também se fortaleceram como opção tecnológica, contribuindo para inibir o desenvolvimento de alternativas. Atualmente o motor diesel, por sua vez, é empregado nas mais diversas aplicações, como: automóveis, furgões, ônibus, caminhões, pequenas embarcações, máquinas de grande porte, locomotivas, navios e aplicações estacionárias (geradores elétricos, por exemplo).

O óleo diesel é o produto oleoso mais abundante obtido a partir do refino do petróleo bruto, sendo constituído por hidrocarbonetos menos voláteis (obtidos das frações médias da destilação do óleo cru, na faixa de 250 a 350°C). Em geral, o óleo diesel é composto por hidrocarbonetos como: parafinas, naftalenos, olefinas e aromáticos, os quais possuem hidrocarbonetos com cerca de 12 a 18 átomos de carbono e, em baixas concentrações é composto por: enxofre, nitrogênio e oxigênio. É um produto inflamável, com nível médio de toxicidade, pouco volátil, sem material em suspensão, límpido, com cheiro forte e característico (CNT, 2012).

As diferentes proporções dos componentes do diesel definem o enquadramento do produto final em especificações previamente definidas. Com isso, o bom desempenho do produto é favorecido, minimizando o desgaste prematuro dos motores e mantendo a emissão de poluentes, gerados na queima do produto, em níveis aceitáveis. Atualmente, a grande maioria dos motores de ciclo diesel opera exclusivamente com o diesel de petróleo, ou petrodiesel como também pode ser chamado.

Em alguns países, porém, como no caso do próprio Brasil, existe uma mistura compulsória, que desde 2010 é de 5% de biodiesel ao diesel mineral. A esta baixa concentração não são necessárias modificações, de modo que o motor opera normalmente,

entretanto, misturas com maiores teores de biodiesel, ou mesmo o uso de óleos vegetais, podem apresentar limitações.

Um dos maiores impedimentos para a operação de motores com os óleos vegetais está na diferença de viscosidade⁶, de modo que a combustão pode ficar prejudicada devido a problemas na injeção, na atomização do óleo dentro da câmara de combustão, entre outros. Assim, segundo Shay (1993), embora muitos materiais orgânicos, como até mesmo o carvão em pó fino, possam fornecer energia para motores diesel, os combustíveis alternativos potenciais devem se aproximar o quanto mais das características do diesel convencional, para uso prolongado com sucesso. Assim, é interessante a discussão sobre as especificidades dos óleos vegetais, potenciais substitutos do petrodiesel.

2 ESPECIFICIDADES TÉCNICAS DOS ÓLEOS VEGETAIS

Há muitos séculos, o homem faz uso de produtos de origem vegetal e animal para obtenção de energia. No caso dos lipídeos, além do seu uso como fonte de energia na alimentação, o fornecimento de energia térmica representa outra importante utilidade. Os lipídeos são substâncias químicas de elevada solubilidade em solventes orgânicos, como por exemplo, o etanol, e de baixa solubilidade em água.

Os lipídeos são geralmente derivados de ácidos graxos ou possuem estas moléculas como parte de sua estrutura. Por sua vez, os ácidos graxos são compostos orgânicos com cadeias carbônicas longas, que podem se apresentar saturadas⁷ ou insaturadas⁸. Existindo apenas uma ligação dupla na cadeia, ele é denominado monoinsaturado, ocorrendo duas ou mais dessas ligações, é denominado de ácido graxo poli-insaturado.

Entre os lipídeos, destacam-se os triglicerídeos⁹, que possuem longas cadeias carbônicas ligadas a moléculas de glicerina. Quando se procede com a hidrólise ácida dos triglicerídeos se formam os ácidos graxos correspondentes e o álcool (glicerol). Em temperatura ambiente, os triacilgliceróis podem se apresentar como gorduras (estado sólido) ou óleos (estado líquido). É a presença da insaturação nas cadeias, que por dificultar as interações moleculares, faz com que os óleos se apresentem no estado líquido, quando nas

⁶ A viscosidade é a medida da resistência interna oferecida ao escoamento de um líquido, ela constitui uma importante propriedade intrínseca dos óleos vegetais, de considerável influência no mecanismo de pulverização do jato de combustível. Esta característica afeta o funcionamento do sistema de injeção, refletindo no processo de combustão, sendo que a eficiência deste processo afeta diretamente a potência máxima desenvolvida.

⁷ As quais só apresentam ligações químicas simples entre os átomos de carbono.

⁸ As quais possuem, ao menos, uma ligação química dupla entre carbonos.

⁹ Também chamados de "gorduras neutras" ou de triacilgliceróis.

condições normais de temperatura e pressão. Nessa lógica, as cadeias saturadas proporcionam misturas sólidas, devido à maior facilidade de empacotamento intermolecular.

O empacotamento intermolecular, por sua vez, torna os óleos vegetais mais viscosos em relação ao petrodiesel, fazendo com que estes necessitem de tratamento prévio antes de serem utilizados nos motores de ciclo diesel convencionais. Um destes tratamentos possíveis consiste em reduzir a sua viscosidade, que pode ser alcançado, por exemplo, de duas formas: pelo aquecimento ou pela transesterificação. O aquecimento pode ser realizado através de adaptações nos próprios motores, a partir de kits para uso de óleo vegetal (Kit OV). Já a transesterificação é um processo industrial que retira o glicerol do óleo vegetal, transformando-o em biodiesel, ou éster de ácido graxo.

Diversas são as possíveis fontes de óleos para utilização como biocombustível. O presente estudo volta seu foco especialmente para o óleo de soja, em especial pela maior participação deste produto na composição atual do biodiesel. Desde 2008, o óleo de soja apresentou média de participação superior a 76%, sendo seguido pelo sebo animal, proveniente de abatedouros, com 15,5% de participação.

Outras matérias-primas como a mamona, por exemplo, que foi uma das bases para o lançamento do PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, não se apresenta como uma das melhores alternativas. Nesse sentido, diversos trabalhos, como o de Scholz e Silva (2008), retratam essa questão. Segundo eles, diversas propriedades do óleo de mamona depõem a seu desfavor como biocombustível, como sua alta viscosidade e o seu elevado teor de água.

Sidibé *et al.* (2010) propõem a classificação dos óleos vegetais em quatro principais grupos, de acordo com o índice de iodo¹⁰ (II), que revela o grau de saturação:

- Óleos saturados: cujo valor de iodo é entre 5 e 50 (ex.: copra, óleo de dendê);
- Óleos monoinsaturados: cujo valor de iodo varia entre 50 e 100 (ex.: amendoim, semente de colza, azeite etc.);
- Óleos di-insaturados: cujo valor em iodo varia entre 100 e 150 (ex.: girassol, soja e milho);
- Óleos Tri-insaturados: o valor de iodo está acima 150 (ex.: linho, tung (*Vernicia fordii*) etc.).

¹⁰ O índice de iodo indica o grau de insaturação do óleo (número de duplas e triplas ligações). Ele corresponde ao número de gramas de iodo absorvido por 100 g de gordura ou óleo. Quanto mais insaturado for o óleo maior será o seu índice de iodo. Um baixo valor de iodo (óleo saturado) pode indicar sua propensão a uma boa combustão. Porém, índices muito baixos podem indicar características inadequadas para o uso do óleo em condições de temperaturas mais frias (solidificação do óleo). [Vaiřtilingom G. Huiles végétales—biocombustible diesel. Influence de la nature des huiles et en particulier de leur composition en acides gras sur la qualite´ - carburant. Universite´ d'Orleans; 1992. Citado por Sidibé *et al* 2010.

Outro índice importante para caracterização dos óleos combustíveis é o número de cetano. Este índice caracteriza o tempo entre a injeção e a combustão em um motor diesel. O número de cetano obtido para a maioria dos óleos vegetais está entre 29 e 43, já no petrodiesel ele fica entre 45 e 55. A consequência do baixo número de cetano para os óleos vegetais, quando comparados ao diesel, é a dificuldade de ignição do motor a frio e o aumento do barulho (combustão mais bruta, devido ao longo atraso da ignição) (VAÏTILINGOM, 1992, *apud* SIDIBÉ *et al.* 2010).

Sidibé *et al.* (2010) ainda destacam que até o momento não existe um método de análise satisfatório para determinar corretamente o número de cetano de produtos de elevada viscosidade, como os óleos vegetais. O método padrão foi desenvolvido para o petrodiesel, de modo que os autores ressaltam a necessidade do desenvolvimento de um método de análise apropriado. O que permitiria mensurar o número de cetano de óleos vegetais de forma mais precisa.

2.1 ASPECTOS TÉCNICOS DA UTILIZAÇÃO DO BIODIESEL

O biodiesel pode ser considerado como:

... qualquer combustível alternativo de natureza renovável que possa oferecer vantagens sócio-ambientais ao ser empregado na substituição total ou parcial do diesel de petróleo, em motores de ignição por compressão interna (motores do ciclo Diesel)... (Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005).

Quimicamente, sua definição é dada como ele sendo: mono-alquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais. Em uma definição mais ampla de BD são consideradas diversas opções tecnológicas como:

- Óleos vegetais *in natura*;
- Misturas binárias óleo/diesel, álcool/diesel e ésteres/diesel;
- Microemulsões;
- Hidrocarbonetos derivados da pirólise de biomassa vegetal como o bagaço de cana (algo que muitos vêm denominando biodiesel doce);
- Óleos vegetais craqueados (ou derivados do craqueamento termocatalítico); e
- Misturas ternárias álcool/diesel/cosolventes (BIODIESELBR, 2006).

Por ser biodegradável, não tóxico, essencialmente livre de compostos sulfurados e de compostos aromáticos, sua utilização é mais simples e segura. No entanto, o único tipo de

BD já regulamentado no território brasileiro corresponde aos ésteres alquílicos de óleos vegetais ou gordura animal, obtidos por meio da reação de transesterificação. Alternativamente, este produto também pode ser obtido pela reação de esterificação, que envolve o uso de ácidos graxos livres como matéria-prima.

A grande compatibilidade dos ésteres alquílicos com o petrodiesel convencional tornam-nos capazes de atender tecnicamente à maior parte da frota de veículos com motores de ciclo diesel existentes no mercado. Assim, a partir da utilização de misturas binárias¹¹ (B2, B5 ou B20) são desnecessárias quaisquer adaptações tecnológicas nos motores existentes no mercado, novos ou usados.

A heterogeneidade do termo biodiesel não se limita apenas à diversidade de tecnologias de produção, cujos produtos diferem entre si em propriedades, desempenho e composição química. O tipo de matéria-prima também proporciona diferenças, ainda que em menor amplitude, nas propriedades do produto final. De modo que, algumas matérias-primas fornecem óleos mais adequados à utilização como biocombustíveis. Costa Neto *et al.* (2000), por exemplo, destaca que o óleo de mamona não é o mais apropriado como combustível.

De forma regulamentar, a utilização do BD não acontece com ele puro, ou seja, a utilização final se dá a partir de misturas entre o biodiesel e o diesel mineral. Sendo denominada pela letra B mais o número que corresponde à quantidade percentual de biodiesel na mistura. Por exemplo, se uma mistura tem 5% de biodiesel, é chamada B5, se tem 20% de biodiesel, é B20. Portanto, a utilização do biodiesel puro não está regulamentada, mas nesse caso ela seria denominada de B100.

Com relação aos padrões de qualidade para o biodiesel e suas misturas, a Agência Nacional de Petróleo, a partir da Resolução ANP nº 42, de 24 de novembro de 2004, especifica 15 parâmetros de qualidade para o biodiesel puro. Neles, incluem-se contaminantes químicos, propriedades físicas e químicas, além da análise de mais outros 11 parâmetros, também especificados.

Esta resolução foi importante pelo fato de possibilitar o uso de diferentes fontes de óleo vegetal, desde que atendessem aos padrões. Esse ato também especifica que para a mistura de biodiesel + petrodiesel, a densidade, viscosidade e entupimento a frio devem estar de acordo com os limites estabelecidos, conforme os parâmetros da resolução que regulamenta o uso do derivado de petróleo (SUAREZ e ABREU, 2005).

¹¹ Estas misturas binárias representam as misturas entre o petrodiesel e o biodiesel, o numeral em frente à letra B significa o quanto de biodiesel existe na mistura.

Na Europa, a utilização de biodiesel respeita normas como a: ASTM D6751-02 e DIN EN 14214. Porém, tais métodos foram desenvolvidos tendo como base a indústria do petróleo. Esta condição indica que as normas e padrões europeus, propostas para óleos vegetais combustíveis, não são as mais indicadas para estes produtos. Especialmente quando se tratar de avaliação de pequenos e médios empreendimentos e locais isolados, onde o estado da arte em tecnologias de análise não está disponível, (SIDIBÉ *et al.*, 2010).

É importante destacar que dentre os combustíveis derivados de petróleo, o petrodiesel é um dos mais suscetíveis à presença de compostos químicos e biológicos, em termos da deteriorização da qualidade. De modo que a adição do biodiesel ao diesel mineral, como ocorre com a mistura obrigatória, pode agravar mais essa condição. Portanto, apesar da compatibilidade entre o BD e o PD, além do fato de misturas com até 20% de BD não necessitarem de adaptação, o produto final pode não ser tão estável quanto se gostaria.

Segundo a CNT (2012), quanto maior o teor de biodiesel, maior será a biodegradabilidade, podendo provocar alteração nas propriedades físicas e químicas do petrodiesel, inclusive com a produção de sólidos visíveis. Desde a adição obrigatória do BD ao PD, o mercado tem relatado problemas relacionados à mistura, que se intensificaram com a elevação do teor de BD de 3 para 5%. Dentre os principais problemas estão o entupimento de filtros, o surgimento de borras, a proliferação de bactérias e a necessidade de manutenções mais frequentes, além da rápida degradação do combustível (CNT, 2012).

No entanto, de forma geral o uso de B5 está consolidado em todo o território nacional, de modo que este produto, quando utilizado imediatamente ou armazenado por períodos relativamente curtos de tempo, tem se apresentado como uma solução interessante para tornar mais renovável a matriz de combustíveis. Por outro lado, a opção do uso de óleos vegetais, sem passarem pelo processo de transesterificação, apresenta características bem específicas, as quais devem ser consideradas quando se avalia seu uso.

2.2 ASPECTOS TÉCNICOS DA UTILIZAÇÃO DO ÓLEO VEGETAL – OV

Para a utilização de OV em motores de ciclo diesel é importante que seja dada atenção a alguns parâmetros que necessitam de ajustes ou adaptações, os quais são imprescindíveis ao funcionamento dos motores. Gregg (2008) destaca que existem basicamente duas estratégias que permitem o uso do OV em motores de ciclo diesel: modificação do combustível e modificação dos motores, estas ainda podem ser assim subdivididas:

Modificação do combustível:

- Biodiesel – alteração do óleo vegetal em moléculas mais parecidas com o petrodiesel;
- Misturas – desenvolver misturas entre o óleo vegetal e o petrodiesel, geralmente misturas com até 30% de OV apresentam bom desempenho nos motores convencionais;
- Aquecimento – com a elevação da temperatura do OV suas propriedades físicas se tornam próximas às do petrodiesel.

Modificação dos motores

- Desenvolver motor para OV – produção de motores que possam operar com OV sem a necessidade de pré-aquecimento do óleo vegetal;
- Modificar motor convencional – a partir de substituição de componentes, de ajuste da pressão de injeção e do avanço, (GREGG, 2008).

Inoue *et al.* (2009) destacam que motores mais antigos, que utilizam o sistema de injeção indireta (pré-câmara) são mais tolerantes que os motores modernos quanto às características dos combustíveis. Os autores ainda relatam que a contínua melhoria na qualidade dos combustíveis permitiu que os motores evoluíssem e passassem a usar a injeção direta. Assim, apesar da maior sensibilidade daqueles motores à qualidade do combustível, eles apresentam maior rendimento que os motores que utilizam a pré-câmara.

De toda forma, mesmo devidamente adaptados, os motores podem apresentar ligeira queda na potência desenvolvida, o que também pode ocorrer com o BD. Soares *et al.* (2000) constataram queda de potência entre 6 e 10% com o uso de óleo de dendê *in natura*. No entanto, o trabalho ressalta que é interessante que seja feito o controle de qualidade dos parâmetros do óleo, ou ainda que se utilize injeção indireta, o que poderia melhorar o rendimento do motor.

Soares *et al.* (2000) ainda inferem que, ao longo das 400 horas em que avaliaram o funcionamento do equipamento, a queda de potência constatada foi devido ao acúmulo de sujeira na bomba injetora e, secundariamente, à carbonização das câmaras de combustão. O estudo ainda aqueceu o óleo a três temperaturas e identificou a mais adequada como a de 80°C. O estudo comprova a importância da utilização de óleos que tenham passado por algum processo de refino, porque o uso de óleos *in natura*, inevitavelmente, elevará os custos de manutenção. Isso, devido à presença de impurezas e gomas, que provocam as incrustações e entupimentos de bomba injetora.

Devido à elevada viscosidade dos óleos vegetais, também se observa atraso de sua injeção na câmara de combustão, quando comparado com o óleo diesel mineral. Existem comportamentos diferenciados inclusive entre os óleos vegetais de diferentes origens, por exemplo, o óleo de pongamia apresenta maior atraso, à baixa pressão de injeção, quando comparado com o óleo de *Jatropha* (pinhão-manso) (DESHMUKH *et al.*, 2012).

Por outro lado, estudos conduzidos por Schlosser *et al.* (2007), nos quais se avaliou o desempenho do óleo de soja cru e suas misturas com óleo diesel, sob pré-aquecimento antes da bomba injetora (57 e 68°C), demonstraram a eficácia do aquecimento. O tratamento não apenas corrigiu os efeitos da maior viscosidade do óleo vegetal, mas também produziu aumentos no torque do motor com relação à testemunha – óleo diesel puro. Quando se aplicou aquecimento de 68°C, o aumento do torque médio foi entre 8,5 e 12%, em relação à testemunha.

No entanto, os autores relatam que para o óleo de soja puro, a 68°C, não encontraram, na média dos valores de consumo específico, diferença significativa em relação à média da testemunha. Ainda segundo Schlosser *et al.* (2007), os melhores resultados, em ordem decrescente, foram obtidos pela mistura composta por 70% de óleo de soja e 30% de óleo diesel a 68°C, pelo óleo de soja puro a 68°C e pela mistura composta por 10% de óleo de soja e 90% de óleo diesel a 57°C.

Wander *et al.* (2011), em estudo realizado pela Universidade de Caxias do Sul (RS), obtiveram melhores resultados utilizando misturas entre OV e PD, do que com o PD puro. Segundo os autores, embora o OV tenha menor poder energético que o petrodiesel, ele fornece mais energia na câmara de combustão devido à presença de oxigênio em sua composição e sua maior densidade. O que explica o ganho de torque e potência das misturas mais ricas em OV.

No entanto, o uso do OV puro mostrou menor desempenho que a mistura de OV 70% + diesel 30%, o que para os autores indica a existência de uma mistura ótima. Os autores concluem que, apesar do maior consumo do OV comparado ao PD, o seu menor custo pode fazer com que esta seja uma alternativa interessante. Recomendam, porém, estudos de mais longo prazo para testar aspectos de manutenção e durabilidade dos motores.

Com relação à insaturação dos óleos, pode-se considerar que os óleos saturados oferecem melhor combustão (menor tempo para evaporação, mais curto atraso de ignição e menor formação de depósitos) do que os óleos insaturados. Assim, a qualidade da combustão diminui com a insaturação. Além disso, a natureza dos ácidos graxos no OV determina sua tendência para a polimerização, ou seja, quanto mais insaturado maior a

tendência à polimerização e aos problemas decorrentes desta, (VAÏTILINGOM, 1992, *apud* Sidibé *et al.* 2010).

Na Europa, o uso de óleos vegetais como combustível obedece à padronização dada pela DIN 51.605, Quadro 2.1. Esta norma foi desenvolvida pelo *Deutsches Institut für Normung* – DIN, a qual foi alterada, passando em 2012 a ter novos valores de padronização. Outra norma desenvolvida pelo DIN é a que trata de óleos vegetais puros para combustível, *DIN SPEC 51623 Pure plant oil fuels*. Além dessas a CWA 16379 - *Pure plant oil fuel for diesel engine concepts*, também regula o uso de óleos vegetais em motores diesel.

Quadro 2.1 – Norma DIN 51605 – Padrão Alemão para produção de SVO (OV).

Propriedades / teores	Unidade	Valores extremos	
		Min	Max
Acidez	mg KOH/g	-	2
Teor de partículas	mg/kg	-	24
Teor de fósforo	mg/kg	-	12
Teor de cinzas	mg/kg	-	10
Teor de umidade	mg/kg	-	75
Teor de Ca e Mg	mg/kg	-	20
Estabilidade à oxidação (110°C)	h	6	-
Índice de iodo	g iodo/100g	95	125
Teor de enxofre	mg/kg	-	10
Densidade (15°C)	kg/m ³	900	930
Ponto de auto-ignição	°C	220	-
Viscosidade cinemática (40°C)	mm ² /s	-	36
Poder calorífico inferior	kJ/kg	36.000	-
Inflamabilidade	-	39	-
Carbono residual	mg/kg	-	400

Fonte: Adaptado de DIN, 2013.

O OV, por sofrer um processo a menos de industrialização, pode ser mais sujeito às variações na qualidade da matéria-prima, portanto, este é um tema delicado no que diz respeito à qualidade. Assim, deve-se ficar atento a dois tipos de fatores no que concerne à qualidade da matéria-prima. O primeiro desses fatores é o relativo à produção, o qual inclui as condições de armazenamento, qualidade da semente, teor de umidade, temperatura ambiente, preparação de sementes, condições antes de prensagem (limpeza, seleção, pré-aquecimento e secagem) e extração (que deve ser realizada à temperatura baixa – a frio), além das condições e da qualidade da filtragem (equipamentos, processos etc.).

O segundo tipo de fator está relacionado com a natureza do óleo contido na biomassa, incluindo os ácidos graxos, os fosfolipídios e a cera. Após a filtragem, a qualidade do óleo combustível deve ser a seguinte: não deve conter mais do que 50 ppm de fósforo e mais do

que 500 ppm de ceras. Consequentemente, os seguintes parâmetros devem ser controlados durante as diferentes operações (secagem, prensagem, filtragem e armazenamento):

- Umidade das sementes deve ser inferior a 9%;
- As sementes devem ser prensadas a frio;
- O óleo deve ser filtrado em peneira de 10 µm, ou menos;
- O óleo deve ser armazenado longe de variações de luz, umidade e temperatura.

Atendendo a todas estas características haverá grande chance de se obter óleo vegetal combustível de qualidade. No entanto, caso seja utilizado um equipamento que não é apto à operação com o OV, será ainda necessária a adequação de sua viscosidade, aspecto mais crítico do uso de OV direto em motores de ciclo diesel. Considerações sobre esta aptidão e sobre as adequações necessárias são apresentadas no tópico a seguir.

2.2.1 Aptidão e Adequação (kit adaptação)

A redução da viscosidade é descrita por diversos autores como a principal adequação necessária aos óleos vegetais para melhoria de sua injeção e combustão, e consequentemente do desempenho de motores que os utilizam. A viscosidade adequada faz com que se melhorem as condições de filtragem do OV, de sua injeção na câmara de combustão e da atomização do combustível pelo bico injetor, aumentando o desempenho e reduzindo a necessidade de manutenções.

Atualmente, a maneira mais comum para reduzir a viscosidade consiste na transesterificação dos óleos, que é a sua transformação em biodiesel. A partir de reações químicas dos óleos vegetais ou de gorduras animais com etanol ou metanol, estimulada por um catalisador, promove-se a redução do tamanho das cadeias, e consequentemente da viscosidade. A adequação da viscosidade dos óleos por meio da transesterificação é o objeto principal do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB.

A segunda alternativa para redução da viscosidade compreende o aquecimento dos óleos vegetais. Este aquecimento pode ser realizado através de serpentinas adaptadas para funcionarem no tanque de óleo vegetal ou de equipamentos que são acionados junto ao sistema de injeção, logo antes da bomba injetora e filtro, por exemplo. O aquecimento pode ser bastante efetivo para adequar a viscosidade, exemplo de seu efeito é descrito por Fonseca (2007), em sua dissertação de mestrado. Ele obteve uma viscosidade do óleo de

dendê (8,32 cSt +/- 0,04 a 100°C) muito próxima à do petrodiesel (8,325 cSt a 25°C), quando aqueceu o OV a 100°C.

Nesse mesmo sentido, Altin *et al.* (2001) demonstraram que os óleos vegetais pré-aquecidos apresentaram performance similar à do petrodiesel, com elevação no pico de pressão e redução no atraso da injeção. Eles comprovaram que o aquecimento pode ser uma alternativa para aproximar as características físicas do óleo vegetal às do petrodiesel. Em outro experimento, conduzido por Samaga (1983, *apud* BALAKRISHNA, 2012), com óleo de girassol e de amendoim, obteve-se performance semelhante entre estes óleos e o petrodiesel.

Entretanto, o autor sugere algumas soluções para os problemas práticos encontrados na operação com o óleo vegetal em motores de combustão interna. Dentre elas, a limpeza periódica dos bicos injetores para garantir as adequadas características do jato, além da partida e parada do motor utilizando óleo diesel mineral (SAMAGA, 1983 *apud* BALAKRISHNA 2012).

Como alternativa ao ajuste da viscosidade, Machado (2003), estudou o avanço na injeção como medida para compensar a maior viscosidade do óleo vegetal. Ele fez testes comparando avanços na injeção do OV (soja) e seu aquecimento (57 e 68°C), em um motor Agrale M90, e concluiu em sua dissertação que o aquecimento foi mais eficiente que o avanço da injeção, para melhorar o rendimento do motor.

Já Abollé *et al.* (2009) relatam que, de acordo com suas experiências empíricas, a mistura de óleo vegetal com petrodiesel contribui na adequação da viscosidade. Eles indicam que a relação de 30% de óleo vegetal com 70% de diesel de petróleo é uma mistura na qual não se faz necessário nenhum ajuste no motor diesel para seu funcionamento.

Por sua vez, Inoue (2008), em sua tese de doutorado, identificou que a redução da viscosidade ocorre principalmente entre 60 e 90°C, e que a 160°C o óleo vegetal apresenta viscosidade semelhante à do petrodiesel. Ainda nesse sentido, a fim de reduzir a viscosidade, o autor recomenda também as misturas de OV com PD. Com relação ao consumo específico, em comparação ao petrodiesel, o autor identificou aumento de 8%, quando utilizado o óleo degomado de soja. O autor ainda sugere que a taxa de compressão de 20:1 pode ter gerado temperaturas mais elevadas, o que pode ter melhorado a queima do biocombustível, da mesma forma, o sistema de arrefecimento a ar, menos eficiente que o a água, pode ter contribuído na melhoria da combustão do OV pelo aumento de temperatura.

Mondal *et al.* (2008) destacam o estudo desenvolvido por Beckett *et al.* (2006), no qual eles identificaram três aspectos inerentes aos motores abastecidos com OV que precisam ser controlados, em especial nas avaliações dos combustíveis: a viscosidade do óleo, a variação de carga do motor e a necessidade de limpeza do sistema de injeção com óleo diesel. Para tanto, eles desenvolveram um Kit que controla, por microcomputador, o aquecimento do óleo e a carga do motor. A limpeza do sistema de injeção é realizada através de um sistema de tanque duplo, com petrodiesel (BECKETT, *et al.*, 2006 *apud* MONDAL *et al.*, 2008).

Em estudo desenvolvido na Índia, Balakrishna (2012) traz quatro tópicos relativos ao uso de óleos vegetais, em que as principais conclusões quanto ao uso de OV são destacadas:

- **Vantagens:** produção doméstica; biodegradabilidade e atoxidade; baixo teor de enxofre e de compostos aromáticos; menor risco ao operador;
- **Desafios:** heterogeneidade da matéria-prima; dificuldades de uso em baixas temperaturas; falta de aceitação pelos fabricantes de motores;
- **Dificuldades técnicas:** testes para os óleos são caros; grande variedade de matérias-primas com diferentes padrões de emissões; falta de aditivos para adequar as condições dos óleos; incompatibilidade com os lubrificantes; e
- **Soluções:** filtragem do óleo com filtro de 4 micrômetros e aquecimento dos óleos.

Ao se optar pelo aquecimento do OV, os tanques duplos são uma boa opção, tanto pela limpeza do sistema com PD, quanto por permitir o aquecimento do motor. O pré-aquecimento evita tanto a queima incompleta do OV, reduzindo as possibilidades de incrustações, como a possível contaminação do óleo lubrificante pelo óleo vegetal, devido à vedação imperfeita do motor frio.

Segundo Sidibé *et al.* (2010), diversos autores que publicam sobre a utilização do OV são unânimes em recomendar a operação com os dois combustíveis (PD e OV), através de kits. Os autores inclusive citam o estudo¹² de Rousset (2008), no qual ele relata a utilização desses kits pelos tratores, caminhões e geradores elétricos do CIRAD¹³.

Estudando o uso de óleo de girassol *in natura* (óleo bruto de girassol), utilizado em um motor MWM D229.3 de 46 kW na sua configuração original, Maziero *et al.* (2007) identificaram queda na potência em 12,9% e aumento no consumo específico de 15,5%. Os

¹² *Guide pratique pour une utilisation énergétique des huiles végétales.*

¹³ Cirad – *La Recherche Agronomique pour le Développement.*

testes foram feitos em bancada dinamométrica, por meio da tomada de potência (TDP), não foi utilizado aquecimento do biocombustível, nem sistema para ligar e desligar o motor com petrodiesel. Os autores ainda identificaram o acúmulo de carvão nos bicos injetores e na cabeça dos pistões, o entupimento das galerias de lubrificação e a formação de “verniz” nos parafusos da bomba injetora, entre outras alterações.

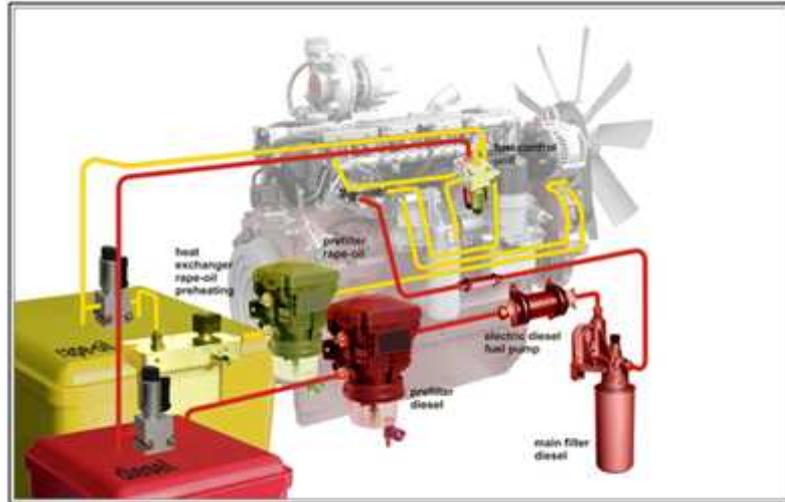
Por outro lado, ao utilizarem óleo de dendê *in natura* como combustível de um grupo gerador de 75 kVA (60 kW), adaptado com sistema de pré-aquecimento do óleo e tanque duplo, Nascimento *et al.* (1999) relataram a redução da potência máxima de 53 kW para 49,6 kW, quando substituído o PD pelo óleo de dendê. Eles ainda observaram aumento de 15 a 20% no consumo específico, mas ainda assim os autores afirmaram que, sob certas condições, o uso do OV *in natura* pode ser viável em localidades isoladas.

Trabalhando com um grupo gerador de 115 kW, com tanque duplo para início da operação com PD e aquecimento do óleo de dendê com a água do sistema de arrefecimento do motor, Coelho *et al.* (2004), constataram aumento no consumo específico. Os autores, após 500 horas de funcionamento, mensuraram este aumento em 10%, sendo que os demais parâmetros se mantiveram inalterados.

Os mesmos autores identificaram também alguns problemas como obstruções parciais nos bicos injetores, entupimento de filtros e carbonização nas câmaras de combustão em níveis superiores aos padrões. Eles ainda destacaram que o aumento na necessidade das manutenções pode elevar o custo destas entre 20 a 25%, e que um sistema de pré-filtragem do óleo pode ser interessante para reduzir tais problemas (COELHO *et al.*, 2004).

Quando se trata de equipamentos novos, para uso de OV, é possível também adquiri-los de fábrica com motores já aptos ao uso de OV. No mercado europeu e americano, alguns tratores e máquinas agrícolas são fabricados para operarem com petrodiesel, biodiesel e óleo vegetal. A DEUTZ, por exemplo, desenvolveu uma linha denominada “**Natural Fuel Engines**”, a qual opera com dois tanques, um para OV e outro para PD, Figura 2.1.

Tais motores são fabricados desde 2007, e contam com um módulo de gestão de combustível, patenteado pela empresa e que segundo ela, Deutz (2011), controla o processo de combustão, assegurando baixas emissões do motor e minimizando a entrada de combustível no óleo lubrificante, além de otimizar outros parâmetros. A empresa ainda assegura a mesma confiabilidade e durabilidade que as versões operadas com petrodiesel, apresentando os mesmos compromissos e garantias para o motor.



Fonte: Adaptado de Deutz, 2011.

Figura 2.1 – Tecnologia da DEUTZ para utilização de OV, *Natural Fuel Engines*.

Outro exemplo é o motor desenvolvido pela John Deere, Figura 2.2, este por sua vez, opera com apenas um tanque, podendo ser abastecido com PD, OV, BD, ou ainda com quaisquer misturas entre eles. Esta tecnologia mede, a partir de sensores de entrada, várias propriedades do combustível ou da mistura existente no tanque, então através de uma Unidade de Controle Eletrônico (ECU) são otimizadas as configurações do motor para o combustível em uso. Finalmente, um *software* analisa por meio de sensores de saída as emissões, a fim de verificar se o motor foi adequadamente ajustado.



Fonte: Adaptado de John Deere, 2013.

Figura 2.2 – Tecnologia da John Deere para utilização de OV, Multifuel Traktor.

Quando diante de um motor exclusivo a petrodiesel, a solução para o uso adequado de OV seria a adequação através de Kits de Adaptação, como, por exemplo, o que foi desenvolvido pela empresa **Bioltec Systems**. Esta tecnologia, Figura 2.3, encontrada no mercado europeu, pode tanto utilizar o calor proveniente dos gases de escape, como o da água de arrefecimento do motor, para reduzir a viscosidade do OV.

Os kits, de forma geral, funcionam no sentido de permitir que o motor seja acionado com o óleo mineral, fazendo com que atinja sua temperatura normal de trabalho antes de ser introduzido o OV no sistema de injeção. Com isso, o motor atinge a temperatura necessária à adequada injeção e combustão dos óleos, originalmente mais viscosos. Automaticamente, o equipamento faz com que ao final da utilização do motor, antes de ser desligado, ele opere novamente com o diesel mineral, proporcionando a limpeza do sistema de injeção e combustão, evitando incrustações.



Fonte: Adaptado de BiolTec, 2013.

Figura 2.3 – Tecnologia da Bioltec para utilização de OV.

Independentemente da tecnologia ou do processo adotado para a utilização do OV é importante que sejam considerados os aspectos ligados à manutenção e longevidade dos motores. A seguir são tratados estes aspectos.

2.2.2 Manutenção e longevidade dos motores

Ao se avaliar a utilização de combustíveis alternativos, especial atenção deve ser dada aos impactos desses combustíveis sobre o funcionamento dos motores, sobre alterações na longevidade e na necessidade de manutenção dos equipamentos. Tais impactos têm efeito

direto sobre o custo da atividade produtiva, pois implicam que, mesmo com o combustível alternativo a custo menor, o custo final das operações possa acabar ficando mais elevado, devido aos desgastes e maior necessidade de manutenção, que possa ser necessária.

Destacando as alterações no plano de manutenção com uso de óleo vegetal, Anon (1982, *apud* MONDAL *et al.*, 2008), em estudo com óleo de fritura em motor diesel afirmou que contornou os problemas relativos à viscosidade por meio de aquecimento do óleo ou da adição de 5% de diesel mineral. Ele ainda relata que, apesar de não identificar problemas com acúmulo de coque e carbono, notou maior contaminação do óleo lubrificante, que necessitava ser trocado entre 4.000 e 4.500 milhas. Mondal *et al.* (2008) ainda elaboraram um quadro que resume os problemas que podem ser causados pelo uso do OV, além de ainda sinalizarem quais são as possíveis causas e as potenciais soluções, Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Possíveis alterações no funcionamento de motores de ciclo diesel submetidos ao uso de óleo vegetal e suas possíveis soluções

Resumo dos problemas em motores diesel operando com óleo vegetal combustível.		
Problemas	Causa do problema	Solução potencial
Curto prazo		
Temperatura fria de partida.	Alta viscosidade, baixo cetano e baixo flash point dos óleos vegetais.	Pré-aquecimento do combustível antes da injeção. Alteração química do combustível para um éster.
Entupimento e resinação dos filtros, "canos" e injetores.	Gomas naturais dos óleos vegetais e cinzas.	Refino parcial do óleo para remover as gomas. Filtragem por peneira de "4 micras".
Batimento do motor. (knocking)	Muito baixo cetano em alguns óleos, e tempo de injeção impróprio.	Ajuste do tempo de injeção. Utilização de motores de alta compressão. Alteração química do combustível para éster.
Longo prazo		
Formação de coque nos bicos injetores, no pistão e no cabeçote do motor.	Alta viscosidade dos óleos vegetais, combustão incompleta do combustível. Combustão pobre do óleo quando com carga parcial.	Pré-aquecimento do combustível antes da injeção. Alterar a alimentação para diesel quando o motor estiver com carga parcial. Alteração química do óleo combustível para éster.
Depósito de carbono nos pistões e cabeçote do motor.	Alta viscosidade dos óleos vegetais, combustão incompleta do combustível. Combustão pobre do óleo quando com carga parcial.	Pré-aquecimento do combustível antes da injeção. Alterar a alimentação para diesel quando o motor estiver com carga parcial. Alteração química do óleo combustível para éster.
Desgaste excessivo do motor.	Alta viscosidade dos óleos vegetais, combustão incompleta do combustível. Combustão pobre do óleo quando com carga parcial. Possibilidade de ácidos graxos livres no óleo vegetal. Diluição do óleo lubrificante devido a fuga do óleo vegetal.	Pré-aquecimento do combustível antes da injeção. Alterar a alimentação para diesel quando o motor estiver com carga parcial. Alteração química do óleo combustível para éster. Aumentar as trocar do óleo lubrificante. Aditivos de óleo lubrificante para inibir a oxidação.
Problemas no óleo lubrificante devido à polimerização.	Acúmulo de óleos vegetais poliinsaturados no cárter, onde ocorre a polimerização.	Pré-aquecimento do combustível antes da injeção. Alterar a alimentação para diesel quando o motor estiver com carga parcial. Alteração química do óleo combustível para éster. Aumentar as trocar do óleo lubrificante. Aditivos de óleo lubrificante para inibir a oxidação.

Fonte: Adaptado de Mondal et al., 2008.

O uso de OV em motores diesel, segundo Grau *et al.* (2010), pode apresentar dois tipos de complicações, as quais os autores classificam como: dificuldades operacionais e problemas de durabilidade. As dificuldades operacionais são relacionadas à partida e ignição do motor, à combustão e ainda em relação performance. Quanto à durabilidade, são relatadas: a formação de depósitos, a carbonização dos bicos injetores, a colagem dos anéis e a diluição do óleo lubrificante.

Na literatura foram identificados poucos trabalhos com informações relativas a estudos de longo prazo, referentes à manutenção de motores operando com óleo vegetal. Este tipo de estudo, certamente requer mais aprofundamento, em especial nas condições de uso mais específicas para o Brasil, considerando: regime de trabalho, temperatura, tipos específicos de óleo vegetais e características dos motores nacionais (modernos e antigos).

3 ANÁLISES E DISCUSSÕES A RESPEITO DO AMBIENTE TECNOLÓGICO DOS ÓLEOS COMBUSTÍVEIS

Os óleos tiveram grande sucesso como vetor energético devido a sua facilidade de armazenamento, transporte e densidade energética, assim como pela praticidade de seu uso. A partir da revisão bibliográfica foi possível identificar, ao longo dos estudos levantados, que a utilização de óleos vegetais em motores decorre de período anterior à própria utilização do óleo diesel mineral. No entanto, a oferta abundante de petrodiesel e seu preço inferior ao dos óleos vegetais, fez com que seu uso preponderasse ao das alternativas renováveis (MA e HANNA, 1999).

Todavia, a instabilidade política e de preços do petróleo, que inevitavelmente afetavam o valor de seus derivados, mantiveram os combustíveis renováveis sempre como alternativa a ser considerada, sendo trazida a pauta nesses momentos de crise. Contudo, a preponderância do uso do petróleo ao longo de muitos anos, assim como os interesses da indústria que controlava sua produção, direcionou o desenvolvimento dos motores diesel para utilização do petrodiesel. Como consequência desse casamento, petrodiesel & motor de ciclo diesel, acabou ocorrendo um aperfeiçoamento e uma adequação tecnológica entre ambos.

Por outro lado, os óleos vegetais passaram a ser utilizados apenas naquelas situações esporádicas, como alternativa à falta ou aos elevados preços do petrodiesel. De modo que não ocorreu nenhum aperfeiçoamento dos motores para seu uso, o que explica seu menor desempenho e a potencial ocorrência de problemas. Então, para viabilizar o uso de óleos vegetais em motores desenvolvidos para uso do óleo mineral, algumas alternativas tecnológicas foram surgindo. Nesse sentido, a maioria dos autores estudados se mostrou alinhada com a necessidade do uso dessas adaptações.

A origem dos principais problemas que podem ser ocasionados pelo uso do óleo vegetal provém de sua combustão incompleta, que ocorre especialmente devido à maior

viscosidade que, por sua vez, dificulta a atomização do combustível. Dentro da câmara de combustão, a atomização inadequada não permite a queima perfeita, o que faz com que parte deste combustível vá se acumulando no cilindro e na câmara, formando depósitos que prejudicam o funcionamento do motor. A solução para o problema ocasionado pela diferença de viscosidade pode ser obtida de duas principais maneiras. Uma delas é adequando o combustível, de modo que este se torne semelhante ao combustível padrão – petrodiesel. A segunda forma é por meio de alterações nos motores, de modo que estes se tornem mais aptos à combustão de um combustível com características diferentes do padrão utilizado.

Quando se opta pela adaptação do combustível, no intuito de contornar tais problemas, a principal solução indicada pelos autores que publicam sobre o uso de alternativas ao óleo mineral são bastante convergentes. Nesse sentido, a maioria dos estudos destaca que é preciso proceder com a redução da viscosidade dos óleos, tornando-a mais próxima possível da viscosidade do petrodiesel. Existem três formas recomendadas para isso na literatura: redução do tamanho das moléculas do óleo; pré-aquecimento do óleo (no tanque ou no sistema de injeção) e misturas com o petrodiesel, como sugere, por exemplo, Gregg (2008).

A modificação na estrutura molecular pode se dar por processo industrial que faça a retirada da glicerina dos óleos por meio de esterificação, transesterificação ou ainda por craqueamento. Tais processos resultam no produto final denominado ésteres de ácidos graxos, ou biodiesel. A segunda alternativa prescinde de processos industriais, consistindo no aquecimento dos óleos antes de sua injeção no motor, que pode ser realizado por equipamentos que são acoplados aos motores. A terceira opção, de misturas, é recomendada por autores como Schlosser *et al.* (2007), que sugerem a proporção de 70% de OV para 30% de PD, como mistura ótima. A primeira alternativa consiste na proposta do PNPB, enquanto a segunda e a terceira não são regulamentadas no Brasil.

O aquecimento dos óleos vegetais pode ser feito dentro do tanque de combustível ou diretamente na linha de injeção. Este último apresenta vantagens, pois o aquecimento no tanque pode provocar degradação do óleo, como oxidação e polimerização. Com relação ao aquecimento, a literatura traz diversas faixas de temperatura, Schlosser *et al.* (2007), por exemplo, encontraram melhores resultados a 68°C. Já Fonseca (2007) utilizou óleo de dendê aquecido a 100°C, temperatura na qual ele relata que a viscosidade daquele óleo fica muito próxima à do petrodiesel. Inoue (2008) indica que 160°C foi a temperatura na qual a viscosidade do óleo vegetal mais se aproximou do petrodiesel. As diferentes temperaturas utilizadas nos estudos levantados na revisão da literatura estão apresentadas no Quadro 2.3..

Quadro 2.3 – Síntese dos parâmetros utilizados e recomendados pelos estudos identificados na revisão bibliográfica.

Síntese das adequações para uso do óleo vegetal							
Matéria-prima	Tipo	Temperaturas avaliadas	Consumo específico	Resultados	Efeitos secundários	Recomendações	Autores
Dendê	óleo bruto	n.e.	+ 10%	apresentou mesma potência; eleva custo de manutenção entre 20 e 25%	obstruções parciais de bicos injetores e filtros; aumento da carbonização das câmaras de combustão;	sistema de pré-filtragem	Coelho <i>et al.</i> , 2004
	n.e.	100°C	n.e.	viscosidade muito próxima à do petrodiesel	n.e.	n.e.	Fonseca, 2007
	óleo bruto	n.e.	+ 15 a 20%	n.e.	queda da potência (6,4%)	n.e.	Nascimento <i>et al.</i> , 1999
	óleo bruto	55, 80 e 100°C	a 100°C = +10%	viscosidade mais próxima ao PD a 100°C	acumulação de sujeira na bomba injetora e carbonização de câmaras de combustão;	troca de óleo com metade do tempo (100h)	Soares <i>et al.</i> , 2000
Girassol	óleo bruto	sem aquecer	+ 15,5%	n.e.	queda de potência (12,9%) formação de carvão e entupimentos.	n.e.	Maziero <i>et al.</i> , 2007
Girassol e amendoim	n.e.	n.e.	não alterou	performance semelhante ao PD		recomenda limpeza periódica dos bicos	Samaga, 1983
Girassol, milho e soja	n.e.	60; 90 e 160°C	a 160°C = + 8%	viscosidade semelhante a do petrodiesel a 160°C	sem alteração no torque e na potência	n.e.	Inoue, 2008
Soja	n.e.	57 e 68°C	n.e.	aproximou à viscosidade do petrodiesel;	n.e.	aquecimento é mais eficiente que o avanço na injeção.	Machado, 2003
	não definido	57 e 68°C	a 68°C: OV70 + PD30 = - 4,5%; OV100 = + 13%; a 68°C: OV100 = 0%	aquecimento corrigiu efeitos da maior viscosidade;	produziu aumentos no torque do motor com relação ao PD puro	mistura de 70% de OV com 30% de PD	Schlosser <i>et al.</i> , 2007

Fonte: Elaborado pelo autor. (n.e. - não especificado.)

Outro aspecto importante, observado nos levantamentos, é que o óleo vegetal combustível, apesar de ser denominado, às vezes, como óleo *in natura*, não deve ser utilizado para este fim, sem qualquer tratamento. Ou seja, é recomendável que estes óleos passem ao menos por processos de filtragem, decantação, degomagem, ou mesmo o refino, o que prolonga a vida útil dos motores e reduz a necessidade de manutenções, como sugere, por exemplo, Coelho *et al.* (2004).

Pela pesquisa realizada foi possível identificar que os óleos vegetais, assim como o próprio biodiesel, podem reduzir a potência, comparados ao petrodiesel, como sugerem: Nascimento *et al.* (1999) e Maziero *et al.* (2007), por exemplo. No entanto, esta não é uma constatação unânime, pois alguns trabalhos relataram indiferença na potência como Samaga (1983) e Inoue (2008), enquanto outros como: Wander *et al.* (2011) indicam o aumento nessa.

Com relação ao consumo específico, a maioria dos relatos destaca o seu aumento com o uso de óleos vegetais, como Coelho *et al.*, (2004). Porém, estudos como de Samaga (1983) não identificaram alteração no consumo específico. Já autores como Schlosser *et al.* (2007) obtiveram reduções quando utilizaram misturas como 70% de óleo vegetal com 30% de óleo diesel, mistura que eles sugerem ser ideal, Quadro 2.3.

Ainda com relação às misturas, a composição atual do Diesel B5 pode apresentar alguma instabilidade, conforme CNT (2012), isso devido à transesterificação, que torna o óleo mais instável, fazendo até mesmo com que o armazenamento de longo prazo do biodiesel seja mais crítico do que o armazenamento de óleos vegetais. Não foram identificados na revisão bibliográfica estudos quanto à estabilidade do óleo vegetal como aditivo do petrodiesel, o que poderia representar alternativa interessante.

O desenvolvimento de novas tecnologias, como a lançada pela John Deere – *Natural Power*, que prescinde dos dois tanques e de sistema de aquecimento, também consiste em alternativa para o uso de OV. Esta tecnologia conta com sistema de sensores que identificam o tipo de combustível e fazem a regulação do motor em tempo real a partir do combustível com o qual ele está sendo alimentado, podendo ser PD, BD, OV ou qualquer mistura entre eles. A empresa fornece as mesmas garantias de fábrica que os tratores com motorização comum, da mesma forma como garante emissões dentro das normas europeias.

4 CONCLUSÕES SOBRE O AMBIENTE TECNOLÓGICO DOS ÓLEOS COMBUSTÍVEIS

Com relação à substituição do petrodiesel por óleo vegetal existem na literatura resultados diversos, mas as seguintes conclusões podem ser obtidas a partir dos levantamentos realizados. Com relação à potência e torque, os estudos demonstram desde redução quanto à elevação desses índices, ao se utilizar misturas de PD com OV. O mesmo ocorre com relação ao consumo específico, ou seja, divergência nos resultados de trabalhos científicos, variando desde aumentos até redução (1,5%), quando utilizados em mistura ao petrodiesel (OV10% + PD90%).

As divergências certamente se devem a diferenças metodológicas dos estudos, concordando com as conclusões de Sidibé *et al.* (2010), isso porque as variáveis que podem afetar os resultados são muitas, desde o tipo de óleo em termos de matéria-prima, quanto no tratamento destes: *in natura*, filtrado, degomado etc. Também ocorrem diferenças no tipo de sistema de aquecimento e nas temperaturas utilizadas, que também influenciam diretamente nos resultados dos estudos. Portanto, é possível concluir que o uso de OV é tecnicamente viável, e que existem tecnologias que permitam seu uso racional. Assim, mesmo sem se encontrar um resultado equânime, algumas tendências podem ser observadas, e estas podem ser tomadas como direção para a condução de novos estudos e de recomendações para a utilização do óleo vegetal:

- A principal característica a ser adequada para utilização do óleo vegetal é sua viscosidade e, ao se optar pelo uso do OV sem transesterificar, ela pode ser ajustada através do aquecimento. É interessante que o aquecimento seja efetuado na linha de alimentação, e não no tanque, para evitar a degradação do óleo vegetal;
- A temperatura mais recomendada para o aquecimento do OV está entre os 60 e 100°C. Mas como existe uma grande variedade de óleos vegetais, assim como de equipamentos e condições de operação, mais estudos devem ser realizados para identificar mais apropriadamente a temperatura ideal para cada tipo de óleo e tipo de equipamento;
- A qualidade do óleo é uma característica unânime entre os autores estudados. Assim, quanto melhor a qualidade do óleo, no sentido de isenção de impurezas, acidez controlada, melhor será o resultado de sua aplicação. Para tanto os autores recomendam um sistema de pré-filtragem, condições corretas de armazenamento, isenção de água etc.;

- A utilização de kits de adaptação, com dois tanques é recomendada, pois além de promover o aquecimento do biocombustível promove a limpeza do sistema de alimentação com o óleo mineral. O uso de dois tanques ainda permite que a partida do motor seja feita com PD, o que reduz a contaminação do óleo lubrificante pelo OV, problema que ocorre devido à falha na vedação, que é natural enquanto o motor não se encontra na temperatura ideal de operação;

De forma geral, pode-se entender que a utilização de óleos vegetais é tecnicamente viável, necessitando, porém, de alguma adaptação que promova a adequação da viscosidade dos óleos vegetais, ou o uso de equipamentos já desenvolvidos para o operarem com combustível com as características dos óleos vegetais. Assim, mesmo que a operação com OV apresente rendimento menor que o obtido com óleo mineral, seu uso pode ser vantajoso em diversas situações, onde o acesso ao petrodiesel é mais difícil, ou onde a oferta de óleos vegetais seja abundante.

CAPÍTULO III – SUSTENTABILIDADE DAS CADEIAS PRODUTIVAS DE ÓLEO VEGETAL COMBUSTÍVEL

Este capítulo traz as discussões acerca da sustentabilidade das cadeias produtivas dos biocombustíveis de ciclo diesel. Para tanto, faz-se uso da noção de Desenvolvimento Sustentável, com a qual se busca alcançar o objetivo específico 2.2.2, que avalia a sustentabilidade dessas cadeias a partir dos aspectos ambiental, social e econômico. Por sua vez, a Teoria das Cadeias de Produção Agroindustrial (CPA) contribui no entendimento de como ocorre a produção e o consumo desses biocombustíveis. Por meio da CPA, efetua-se o recorte das atividades mais importantes para o estudo, dentro da cadeia de produção de óleo vegetal e biodiesel. A análise destes três aspectos de sustentabilidade foi realizada buscando a comparação entre o uso de óleo vegetal e o biodiesel a partir dos seguintes parâmetros e indicadores:

- **Aspecto Ambiental** – análise do balanço energético, de gases de efeito estufa e de impactos gerais da produção e consumo de óleo vegetal;
- **Aspecto Social** – avaliação dos impactos sociais de tecnologias e projetos de uso de OV como combustível;
- **Aspecto Econômico** – avaliação de índices econômicos de modelo econômico que represente em uma propriedade real, a substituição de diesel comercial por óleo vegetal.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico busca contextualizar a noção de desenvolvimento sustentável a partir do conceito adotado pela Organização das Nações Unidas – ONU, contidos na Agenda 21 Global (BRASIL, 2013^o). Assim, a partir da noção de desenvolvimento que concilie métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica, foram resgatados elementos que permitiram a análise da sustentabilidade das cadeias produtivas dos óleos vegetais combustíveis.

Portanto, o objetivo deste referencial é dar suporte teórico às discussões acerca da sustentabilidade das cadeias produtivas de biocombustíveis de ciclo diesel. Para tanto, foram revisados trabalhos científicos de autores que escreveram acerca destes dois temas, sustentabilidade e cadeia produtiva de óleos vegetais. É importante destacar que os conceitos de sustentabilidade e de cadeia produtiva não se chocam, nem tampouco apresentam o mesmo objeto de estudo, tendo sido utilizada a teoria das cadeias de produção agroindustrial apenas para contribuir na delimitação do objeto a ser estudado. Ou seja, ao invés de focar apenas o produto final, analisou-se toda a cadeia produtiva, pois se acredita que não é interessante considerar o produto isoladamente, e sim a sua cadeia de produção.

1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável pode ser considerado uma síntese de diferentes formas de pensar o desenvolvimento. Ao buscar a incorporação de dimensões até então negligenciadas pelas tradicionais teorias de desenvolvimento, ele surge como um campo discursivo inovador, sendo considerado muito mais uma noção, do que uma teoria propriamente dita. Desse modo, a construção da sustentabilidade se torna tão dinâmica e variada como os próprios ecossistemas.

É interessante uma análise da expressão “desenvolvimento sustentável” a partir dos termos que a compõe. Primeiramente, o desenvolvimento pode ser entendido como um processo dinâmico de crescimento econômico e de melhoramento das condições sociais de determinada região ou nação. A sua qualificação como sustentável, por sua vez, compreende o alcance destas condições de forma equilibrada espacial e temporalmente. Ou seja, o desenvolvimento precisa preservar a capacidade dos ecossistemas de proporcionar qualidade de vida também para as gerações futuras.

A respeito da relação entre as gerações, é interessante um breve resgate sobre a história da espécie humana. A hominização já representa, por si só, um processo de desenvolvimento da humanidade a partir das populações primitivas. Desde os Australopitecos¹⁴ até o *Homo sapiens sapiens* ocorreu uma complexa transformação biológica e cultural, que foi se acelerando com o passar do tempo. Mazoyer e Roudart (2010) relatam que, enquanto os progressos conquistados pelo *Homo habilis* são insignificantes, os realizados pelo *Homo erectus* são muito mais importantes. A importância destes feitos cresce com o *Homo sapiens neandertalense*, mas vem culminar de fato na civilização predominante nos últimos 40 mil anos, *Homo sapiens sapiens*.

Do surgimento deste último tipo humano como é atualmente conhecido, há cerca de 40 mil anos, até início da Era Cristã, a população mundial não chegou a 300 milhões. No entanto, em pouco mais de 2 mil anos, a população se multiplicou por mais de 20, já ultrapassando os 7 bilhões de pessoas, nos dias atuais (MAZOYER e ROUDART, 2010 e NAÇÕES UNIDAS, 2013). O aumento demográfico somado às mudanças na estrutura e no estilo de vida da sociedade fez crescer também a sua capacidade de transformar e afetar os diferentes ecossistemas onde habita.

Malthus em seus ensaios sobre o princípio da população (primeiro e segundo ensaios¹⁵, 1798 e 1803) já relatava as consequências do crescimento populacional desenfreado. Segundo este autor, a capacidade de produção de alimentos, mesmo com a incorporação de novas áreas, não seria capaz de atender o crescimento populacional, o que inevitavelmente provocaria uma crise para a sociedade.

Malthus destacava que o impulso ao crescimento é controlado por limitações de espaço e alimento, de modo que a disputa entre animais e vegetais respeita regras, as quais o homem também deveria respeitar. Ele sugere a existência de obstáculos naturais e preventivos ao crescimento da população. Afirmando que, no caso de não se utilizar os obstáculos preventivos, como: controle populacional, prevenção de casamentos de pessoas muito jovens e utilização do controle da natalidade, por exemplo, as taxas de crescimento populacional continuariam elevadas. Nesse caso, o controle natural (controle positivo) passaria a agir, o que ocorreria por meio da morte por doenças, de péssimas condições de vida, de disputa por terra e alimento, dentre outros (MALTHUS, 1798 e 1803).

Limitações como as descritas por Malthus representaram obstáculos ao crescimento da população humana, de modo que a manteve limitada. O reduzido número de abrigos, as

¹⁴ Australopitecos são homínídeos que ocuparam o leste da África entre 6,5 a 1,5 milhão de anos antes de nossa Era, etimologicamente a palavra significa “macacos do Sul”.

¹⁵ *An Essay on the Principle of Population; or a View of Its Past and Present Effects on Human Happiness; with an Inquiry into our Prospects Respecting the Future Removal of Mitigations of the Evils which It Occasions.*

dificuldades na obtenção de alimentos, o perecimento por doenças, dentre outros, consistiam em condições adversas e limitantes ao crescimento da espécie humana. Mesmo o ataque de predadores afligia o *Homo sapiens*, pois, apesar de capacidade racional mais desenvolvida, ele não ocupava local superior na cadeia alimentar, de modo que fora também alimento.

Então, graças ao uso de sua capacidade racional, o homem desenvolveu ferramentas e técnicas que o permitiram criar as condições que a natureza não lhe oferecia. De modo que, não possuindo a robustez de um predador, nem suas garras ou dentes, a solução desenvolvida foi o trabalho em equipe e a confecção de armas (lanças, pedras, etc.). Já a necessidade de abrigo e sua vulnerabilidade foram resolvidas pela construção de tocas. Assim, desde épocas remotas a capacidade criativa humana pôde superar os limites naturais, e talvez seja esta a principal fragilidade do trabalho de Malthus, que desconsidera a capacidade da tecnologia em superar os limites naturais estabelecidos. O que ficou evidente pela revolução verde, séculos mais tarde.

Nesse contexto, tanto a busca pela sobrevivência quanto a melhoria da qualidade de vida humana sempre estiveram relacionadas ao domínio da natureza e à superação dos desafios que ela impunha. Dessa forma, o desenvolvimento da sociedade passava necessariamente pela supressão da natureza, no qual o trinômio “floresta x campo x cidade” representa uma evolução do espaço-lugar, criada pela intervenção humana. Dentro deste contexto de superação dos desafios naturais, o domínio da energia representou um passo de grande importância, desde a utilização do fogo até as formas mais modernas de energia.

Com relação ao processo de urbanização, significado mais corrente de modernização da sociedade, é interessante destacar que Marx, já em *O Capital*, fazia referências do conflito entre campo e cidade (FOSTER, 2005). Marx já falava sobre a dicotomia campo x cidade, criticando a separação antagônica criada entre ambos. Foster (2005) resgata de Marx o conceito de falha irreparável (*rift*), que seria provocada pela agricultura capitalista, e iria inevitavelmente afetar o metabolismo (*Stoffwechsel*), que representa o processo relacional entre o homem e a natureza. Nesse processo, o homem por meio de suas ações, medeia, regula e controla o metabolismo entre ele e a natureza.

No entanto, a efetiva preocupação com o meio ambiente nas discussões sobre desenvolvimento somente surge mais tarde, quando a sociedade percebeu que diferentes ecossistemas já demonstravam níveis irreversíveis de degradação, sinais da insustentabilidade do modelo de desenvolvimento. Paradoxalmente, o cientificismo ocidental ainda defendia a crença de que o desenvolvimento através da supressão da natureza seria possível, e que a ciência poderia fornecer solução para todos os problemas que surgissem.

Diferentes trabalhos foram sendo publicados ao longo do século XX a respeito das consequências do tipo de desenvolvimento em curso. Tais obras foram marcantes no desenvolvimento de uma consciência sobre os problemas da relação homem x natureza.

Ainda na década de 1960, Raquel Carson publica *Silent Spring*, que descreve a interação entre as coisas vivas e o meio a sua volta. Nesse estudo, ela relata como as espécies foram evoluindo por meio da interação com os ecossistemas. No entanto, no último século, a espécie humana adquiriu um poder significativo de alteração da natureza, o que traria sérios prejuízos ao equilíbrio ambiental. A autora descreve que o maior ataque da humanidade à natureza se dá através da contaminação dos recursos naturais por substâncias perigosas e letais. Carson destaca ainda que esta contaminação não ocorre apenas na natureza que dá suporte à vida, mas sim dentro dos próprios tecidos dos seres vivos, contaminando de forma irreversível toda a cadeia trófica.

A obra de Carson alerta para a contaminação provocada por substâncias químicas artificiais que são utilizadas para matar as “pragas”. Esta denominação, praga, foi a forma como a sociedade passou a denominar toda manifestação de vida (plantas, insetos, roedores, bactérias etc.) que fosse contrária aos interesses sociais e econômicos, buscando de toda forma combatê-las, Figura 3.1.



Fonte: Adaptado de ESH, 2013. (foto: Otis Historical Archives/ National Museum of Health and Medicine)

Figura 3.1 – Emprego do DDT no combate a insetos transmissores de doenças.

A autora denuncia que, de 1940 a 1960, mais de duzentas bases químicas foram desenvolvidas para atuar no que ela chama de guerra do homem contra a natureza. Ela destaca que o uso dessas substâncias não seletivas¹⁶ nas fazendas, jardins, casas etc.,

¹⁶ Substâncias não seletivas são aquelas que eliminam todo tipo de vida, por exemplo, tanto os insetos nocivos,

seria responsável por silenciar as futuras primaveras, e que o desejo do homem em controlar totalmente a natureza teria um elevado preço:

...O desejo do homem de controlar totalmente a natureza é concebido como arrogância e o desequilíbrio dos processos metabólicos e mutações, preços altos a serem pagos para não se ter pernilongos (CARSON¹⁷, 1962). (Tradução nossa).

Nesse contexto, surge a necessidade de criar uma solução que permita a melhoria contínua da qualidade de vida humana, mas que ainda preserve as condições dos ecossistemas de suportar a vida natural. Esta nova concepção abrange um desenvolvimento ecologicamente equilibrado e sustentável de longo prazo. Esta concepção de desenvolvimento passaria então a rejeitar políticas e práticas que dessem suporte aos padrões de vida correntes, exercidos à custa da deterioração da base produtiva e dos recursos naturais, e que diminuam as possibilidades de sobrevivência das gerações futuras (REPETTO, 1986).

Em 1968, foi fundado o Clube de Roma, criado para debater um conjunto de assuntos relacionados à política, economia internacional e, sobretudo, meio ambiente e desenvolvimento. Foi em 1972, ano da publicação do relatório intitulado “Os Limites do Crescimento”, coordenado por Dana Meadows, que o grupo ficou mais conhecido. O relatório retrata problemas relativos ao futuro da humanidade, tais como: energia, poluição, saneamento, saúde, ambiente, tecnologia, crescimento populacional etc. Por meio de modelos matemáticos, chegou-se à conclusão de que o Planeta Terra, mesmo levando em conta os avanços tecnológicos, não suportaria o crescimento populacional, por conta do aumento da poluição e da pressão gerada sobre os recursos naturais (MEADOWS *et al.*, 1972).

Em 1972, com o objetivo de inserir a questão ambiental como parte das agendas públicas, a ONU organizou a Conferência de Estocolmo. Ela foi a primeira ação mundial em busca de harmonizar as relações entre homem e meio ambiente. Participaram da conferência mais de uma centena de países e mais 400 instituições governamentais e não governamentais. As discussões ficaram marcadas pelo impasse entre as formas de desenvolvimento diametralmente opostas. De um lado, pregava-se o “desenvolvimento zero” como a saída para preservar os ecossistemas já muito afetados, de outro, as nações subdesenvolvidas pregavam o “desenvolvimento a qualquer custo”, como a única forma de alcançarem as mesmas condições de qualidade de vida dos países desenvolvidos (MOTA *et al.*, 2008).

quanto os que não trariam nenhum prejuízo, ou ainda os insetos benéficos como os inimigos naturais de pragas.
¹⁷ Tradução livre a partir do texto original.

A conferência de 1972 deu grande contribuição para o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, de modo que na década seguinte, 1980, começou a se tornar comum a utilização do adjetivo sustentável junto ao substantivo desenvolvimento. Inicialmente, as noções referentes à sustentabilidade provinham da biologia. Elas se referiam, especialmente, às condições em que a exploração dos recursos¹⁸ naturais renováveis se dessem sem o comprometimento dos ecossistemas. Ao longo do tempo, esta noção de sustentabilidade foi evoluindo, passando a considerar aspectos sociais e econômicos.

No ano de 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento publica o Relatório Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum”, que foi o marco de um novo paradigma de desenvolvimento com sustentabilidade. O Relatório, que influenciou diversos setores das sociedades modernas, define Desenvolvimento Sustentável como:

... O processo capaz de satisfazer as necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades. Sendo ainda: um processo de mudança na qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras... (NAÇÕES UNIDAS, 1987).

Na opinião de Veiga (2005), a origem do termo desenvolvimento sustentável está ligada a três antecedentes: “desenvolvimento econômico”, “crescimento com distribuição de renda”, e “desenvolvimento humano”. Segundo este autor, o desenvolvimento econômico até meados dos anos 1970 era tido como o sinônimo de progresso, sendo que o enriquecimento levaria a melhoria dos padrões sociais. Porém, quando do surgimento do primeiro Relatório sobre Desenvolvimento Humano em 1990, percebeu-se que o crescimento econômico não se traduzia necessariamente em benefícios para sociedade como um todo.

O próximo aspecto proposto por Veiga (2005), que serve de antecedente para o desenvolvimento sustentável, seria então o “crescimento com distribuição de renda”. Visto que não basta o crescimento da renda *per capita*, é necessária também sua justa distribuição. Daí surgiu a clássica ideia da curva de Kuznets, que relacionava crescimento com distribuição e evidenciava que a desigualdade de renda tendia a aumentar com a fase inicial de industrialização de uma nação. Ou seja, com o início do desenvolvimento

¹⁸ Gonçalves (1990) lembra que o termo recurso significa um meio para se chegar a um fim. Tem-se, portanto, duas considerações. A primeira, a de que o uso do termo “recursos naturais” significa encarar a natureza apenas pela sua utilidade crematística (arte de acumulação de riquezas, Aristóteles), devendo ser preservada para a perpetuação de sua utilização lucrativa. A segunda consideração, a de se ver o homem como mero “recurso” (recursos humanos), que é próprio de uma sociedade baseada na coisificação, pois o homem então não passa de um meio para a efetivação do processo de acumulação.

econômico, as desigualdades sociais podem aumentar, mas com o tempo estas diferenças tenderiam a diminuir, com a distribuição de renda.

Veiga (2005) ainda lembra que foi daí que surgiu a famosa parábola de Delfin Netto¹⁹, que primeiramente o bolo necessitaria crescer para que depois pudesse ser dividido. A teoria de Kuznets foi superada somente quarenta anos depois, quando o Banco Mundial publica um trabalho de quatro décadas em que foram avaliadas 108 economias e que demonstrou a inexistência de um único padrão histórico de evolução da distribuição de renda.

O último termo que compõe a ideia de desenvolvimento sustentável para Veiga (2005) é o aspecto relacionado ao “desenvolvimento humano”. Pois, apesar da pobreza ser uma ideia econômica, ela deve ser entendida sob a dimensão cultural. Além das formas mais brutas de pobreza, como a fome ou a falta de saneamento básico, por exemplo, pobreza também está ligada à privação da participação da vida social e cultural de uma sociedade. Ainda segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano de 2004: “a cultura estabelece uma importante relação entre rendimentos relativos e capacidades humanas absolutas”.

Na concepção de Sen (1999, *apud* VEIGA, 2005) Desenvolvimento Humano apresenta as seguintes premissas:

“... Só há desenvolvimento quando os benefícios do crescimento servem à ampliação das capacidades humanas, entendidas como o conjunto das coisas que as pessoas podem ser ou fazer, na vida. E são quatro as mais elementares: ter uma vida longa e saudável, ser instruído, ter acesso aos recursos necessários a um nível de vida digno e ser capaz de participar da vida da comunidade...” (SEN 1999, *apud* VEIGA, 2005).

Portanto, pode-se inferir que, sociedades que buscam melhoria da qualidade de vida apenas por meio do consumo material, especialmente de produtos altamente causadores de impactos ambientais, tornam a tarefa de conciliar desenvolvimento e sustentabilidade algo extremamente difícil. Nesse sentido, aumentos de produção, sejam pela produtividade ou pela integração de novas áreas, como no caso da produção primária (mineração e agricultura), são inevitavelmente promotoras de impactos²⁰ ambientais. Majora-se este risco

¹⁹ Antônio Delfim Netto, economista formado pela USP, participou dos governos militares tendo ocupado inúmeros cargos de destaque, como: Castello Branco (1964-1967) - Conselho Consultivo de Planejamento (Conspian); Costa e Silva (1967-1969) e Medici (1969-1973) - ministro da Fazenda; Figueiredo (1979-1984) - ministro da Agricultura, secretário do Planejamento, e controlando o Conselho Monetário Nacional e o Banco Central. O período da sua gestão foi chamado “milagre econômico”, pela expansão dos negócios financeiros, construção de obras faraônicas, algumas de utilidade controversa (FOLHA DE SÃO PAULO, 2008).

²⁰ Um dos impactos causados por intervenções humanas é o Impacto Ambiental que é definido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais.

quando se busca atender a um mercado global, no qual a ótica mercantilista torna hegemônico o aspecto econômico, acabando por provocar desequilíbrio entre os demais componentes da sustentabilidade.

O conceito de sustentabilidade, por sua vez, possui forte conotação valorativa, fazendo com que ele expresse mais os valores e opiniões de quem o está utilizando-o, do que algo concreto ou um conceito de aceitação geral (MAROUELLI, 2003). Para o autor, este conceito tenta sintetizar uma solução entre o impasse do crescimento e da conservação²¹, propondo solução que contemple ambos, sendo assim legitimada como ética em termos sociais, econômicos e ambientais.

Outro aspecto que surge ao se tratar de sustentabilidade é o que se refere à relação ética entre as diferentes gerações de uma sociedade. Sachs (1986) define estes princípios como sendo os de solidariedade sincrônica e diacrônica. O primeiro deles consiste na responsabilidade com a geração presente, para qual o foco é a equidade social entre as nações e dentro delas. Já a solidariedade diacrônica representa a responsabilidade que a atual população tem com as suas futuras gerações, o que consiste no cuidado de não incorrer em ações irreversíveis, capazes de alterar negativamente o modo de vida destas gerações, seja por conta da exaustão de recursos ou da poluição dos ecossistemas.

Sachs ainda destaca que este imperativo ético intertemporal, que faz com que se trabalhe com escalas múltiplas de tempo e espaço, causa um desarranjo na “caixa de ferramentas” da economia convencional. Com isso, são buscadas soluções que eliminem o crescimento selvagem, obtido a partir de elevadas externalidades negativas, tanto sociais como ambientais (SACHS, 2004).

Por outro lado, Buarque (1999) faz uma importante reflexão ao alertar para o risco de um posicionamento que, em detrimento do presente, prioriza apenas o futuro, que é incerto:

... A parcela da geração atual que padece de pobreza e desigualdade não pode se sacrificar em função de um futuro improvável e imponderável para seus filhos e netos, assumindo um comprometimento com o futuro sem sequer ter o presente... (BUARQUE, 1999).

Suas ponderações advertem para a necessidade de garantir qualidade de vida também para as atuais gerações. No entanto, a histórica busca pelo desenvolvimento, com a utilização de recursos naturais e suas conseqüentes degradações ambientais, não se

²¹ Corazza (1996) esclarece que a disjuntiva pragmática preservacionista e conservacionista no movimento ambiental advém das distintas interpretações da relação homem-natureza. Assim, no primeiro grupo há a defesa e proteção incondicional da natureza, com uma postura ecocêntrica em contraposição à proteção da natureza e à administração dos recursos naturais, condicionadas à sua utilização racional, eficiente e econômica com caráter tecnocêntrico pelo segundo grupo.

traduziram em melhoria da qualidade de vida para a população de forma generalizada. Buarque (1999) contribui ao tema definindo desenvolvimento sustentável como:

... Um processo de mudança social e elevação das oportunidades da sociedade, compatibilizando, no tempo e no espaço, o crescimento econômico, conservação ambiental, a qualidade de vida e a equidade social, partindo de um claro compromisso com o futuro e a solidariedade entre as gerações... (BUARQUE, 1999).

É interessante destacar que as forças de mercado e o sistema de acúmulo de riquezas vigente no capitalismo fazem com que a exploração dos recursos naturais não se traduza necessariamente na sua distribuição. Os interesses individuais, sejam de países, setores da economia, empresas e até mesmo indivíduos isolados, prevalecem sobre os interesses da coletividade e, conseqüentemente, também sobre os aspectos ambientais e sociais.

Sachs (2002) faz um aprofundamento na discussão sobre sustentabilidade e expande para oito as suas dimensões. Para ele, tais dimensões devem existir simultaneamente para que se alcance de fato o desenvolvimento sustentável. São elas:

1 - Sustentabilidade social: organização da sociedade com maior equidade na disponibilização da renda e dos bens, reduzindo a distância dos padrões de vida entre ricos e pobres, a fim de alcançar um patamar razoável de homogeneidade social, com distribuição de renda justa. Já o emprego deverá ser pleno e/ou com qualidade de vida crescente. O Estado deve assegurar, igualmente, o acesso aos recursos e serviços sociais;

2 - Sustentabilidade econômica: mudança de postura da visão macroeconômica para a visão macrossocial, cujos acordos internacionais não privilegiem somente o Norte, gerando para o Sul e Leste, que são devedores do Norte, uma exclusão ou subordinação do mercado internacional. Em escala nacional, deve-se estabelecer um desenvolvimento econômico intersetorial equilibrado, levando em consideração a segurança alimentar, a capacidade de modernização permanente dos instrumentos de produção, e buscando uma autonomia razoável no campo da pesquisa e tecnologia;

3 - Sustentabilidade ecológica: representa a capacidade de utilização dos recursos naturais com o menor dano aos sistemas de sustentação da vida; restrição do consumo de combustíveis fósseis e de outros produtos não renováveis, que representam importante fonte de impacto sobre o equilíbrio ecológico, por meio da reeducação da população, voltada principalmente para o consumo sustentável de produtos renováveis ou que ocorram em abundância na natureza; diminuição da quantidade de resíduos e de poluição por intermédio da conservação de energia e da reciclagem; estabelecimento da autolimitação do consumo de materiais pela população do Norte; aumento da pesquisa na área tecnológica de baixo teor de resíduos; estabelecimento de normas para adequada proteção ambiental;

4 - Sustentabilidade ambiental: trata-se da manutenção e reforço da capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais;

5 - Sustentabilidade territorial: redimensionamento da lógica da ocupação do espaço entre urbano e rural, através da: diminuição do tamanho das metrópoles; desaceleração da ocupação desordenada em regiões em que há ecossistemas frágeis e de importância vital; adoção de créditos e técnicas aos pequenos agricultores em regiões de exploração agrícola das

florestas; descentralização dos polos industriais, principalmente os relacionados à biomassa; proteção da biodiversidade por intermédio de rede de reservas naturais e de biosfera; melhora das condições de vida das áreas urbanas; superação das disparidades inter-regionais. Além de estabelecer estratégias de desenvolvimento ambientalmente seguras para áreas ecologicamente frágeis, ou seja, conservação da biodiversidade pelo ecodesenvolvimento;

6 - Sustentabilidade cultural: busca dentro das comunidades de soluções para o ecodesenvolvimento. A população deve ter capacidade de autonomia para a elaboração de um projeto nacional integrado e endógeno – em oposição às cópias servis dos modelos alóctones;

7 - Sustentabilidade política nacional: busca-se que o Estado deva ter um nível razoável de coesão social, e que possa implantar um projeto nacional em parceria com todos os empreendedores. A democracia deverá estar fundamentada nos direitos humanos universais.

8 - Sustentabilidade política internacional: consiste na lógica de que a Organização das Nações Unidas tem um papel na prevenção da guerra, na garantia da paz e na promoção da cooperação internacional. Criação de um pacto Norte-Sul de ecodesenvolvimento, baseado no princípio da igualdade, havendo compartilhamento da responsabilidade de favorecimento do parceiro mais fraco (SACHS, 2002).

Por outro lado, Ourique tece críticas no sentido de que não basta o controle dos usos da energia, das águas, das terras e do crescimento populacional, para se alcançar uma sociedade “ambientalmente sã”, como defende parte considerável do pensamento ecológico (OURIQUE, 2004). Segundo ele, o controle da sociedade capitalista é absolutamente impossível, pois o movimento do capital não conhece limites. Este autor julga, então, serem cosméticas as propostas do pensamento ecológico, que sugerem impor barreiras às formas específicas de crescimento e desenvolvimento, sem questionar os fundamentos destrutivos da auto-expansão do capital.

As críticas de Ourique parecem bastante coerentes, sugerindo que, para que se alcance um modelo de sociedade que seja sustentável, seriam necessárias medidas disruptivas, e não somente ajustes nos modelos vigentes, o que seria revolucionário. No entanto, ajustes e adequações no modelo atual podem representar passos iniciais rumo a outros modelos mais sustentáveis. Portanto, mesmo não sendo as melhores soluções, tais alternativas devem ser consideradas, sendo propostas válidas, mesmo que ainda cosméticas.

Nesse sentido, é interessante pontuar algumas diferenças entre os conceitos de Ecodesenvolvimento e de Desenvolvimento Sustentável no que tange aos aspectos de justiça social, tecnologias e estratégias político-econômicas, Quadro 3.1. Pode-se perceber que a proposta do ecodesenvolvimento é consonante com os ensejos de Ourique, ou seja, de uma proposta que conteste o modelo atual e que imponha limites ao capital.

Em relação aos três aspectos comparados por Layrargues (1998), alguns pontos podem ser levantados quanto à produção e ao uso de biocombustíveis. Primeiramente, com relação à justiça social, ainda que os combustíveis renováveis representem uma tecnologia mais sustentável, não se pode obtê-la simplesmente com a equiparação do consumo. Isso, porque os recursos naturais seriam insuficientes para atender aos elevados padrões atuais de consumo a partir da produção de biocombustíveis. Nesse caso, nem se trata da dicotomia Norte X Sul, pois, por exemplo, a incoerência do modelo de transporte individual é uma falácia presente em ambos os hemisférios, incorrendo em problemas semelhantes de ineficiência, congestionamentos, impactos ambientais etc.

Referente ao papel da tecnologia, o ecodesenvolvimento traz uma proposta interessante, ou seja, a busca de soluções mais adaptadas às condições naturais e culturais de cada ecorregião. Tais soluções caminham no sentido do presente estudo, especialmente quando se trata da produção de biocombustíveis para consumo local, e não para exportações, que pela necessidade de transpor grandes distâncias poderia acabar por anular os benefícios inerentes de fontes renováveis de energia.

Quadro 3.1 – Síntese das principais diferenças entre Ecodesenvolvimento e Desenvolvimento Sustentável.

Ecodesenvolvimento	Desenvolvimento Sustentável
Noção de justiça social	
Prega um “teto de consumo material”, com um nivelamento médio dos padrões de consumo em que o “Norte” deve diminuir o consumo, e o “Sul” aumentá-lo;	Entende que será alcançada a justiça social, via “piso de consumo material”, tanto do Sul quanto do Norte, desde que sejam criadas tecnologias mais eficientes que produzam mais bens com menos recursos e poluição;
Papel da tecnologia	
Busca a produção de tecnologias que melhor se adaptem às condições naturais e culturais de cada eco região, para a satisfação das necessidades humanas, respeitando os limites naturais de cada ambiente;	Indica a necessária transferência de tecnologias do “Norte” para o “Sul”;
Estratégias político-econômicas	
Critica o livre mercado e defende uma maior participação do Estado e dos movimentos sociais.	Defende postura mais liberal, e contempla a expansão do mercado, como um dos eixos centrais da proposta.

Fonte: Adaptado de Layrargues, 1998.

Na opinião de Layrargues (2000), o que se esconde por trás da nova ordem mundial não é tanto o imperativo ecológico, e sim a conjuntura neoliberal, aplicando seu rearranjo no eixo político-econômico internacional. Portanto, o deslocamento da vantagem competitiva que fez a matriz tecnológica passar da condição de mão de obra intensiva para condição de capital intensiva, foi apenas uma coincidência que fez com que os interesses empresariais

de acréscimo de produtividade industrial se conciliassem com grande parte das reivindicações ecológicas, produzindo as tecnologias limpas. Em outro estudo o autor destaca:

Uma análise de conjuntura sistêmica, enfocando, tanto a relação usualmente considerada a respeito da interação entre a empresa e o meio ambiente como também os aspectos econômicos, políticos e tecnológicos, é suficiente para a constatação de que a incorporação da variável ambiental nas empresas partiu, sobretudo, de uma sensibilização econômica e não ecológica, como vem sendo comumente apontado. Essa percepção já sinaliza que tal óptica não corresponde propriamente a um processo de transformação paradigmática, ou seja, uma transição ideológica da racionalidade econômica para a ecológica (LAYRARGUES, 1996).

Ourique (2004) ainda alerta que o termo desenvolvimento econômico muitas vezes se confunde como o próprio desenvolvimento do capitalismo, como se este talvez fosse a única alternativa ao desenvolvimento. Por sua vez, o capitalismo, desde sua fase mercantil produziu grandes modificações, tanto na esfera social quanto na própria geografia do planeta. Erguendo e derrubando cidades, criando rotas mercantis, ligando países e culturas distantes, gerando riqueza e pobreza, dentre outras modificações. Ou seja, o mundo assim como é hoje conhecido, em sua maior parte, é resultado do tipo de desenvolvimento que foi promovido por este sistema econômico.

O capitalismo, como concepção socioeconômica, funcionou como potencializador à geração de riquezas, ocorrendo, porém, forte acúmulo dessas riquezas nas mãos de determinada parcela da sociedade. Enquanto isso, de outro lado surgia uma grande massa, aparte dos benefícios proporcionados pela riqueza. Foi nesse processo de “erosão social” que se iniciou o que viria a ser conhecido como o grande abismo que separariam os ricos e miseráveis da sociedade contemporânea. Ou seja, por mais que houvesse crescido, o bolo nunca fora dividido, e o modelo então adotado demonstrava também nos aspectos sociais a sua insustentabilidade.

Portanto, o surgimento da indústria veio fortalecer as bases do capitalismo, da mesma forma o fez com sua capacidade de acumulação e de degradação do meio ambiente como ressalta Giddens (1991). No entanto, a força humana deixou de ser suficiente para promover todo o trabalho físico necessário para movimentar os novos parques industriais. Surgiu então a necessidade de uma fonte capaz de fornecer toda esta potência necessária ao desenvolvimento. A demanda energética que se criou a partir daí tem cada vez aumentado, tornando a sociedade cada vez mais dependente de Energia.

Quando da ocorrência destas mudanças nas bases produtivas, a solução economicamente mais viável para suprir a demanda energética foi o combustível fóssil. Este

se tornara a grande fonte energética que proporcionaria o crescimento das economias dos países tidos hoje como desenvolvidos. Tal modelo de matriz energética se replicou de forma generalizada por todo o mundo, ou seja, economias baseadas no consumo de combustíveis fósseis, tanto para processos industriais como para transportar mercadorias e pessoas. Contudo, a utilização destas fontes trouxe a tona questões que colocam a produção e o consumo dos combustíveis fósseis numa posição questionável em termos de sustentabilidade.

Nesse contexto, o uso de energia de fontes renováveis surge como uma alternativa mais sustentável, sendo diversas as razões pelas quais se acredita que sejam mais interessantes, como por exemplo, menores emissões de GEE e de poluentes ou ainda a possibilidade de produção descentralizada. No entanto, devido à diversidade destes tipos de fontes, de inúmeros processos produtivos que podem ser empregados ou das diferentes técnicas e tecnologias, esta “sustentabilidade” pode variar.

O biodiesel, por exemplo, pode ser obtido a partir de diferentes processos, como transesterificação (etílica ou metílica) ou craqueamento, podendo ser proveniente de diversas matérias-primas como óleo de: soja, girassol, palma, algodão etc. Estes óleos podem ainda ser provenientes de cultivos realizados sob diferentes técnicas, como: plantio direto, convencional etc., e em diferentes ecossistemas. Assim, com tantas variáveis, a determinação da sustentabilidade se torna complexa, sendo necessário o uso de metodologias padronizadas para que se possa comparar os benefícios das alternativas.

Para tanto, foram criados fóruns internacionais cujo objetivo é o de estabelecer parâmetros de análise da sustentabilidade das fontes de bioenergia, sendo que em última instância eles podem certificar a sustentabilidade dessas fontes. Dentre estes diversos fóruns sobre bioenergia ou biocombustíveis, o *Global Bioenergy Partnership* – GBEP representa o principal deles para o Brasil. Isso, devido à maior participação e influência brasileira em seu âmbito, pois um de seus vice-presidentes fora brasileiro, o então Ministro do MRE, André Correia do Lago. Por orientação do MRE, até 2013, este tem sido o principal espaço onde o Brasil busca firmar sua posição, possivelmente adotando o seu padrão de produção e consumo sustentável. Neste estudo, adotou-se o conceito de sustentabilidade utilizado pelo GBEP, que considera três aspectos: ambiental, social e econômico.

Ao se propor, porém, a comparação entre um combustível fóssil e um biocombustível, é interessante que se considere tal sustentabilidade ao longo de suas cadeias produtivas. Para tanto, fez-se o uso da Teoria das Cadeias de Produção Agroindustrial, no sentido de dar suporte teórico ao entendimento deste recorte de cadeia para análise dos biocombustíveis.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE CADEIAS DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL – CPA

Ao se discutir a sustentabilidade de um combustível alternativo é preciso se considerar parâmetros mais amplos que a simples avaliação do combustível no seu momento de uso, ou seja, quando ele é consumido. Assim, optou-se por realizar uma avaliação mais abrangente, a qual considera a cadeia produtiva destas alternativas. Portanto, no caso do presente estudo serão comparadas as cadeias do biodiesel e do óleo vegetal, as quais, até determinado ponto, podem ser exatamente as mesmas. Nesse sentido, é interessante um resgate sobre a teoria das Cadeias de Produção Agroindustrial – CPA, a qual proporcionou subsídios para realizar estas análises.

O estudo da CPA apresenta um enfoque de jusante a montante sobre determinado produto, e este enfoque permite uma análise abrangente sobre a produção e o consumo dos biocombustíveis objetos deste estudo. A teoria de “*filière*”, como também é denominada a CPA, provém da escola industrial francesa e baseia-se nas relações intersetoriais. Diferente da escola americana de Harvard, que trabalha com o conceito de *Commodity System Approach* (CSA), a escola francesa considera o aspecto do poder de mercado nas relações interindustriais, sendo mais aplicável às estratégias para formulação de política governamental do que corporativa, como no caso do CSA. Daí a motivação da escolha desta corrente teórica, pois o objetivo deste trabalho refere-se a políticas públicas.

Tanto a escola francesa quanto a norte-americana possuem, em comum, o estudo dos mecanismos de coordenação desenvolvidos pelos agentes, tanto no nível de firma como de sistema. Ambas as linhas teóricas se originam na Matriz de Leontief, que reflete a importância da medida da interdependência setorial, analisando as entradas e saídas do sistema. Esta matriz faz uma análise estrutural da economia, baseando-se no conceito de firma como função de produção e considerando elasticidade zero de substituição entre fatores de produção (ZYLBERSZTAJN, 2000).

O CSA se originou a partir de estudos de Davis e Goldberg (1957), os quais consideraram a agricultura como parte de uma extensa rede de agentes econômicos que vão desde a produção de insumos até a produção industrial, armazenagem e distribuição de produtos agrícolas e derivados. Por esse motivo, os autores consideraram que as atividades agrícolas deveriam ser abordadas junto a outros agentes a ela relacionados, e não mais de maneira dissociada.

A principal diferença entre as teorias do CSA e CPA é quanto à forma de delimitação do espaço analítico. Enquanto a noção de *commodity system approach* utiliza uma matéria-

prima específica como ponto de partida para a construção do espaço da cadeia agroindustrial, a análise de *Filière* adota o produto final como ponto de partida de seus estudos. Daí a justificativa da adoção da CPA, pois, o estudo está focado no produto final, no caso, o óleo vegetal e o biodiesel.

Portanto, a vertente teórica de *Filière* tem o foco direcionado para as sucessões de atividades ligadas verticalmente e necessárias à produção de um ou mais produtos correlacionados. Este tipo de análise pode se dividir em três diferentes abordagens: a cadeia na sua totalidade; o estudo de suas estruturas e relações dentro das cadeias; e o comportamento estratégico das firmas.

Uma cadeia produtiva, segundo Morvan (1988), apresenta os seguintes elementos em sua constituição:

- 1 – A cadeia de produção é uma sucessão de operações de transformação dissociáveis, capazes de serem separadas e ligadas entre si por um encadeamento técnico;
- 2 – A cadeia de produção é também um conjunto de relações comerciais e financeiras que estabelecem, entre todos os estados de transformação, um fluxo de troca situado a montante e a jusante, entre fornecedores e clientes;
- 3 – a cadeia de produção é um conjunto de ações econômicas que presidem a valoração dos meios de produção e asseguram a articulação das operações (MORVAN, 1988).

Batalha (1997) destaca que as cadeias produtivas podem ser entendidas como o conjunto de operações responsáveis pela transformação da matéria-prima em produto acabado. Assim, ela seria a sucessão linear de operações técnicas de produção e distribuição, responsáveis por levar o produto, proveniente de determinada matéria-prima, até o consumidor. O estudo de *filière*, apesar de não ter sido desenvolvido especificamente para estudar cadeias agroindustriais, adequou-se perfeitamente a ele. Segundo o autor:

Embora o conceito de *filière* não tenha sido desenvolvido especificamente para estudar a problemática agroindustrial, foi entre os economistas agrícolas e pesquisadores ligados aos setores rural e agroindustrial que ele encontrou seus principais defensores. Com o sacrifício de algumas nuances semânticas, a palavra *filière* será traduzida para o português pela expressão cadeia de produção e, no caso do setor agroindustrial, cadeia de produção agroindustrial ou simplesmente cadeia agroindustrial – CPA (BATALHA, 1997).

O entendimento dos processos produtivos a partir de Sistemas Agroindustriais, escola americana, representa um conceito mais ampliado, o qual envolve também aspectos relativos ao ambiente institucional e às organizações de suporte. Porém, novamente justificando a utilização da CPA, por ser o objetivo deste capítulo apenas o recorte das

atividades produtivas que desembocam nos produtos estudados, preferiu-se adotar a teoria da escola francesa.

Batalha e Silva (2007) ainda destacam que, a partir do conceito de cadeia de produção agroindustrial, a cadeia pode ser segmentada de jusante à montante em três macro-segmentos:

- A comercialização;
- A industrialização (principalmente a agroindustrialização); e
- A produção de matérias-primas.

É importante trazer alguns conceitos a respeito da governança dentro das cadeias de produção. Pois, a partir da governança é possível entender um pouco mais sobre como os agentes se comportam dentro da cadeia de produção. Geralmente, uma empresa se destaca dentro da cadeia em termos de maior capacidade de comandar as atividades, esta pode ser tida como a firma-líder. Coughlan *et al.* (2002) destacam cinco formas das firmas-líder exercerem poder sobre as demais:

Poder de recompensa – benefício oferecido a um membro por alterar seu comportamento;

Poder de coerção – originado na expectativa de uma empresa ser punida por outra mais poderosa;

Poder de especialidade – baseado na percepção de que a firma-líder possui certos conhecimentos especiais e determinada forma de perícia que seja útil às lideradas;

Poder de legitimidade – ocorre quando os tomadores de decisão se sentem obrigados moral, social ou legalmente a seguirem as ordens da firma-líder;

Poder de referência – quando um membro vê no outro um padrão de referência a seguir, desejando identificar-se publicamente (COUGHLAN *et al.*, 2002).

No entanto, estas fontes de poder de governança se misturam e muitas vezes são de difícil distinção. O poder de uma empresa sobre a outra ainda pode ser medido a partir da utilidade que uma empresa tem para a outra e pela escassez de alternativas.

Um dos motivos do surgimento da governança, segundo Humphrey e Memedovic (2002), pode ser a necessidade de padronização de qualidade de produtos ou processos. Com isso, busca-se reduzir riscos de forma geral, como os de segurança do produto, riscos ambientais, riscos ao trabalhador, entre outros, tornando a cadeia, como um todo, mais competitiva. Outra forma de se compreender a coordenação da cadeia é considerando os setores onde se concentra a coordenação, podendo ser, de acordo com Gereffi (1999) “*buyer-driven*” e “*producer-driven*”.

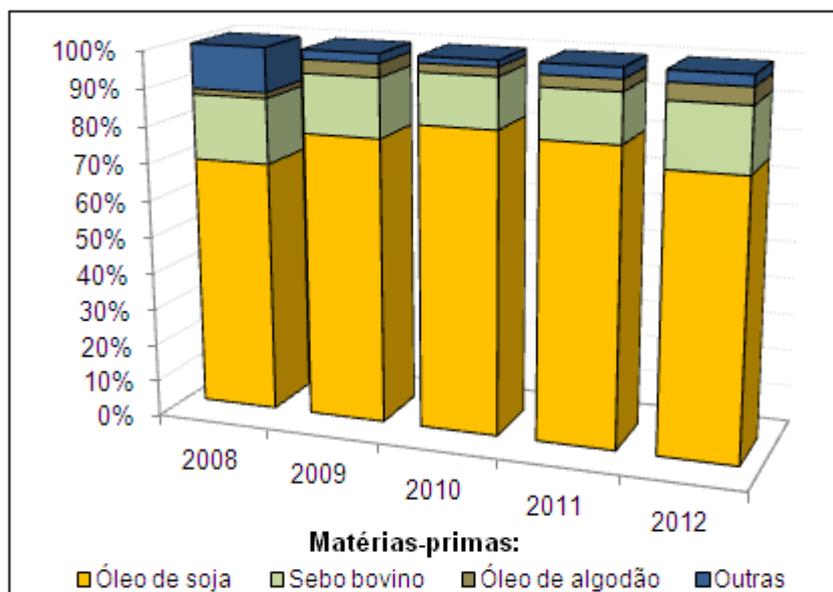
As cadeias tipo “*buyer-driven*” geralmente tendem a ter baixas barreiras à entrada, os produtores estão vinculados às decisões dos compradores, geralmente em função de especificações, design e marketing. As firmas-líder, nesses casos, podem ser representadas pelos grandes varejistas, revendedores, empresas de *commodities* etc. Já a coordenação do tipo “*producer-driven*” tende a ter altas barreiras à entrada, pois geralmente requerem elevado capital, são intensivas em tecnologia e operam com elevada economia de escala, como nas indústrias automobilísticas e aeronáuticas, por exemplo.

A conjugação dos conceitos da CPA e dos relativos à sustentabilidade permitiu a análise da sustentabilidade das cadeias produtivas das duas alternativas combustíveis analisadas neste estudo.

2 CADEIAS PRODUTIVAS DOS BIO-ÓLEOS

Desde a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB, a soja teve participação acima de 60% na matriz de matérias-primas utilizadas na produção do biodiesel, em termos de média nacional. Por este motivo, optou-se por estudar a cadeia produtiva do óleo de soja, mesmo a soja não tendo sido o foco do PNPB, por não representar um cultivo típico da agricultura familiar. Os biocombustíveis derivados desta matéria-prima, tanto o biodiesel quanto o óleo vegetal, dividem a mesma cadeia produtiva, até determinado momento. O momento no qual as cadeias se diferenciam é exatamente quando se agrega a indústria produtiva do biodiesel, que consiste no processo de transesterificação do óleo para produção dos ésteres de ácido graxo, ou seja, o biodiesel.

O sebo bovino consiste na segunda matéria-prima em grau de importância, atualmente representando acima de 20% da composição média do biodiesel utilizado no país, Figura 3.2. Tal participação seria, por si só, um motivo para também considerá-lo nos estudos. Entretanto, como este produto não é recomendável para utilização como combustível sem passar pelo processo de transesterificação, optou-se por não avaliá-lo neste estudo.



Fonte: Adaptado de ANP/Abiove, 2013.

Figura 3.2 – Matérias-primas que compõe a matriz de biodiesel.

O foco do estudo se voltou, portanto, exclusivamente para a soja, mesmo porque, todas as demais matérias-primas somadas, com exceção do sebo bovino, não ultrapassam 10% de participação na matriz do biodiesel. Os volumes dos óleos e gordura utilizados anualmente, ao longo dos anos de 2005 a 2011, demonstram novamente a clara predominância do óleo de soja, Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Participação das matérias-primas na produção do biodiesel para o período de 2005 a 2011.

Matérias-primas	Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel (m ³)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Óleo de soja	226	65.764	353.233	967.326	1.250.590	1.980.346	2.171.113
Óleo de algodão	0	0	1.904	24.109	70.616	57.054	98.230
Gordura animal ¹	0	816	34.445	154.548	255.766	302.459	358.686
Outros materiais graxos ²	510	2.431	18.423	31.655	37.863	47.781	44.742
Total	736	69.012	408.005	1.177.638	1.614.834	2.387.639	2.672.771

Fonte: Adaptado de ANP, 2013.

¹ - Inclui gordura bovina, gordura de frango e gordura de porco. ² - Inclui óleo de palma, óleo de amendoim, óleo de nabo-forrageiro, óleo de girassol, óleo de mamona, óleo de sésamo, óleo de fritura usado e outros materiais graxos.

A produção da soja não acontece exclusivamente para a extração do óleo, pelo contrário, o óleo representou até há pouco tempo um subproduto, sendo o farelo da soja, fonte proteica essencial para produção de carnes (aves, suínos, peixes, bovinos etc.) o seu principal produto. Schlesinger (2006) destaca esta questão ao retratar que a expansão dos cultivos de soja foi determinada pelo aumento explosivo do consumo de carnes, e consequentemente o aumento da demanda de farelo de soja por estas cadeias de produção. Segundo ele, este fator foi determinante ao desenvolvimento de múltiplas aplicações para a soja, como o uso do seu óleo.

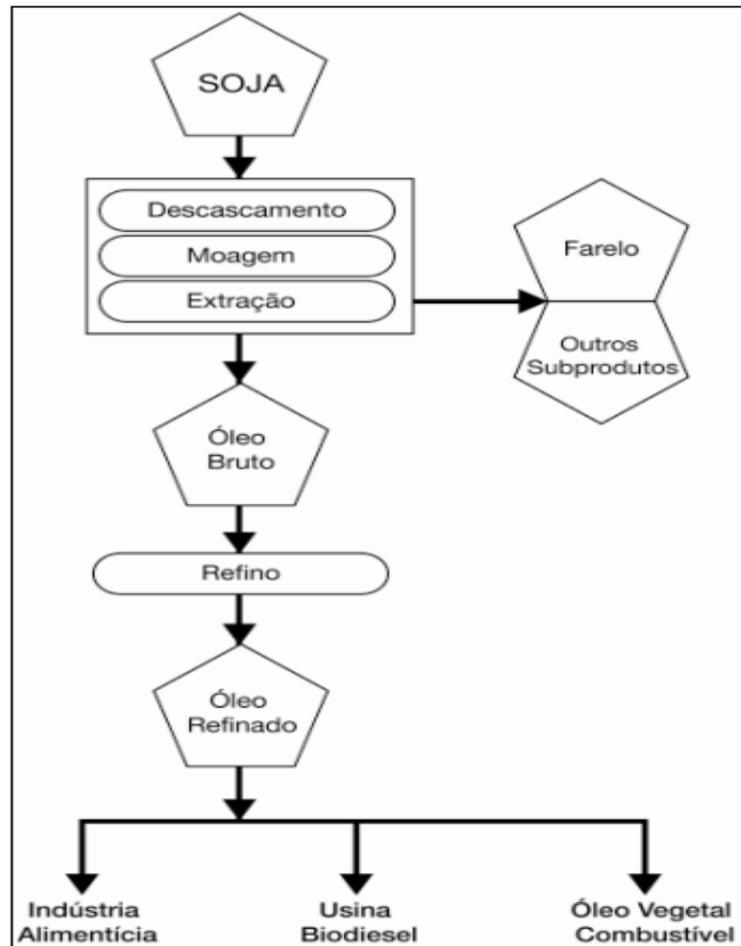
2.1 CADEIA PRODUTIVA AGROINDUSTRIAL DO ÓLEO DE SOJA

Assim, tomando-se por base o óleo de soja como uma *commodity*, é apresentada a caracterização de sua cadeia produtiva, desde o óleo de soja refinado até a fase agrícola da produção da matéria-prima, seguindo o modelo de análise de jusante a montante – CPA. O óleo de soja consiste no produto do primeiro elo agroindustrial da cadeia, representado pela indústria esmagadora de grãos.

As atividades industriais de extração do óleo têm início a partir do processo de preparo da matéria-prima. Esta, normalmente passa por algumas etapas iniciais antes da extração em si, como: limpeza, decorticação, trituração, laminação e cozimento. A etapa seguinte é a extração, a qual é realizada para sementes oleaginosas, geralmente, por meio de prensagem mecânica, podendo ainda serem utilizados processos que empregam solventes (BEZERRA, 2000).

Tais indústrias esmagadoras podem ser consideradas como atividades que possuem ‘operações-nó²²’, como tal, nesse ponto, a CPA pode fornecer determinado produto para diferentes opções de seguimentos. No caso, da indústria esmagadora de soja, ela pode fornecer o óleo refinado para indústrias de alimentos, usinas de biocombustíveis ou ainda para os possíveis consumidores do óleo como combustível. A Figura 3.3 traz uma representação dessa cadeia.

²² Operações-nó representam um ponto em comum, no qual as cadeias de produção interajam entre si. Em outras palavras, este é um ponto no qual a cadeia produz um produto que representa insumo para mais de uma cadeia a jusante. Para Batalha (1997), essas são operações comuns a várias cadeias e são muito importantes dentro da estratégia competitiva de uma organização, pois representam posições privilegiadas para a obtenção de sinergias dentro do sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3.3 – Cadeia de produção agroindustrial do óleo de soja.

Resumidamente, com relação à fase agrícola da produção da soja, o processo se inicia nas operações de aquisição de insumos e em seguida realiza-se o preparo do solo para o plantio da soja. Então, procede-se com os tratamentos culturais (adubação, controle de plantas invasoras e proteção contra insetos e doenças), quando maduros os grãos, procede-se com a sua colheita, e após esta etapa, a safra produzida poderá seguir para o armazenamento na própria fazenda, fora desta ou para a comercialização.

Este caminho que o grão de soja segue do campo até a indústria de biodiesel é descrito Hiraokuri *et al.* (2010). Os autores identificaram como sendo três as possíveis rotas que o grão de soja pode percorrer até chegar à indústria. Segundo os autores:

1. Propriedade > Usina: a soja em grão é transferida diretamente da propriedade produtora ao complexo agroindustrial, o qual possui infraestrutura tanto para esmagamento de oleaginosas como para produção de biodiesel.
2. Propriedade > Esmagadora > Usina: a soja em grão é vendida pelo produtor para a esmagadora, que fornece o óleo à usina de biodiesel.
3. Propriedade > Cooperativa > Esmagadora > Usina: os produtores cooperados vendem a soja para a cooperativa, esta vende a mesma soja

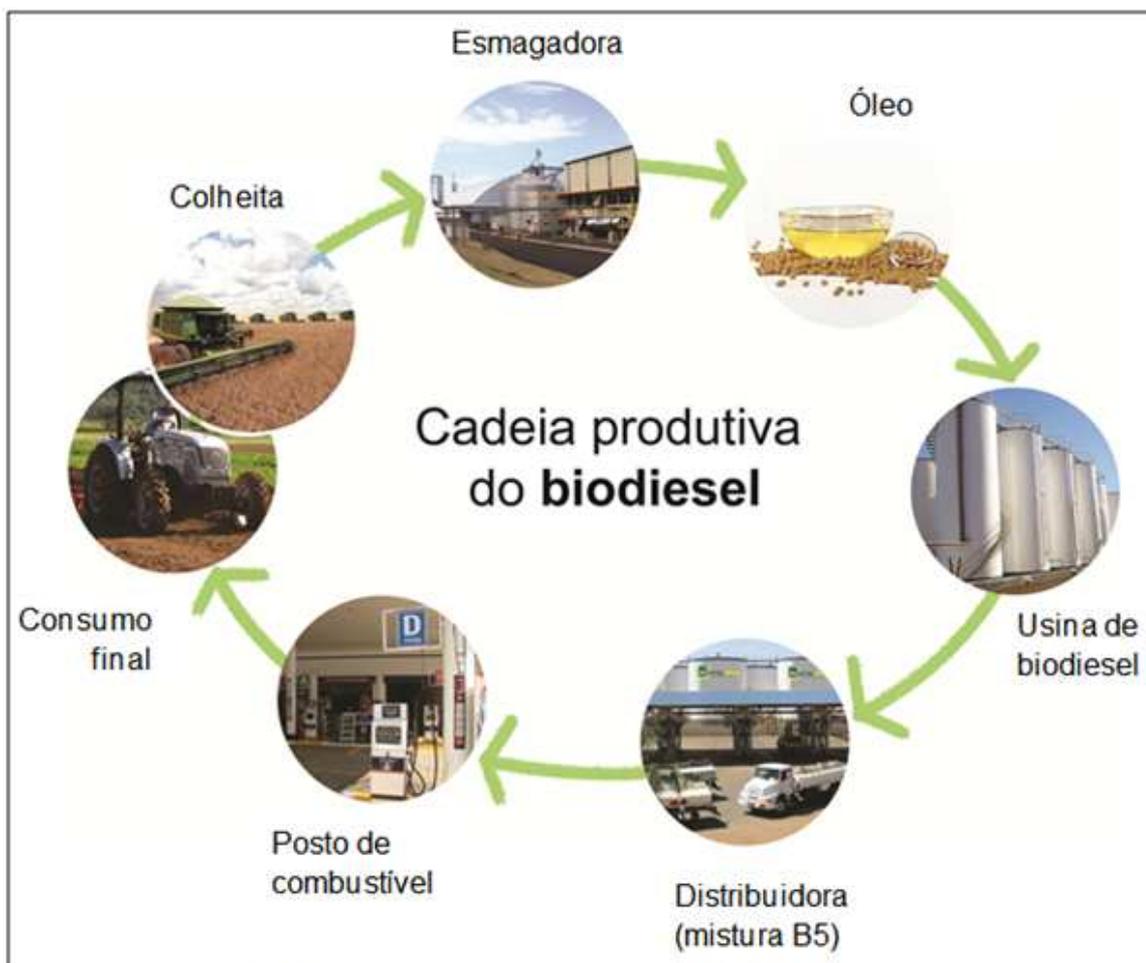
para a esmagadora que, finalmente, fornece o óleo para a usina de biodiesel (HIRAKURI *et al.*, 2010).

No Brasil, estas três rotas são possíveis de serem encontradas na CPA do óleo de soja e do respectivo biodiesel. Tratando um pouco mais a questão das operações industriais de produção do óleo de soja, a operação de degomagem merece destaque. Tanto para a produção de biodiesel, quanto para a própria utilização direta do óleo de soja como combustível, a operação de degomagem consiste numa importante etapa. A separação das gomas é realizada por meio de centrifugação, após esta operação o óleo ainda deve ser desumidificado, pois umidade superior a 0,05% pode afetar a produção de biodiesel, a conservação do óleo e seu uso como combustível.

A correção da acidez do óleo também é importante de ser realizada, ela é feita através da neutralização dos ácidos graxos livres com hidróxido de sódio, por exemplo. Em seguida, procede-se com a lavagem do óleo com água quente, a fim de remover sabões resultantes dessa neutralização. Quando o óleo for utilizado na indústria alimentícia ele ainda é submetido às operações de branqueamento e desodorização (CASTRO e LIMA, 2010).

2.2 CADEIA PRODUTIVA AGROINDUSTRIAL DO BODIESEL DE SOJA

A cadeia de produção do biodiesel de soja é considerada, no âmbito deste estudo, como sendo um elo que se agrega à cadeia produtiva do óleo de soja. Assim, ao se agregar a indústria de transesterificação, a distribuição e a comercialização varejista de biodiesel à CPA do óleo de soja, cria-se então a CPA do biodiesel de soja. A Figura 3.4 traz representação desta cadeia.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3.4 – Ilustração da cadeia produtiva do Biodiesel (B5), tendo como matéria-prima o óleo de soja.

Desde a implantação do PNPB e o início de sua produção em 2005, a produção do biocombustível saiu de 736 m³ chegando a 2,67 milhões de m³ em 2011, segundo dados oficiais (ANP, 2012). Esta produção inicialmente atendia a mistura optativa de 2%, a partir de 2010 já passava a atender a mistura obrigatória de 5%, e em 2013 o setor produtor de óleo e biodiesel buscam elevação da mistura para 7%. A Tabela 3.2 traz a evolução da produção de biodiesel desde 2005 até 2011, dados oficiais divulgados pela ANP.

Tabela 3.2 – Evolução da produção de biodiesel por região e total do país.

Produção de biodiesel (B100) - (m³)							
Regiões	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Norte	510	2.421	26.589	15.987	41.821	95.106	103.446
Nordeste	156	34.798	172.200	125.910	163.905	176.994	176.417
Sudeste	44	21.562	37.023	185.594	284.774	420.328	379.410
Sul	26	100	42.708	313.350	477.871	675.668	976.928
Centro-Oeste	0	10.121	125.808	526.287	640.077	1.018.303	1.036.559
Brasil	736	69.002	404.329	1.167.128	1.608.448	2.386.399	2.672.760

Fonte: Adaptado de ANP, 2012.

¹Biodiesel (B100), conforme Resolução ANP n°7/2008.

A totalidade de biodiesel representada na Tabela 3.2 é produzida a partir das matérias-primas indicadas na Figura 3.2, apresentada anteriormente. O BD, independentemente da matéria-prima e produzido a partir de qualquer rota tecnológica, seguirá então para as distribuidoras, responsáveis por sua mistura com o petrodiesel. Para poder adquirir o petrodiesel, e conseqüentemente comercializá-lo na forma de Diesel B5, é necessário que as distribuidoras tenham contratos de aquisição de BD a partir dos leilões oficiais. Por força de regulamentação, a mistura compulsória vigente, desde 2010, é de 95% de diesel + 5% de biodiesel.

A região que mais produz biodiesel no país é a Centro-Oeste, seguida pela região Sul, Figura 3.5. A região Nordeste que seria o principal foco do PNPB está em quarta colocação, com produção que representa apenas 17% da produção da região Centro-Oeste, o que reflete a importância da produção de biodiesel a partir de óleo de soja. O parque industrial desta região (NE) é também o que apresenta a maior capacidade ociosa, sendo que produz menos de 23% do potencial de sua capacidade instalada, segundo os dados da ANP (2012).

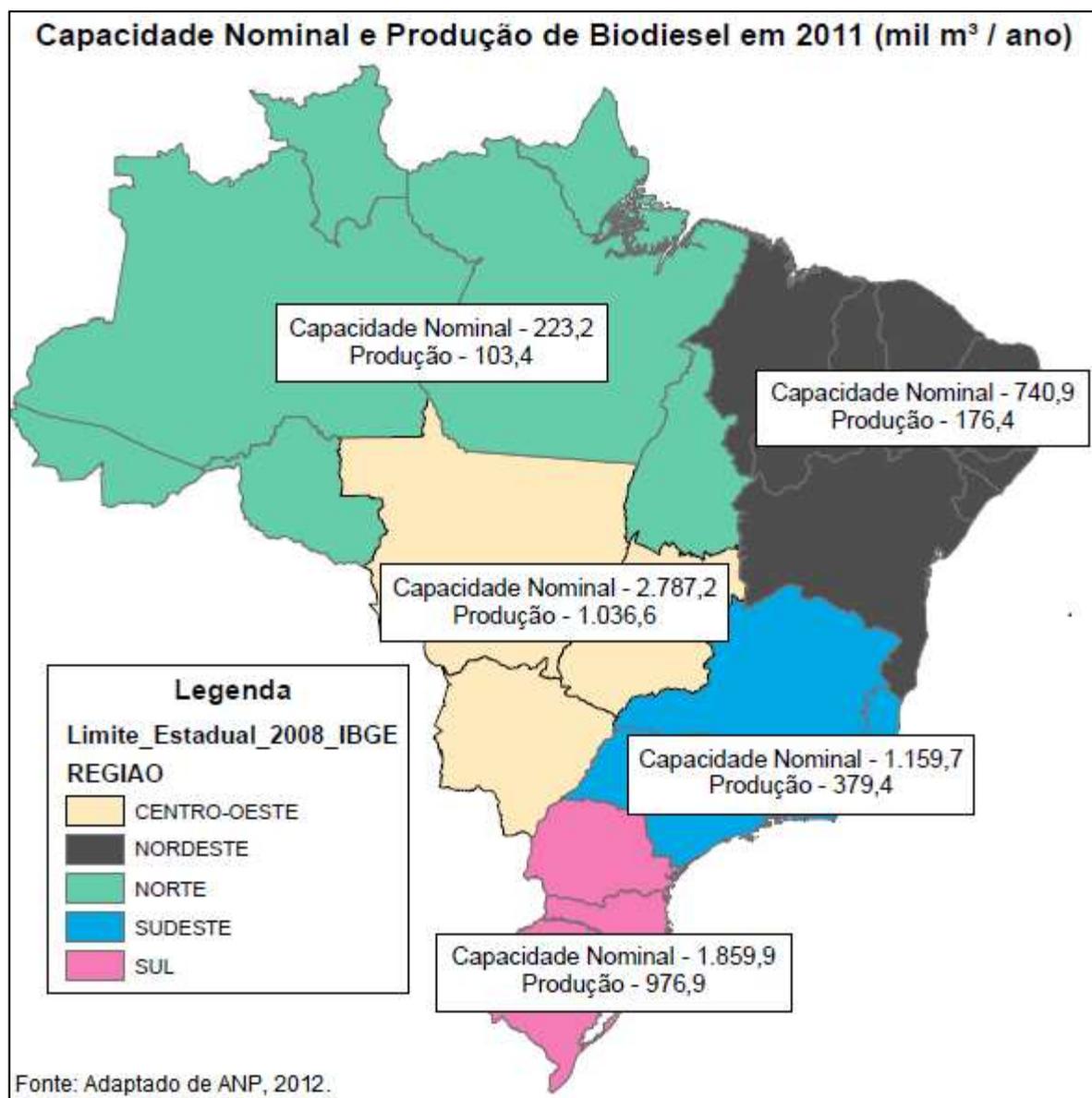


Figura 3.5 – Distribuição geográfica da capacidade nominal e da produção de biodiesel pelas regiões do país no ano de 2011.

Se for considerada a produção nacional de biodiesel (2.672.760 m³) no ano de 2011 (ANP, 2012) e realizada a comparação com a capacidade nominal de produção (6.770.862 m³), é possível verificar que o parque industrial utiliza apenas 39% de sua capacidade produtiva. A localização desse parque industrial pode ser visualizada na Figura 3.6, a qual traz a distribuição das plantas autorizadas a operarem no país, indicando ainda as que produziram em 2011 e as que não chegaram a produzir.

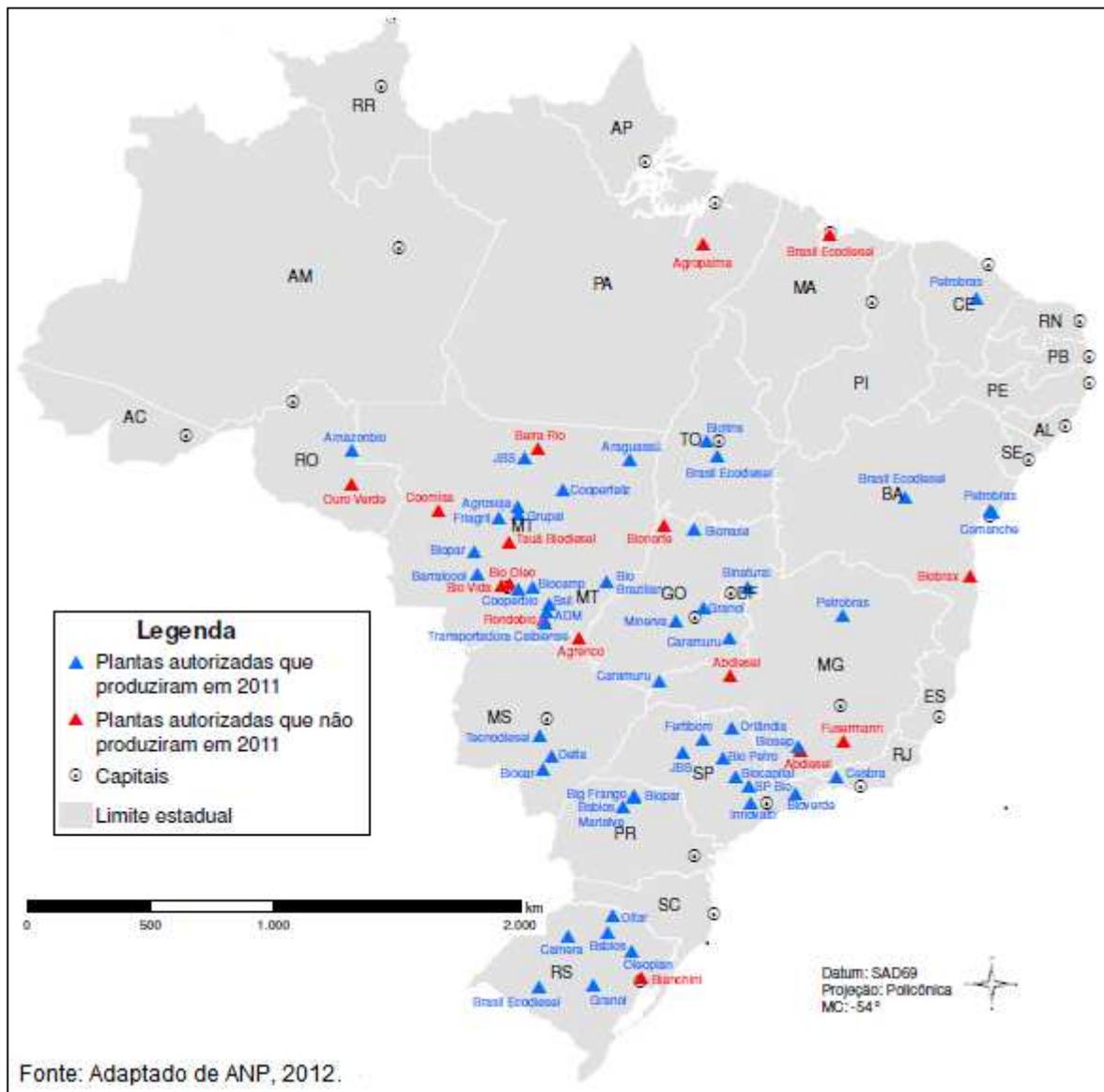


Figura 3.6 – Usinas de biodiesel autorizadas, que produziram e que não produziram em 2011.

Um detalhe chama atenção, na Região Norte apenas os estados de Rondônia e de Tocantins efetivamente produziram biodiesel em 2011. Tal fato implica que, sendo necessária a mistura de BD ao PD em todos os estados, para abastecer o estado de Roraima, por exemplo, o biodiesel tem que percorrer, por vias rodoviárias, mais de 2.000 km, por exemplo. Isso, no caso de ser proveniente da indústria mais próxima, Ji-Paraná – RO. Este número vai ao encontro de informações obtidas nas entrevistas realizadas com os atores ligados à produção de biodiesel, sobre a distância média percorrida pelo BD produzido no Brasil, Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Distâncias médias percorridas pelo biodiesel da produção até o consumidor e média ponderada (distância e volume produzido) para o ano de 2011.

Distâncias médias percorridas pelo biodiesel	
Origem	Distância média (km)
MT - Cuiabá	1.486
RS - Passo Fundo	657
SP - Lins	566
GO - Anápolis	990
BA - Candeias	406
MS - Rio Brilhante	866
PR - Marialva	389
Média ponderada	866

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados das entrevistas.

As informações contidas na Tabela 3.3²³ foram obtidas a partir de um entrevistado da pesquisa, e constavam na página da ANP até o ano de 2012, onde o referido entrevistado as havia obtido à época²⁴. Estes dados representam a distância média que uma amostra de biodiesel percorria até o consumidor final, e se referem ao ano de 2011, o valor é obtido a partir de média ponderada entre a distância das usinas e o volume de biocombustível produzido.

É importante destacar que o PNPB é insensível às questões regionais ou locais do ponto de vista do combustível ao consumidor. Ou seja, é uma política com regras únicas para todo o país, mistura B5 obrigatória em todos os estados, independentemente de serem grandes produtores, ou de não terem nenhuma indústria de biodiesel. Como consequência se tem este tipo de incoerência, que faz com que regiões produtoras de óleo não possam utilizar o seu excedente, aproveitando inclusive o menor custo que o biodiesel poderia ter no local. De outro lado, regiões distantes precisam importar o BD para ser misturado ao PD, encarecendo ainda mais o preço final do combustível no local.

²³ Os municípios indicados representam a localidade das usinas que foram amostradas pela ANP.

²⁴ O arquivo, obtido à época, foi repassado ao autor deste estudo.

3 SUSTENTABILIDADE DOS BIOCOMBUSTÍVES – ASPECTOS AMBIENTAIS

Geralmente, qualquer intervenção humana, em especial as que ocorrem em grande escala, é provocadora de impactos ambientais²⁵. Pois elas alteram os sistemas naturais, seja pela extração de recursos, disposição de resíduos, entre outras causas. As ações que visam mitigar, prevenir ou compensar os impactos ambientais são, todavia, custosas, e o mercado ainda é pouco sensível ao apelo ambiental. Com isso, as ações de cunho ambiental, quando não obrigatórias, não têm prioridade nas decisões econômicas das empresas. Nesse sentido, afirma Bursztyn (2001) que seria preciso ocorrer a “ambientalização” das decisões econômicas, pois da forma como é, o mercado não costuma conduzir à sustentabilidade. Para ele, é necessária a intervenção reguladora do estado, para se alcançar este propósito.

A regulação de questões ambientais pelo estado, ou mesmo pelo mercado, ocorre a partir de parâmetros que indiquem como os impactos ou benefícios ambientais de determinada alternativa se comportam. Com isso, é possível estabelecer se a nova alternativa representa de fato uma opção mais interessante e sustentável. Para análise da sustentabilidade do uso de óleo vegetal definiu-se quatro parâmetros de comparação entre o OV e o BD, tendo ainda o PD como referência para os dois primeiros, sendo:

Impactos da cadeia produtiva:

- | | | |
|--------------------|---|--------------------------------|
| ○ Fase agrícola; | } | ● Emissões de poluentes; |
| ○ Fase industrial; | | ● Emissões de GEE; |
| ○ Transporte; e | | ● Contaminação de solo e água; |
| ○ Consumo. | | ● Balanço energético; e |

É importante deixar claro que se reconhece a transversalidade dos impactos, quando se trata da cadeia produtiva, ou seja, a emissão de GEE ou de poluentes, por exemplo, ocorre tanto nas fases de produção, transporte e consumo. No entanto, buscando sistematizar a análise, optou-se por esta divisão, reconhecendo, porém, a inexistência de um limite real entre as fases e os parâmetros avaliados.

²⁵ A Resolução CONAMA 01/86 considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

3.1 IMPACTOS DAS FASES DE PRODUÇÃO

A produção de biocombustíveis, em especial quando objetiva substituir os derivados de petróleo, demanda grandes escalas de produção, o que conseqüentemente produz grandes impactos ambientais. Estes potenciais impactos são diversos, como por exemplo: a abertura de novas áreas (desmatamento), a poluição de recursos hídricos, o esgotamento de solos, dentre outros. Assim, a avaliação do quão sustentável ambiental esta cadeia é, se torna necessária. No entanto, as opiniões se mostram bastante divergentes quanto ao balanço dos impactos ambientais, notando-se, porém, uma tendência a favor de soluções descentralizadas em escalas menores.

Nesse sentido, Han *et al.* (2008) afirmam que projetos de produção de bioenergia em pequena escala têm dado significativas e promissoras contribuições à produção de energia renovável e ao desenvolvimento rural. Concordando com aqueles autores, Esteban *et al.* (2011) destacam as vantagens da produção em pequena escala de OV, a qual representa um sistema de produção simples, que não gera coprodutos como a glicerina, e que permite um ciclo fechado no uso de matérias-primas e produtos dentro do mesmo território.

Por sua vez, um importante instrumento para a avaliação e controle dos impactos ambientais da produção de biocombustíveis é o licenciamento ambiental. No caso da cadeia produtiva do biodiesel, a regulamentação do Licenciamento Ambiental está contemplada, dentre outras, nas Resoluções CONAMA: 01/86, 11/86, 06/86, 09/87, 13/90, 237/97 e 289/01. A resolução 237/97²⁶ determina o licenciamento para produção de biodiesel, ao considerar necessário o licenciamento de: "... indústria química de fabricação de combustíveis não derivados de petróleo".

A política de licenciamento e fiscalização das atividades produtivas é limitada a alguns determinados parâmetros, os quais, no entanto, não são garantia de sustentabilidade ambiental desta atividade. Com relação ao biodiesel, por exemplo, Dutra (2009) afirma que a preocupação ambiental na concepção do PNPB foi mais efetiva apenas durante a elaboração de sua agenda. Pois, segundo ela, tanto o texto final do programa como a exposição de motivos ficaram restritos a enaltecer as benesses econômicas e sociais que o biodiesel poderia resultar. Assim, o controle de possíveis impactos ambientais se resumiu somente à exigência do licenciamento ambiental das usinas de biodiesel, incidindo muito pouco sobre a fase agrícola e sobre uma análise global das cadeias produtivas.

²⁶ Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.

O licenciamento da atividade de produção de biocombustíveis ocorre, na quase totalidade das vezes, no âmbito estadual. Isso, porque a Constituição Federal de 1988 em seu artigo 24, inciso VI²⁷, ao legislar sobre proteção ambiental e controle da poluição estabeleceu a competência concorrente. O que significa que os estados podem suplementar ou complementar a legislação existente, desde que com ela não conflitem. Mas, no caso dos biocombustíveis, quem de fato opera este instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) são os órgãos estaduais de meio ambiente. Estes, possuem regras e normas próprias que definem todo o processo de licenciamento e controle ambiental dos empreendimentos produtores de biocombustíveis.

Contudo, como já descrito, na fase agrícola da produção, a legislação federal (Resolução CONAMA nº 01/1986) não faz previsão expressa de licenciamento ambiental para atividades agropecuárias, exceto para propriedade acima de 1.000 ha, para o que ela exige a elaboração de EIA/RIMA²⁸. Ainda assim, a exigência deste tipo de estudo de impacto ambiental foi relativizada em face do parágrafo único do artigo 3º da Resolução CONAMA nº 237/1997:

Parágrafo único – O órgão ambiental competente, verificando que a atividade ou empreendimento não é potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente, definirá os estudos ambientais pertinentes ao respectivo processo de licenciamento (BRASIL, 1997).

É importante destacar que os parâmetros escolhidos para análise dos impactos ambientais da produção de uso de óleo vegetal como combustível não esgotam esta discussão. Eles têm o papel de permitir o início de um debate comparativo sobre o comportamento dos biocombustíveis quanto a estes cinco aspectos avaliados.

Optou-se, neste estudo, pela divisão da fase de produção da cadeia agroindustrial do óleo vegetal em duas etapas, a de produção da matéria-prima, no caso a soja, e a de sua industrialização, onde é produzido o óleo vegetal e o biodiesel. São imprescindíveis para avaliação dos impactos ambientais as análises que compreendam as duas fases,

²⁷ Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

²⁸ A Resolução CONAMA Nº 001/86 define Estudo de Impacto Ambiental (EIA) como o conjunto de estudos realizados por especialistas de diversas áreas, com dados técnicos detalhados. Trata-se do mais complexo tipo de estudo, e por ter acesso restrito, elabora-se um relatório (RIMA – Relatório de Impactos Ambientais) que é de livre acesso. O EIA compreende as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, considerando: a) o meio físico; b) o meio biológico e os ecossistemas naturais; c) o meio sócio-econômico;

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas;

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos;

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento.

considerando ainda impactos diretos e indiretos. Portanto, apesar de estabelecida esta divisão para efeito analítico, os critérios adotados transcendem as fronteiras das etapas.

3.1.1 Impactos da etapa de produção agrícola

Os impactos na fase agrícola ocorrem por meio das alterações provocadas ao meio ambiente por meio das atividades relacionadas à produção da matéria-prima. Tais alterações podem provocar impactos de magnitude local ou global. Em termos locais, podem ocorrer alterações como: impactos no solo, nos recursos hídricos, na fauna, na flora, emissão de poluentes locais, entre outros. Já em questão das alterações globais, os principais impactos são advindos das emissões de GEE.

As emissões de GEE não ocorrem apenas pelo uso de combustíveis fósseis, agroquímicos e fertilizantes, mas também pela alteração da cobertura e dinâmica do solo submetido ao cultivo. Também por se tratar de um evento comum a todas as fases, ou seja, um impacto ambiental de caráter transversal, este aspecto será tratado em tópico específico.

Pelos atuais padrões tecnológicos empregados na produção e consumo de energéticos, entende-se ser impossível o atendimento da atual demanda energética exclusivamente a partir da agricultura e de florestas. Isso, porque tal prática poderia tornar insuficiente todas as terras agricultáveis, tendo em vista a capacidade produtiva dos solos e o modelo de desenvolvimento vigente, baseado no consumo irracional e indiscriminado de vetores energéticos. A energia proveniente de fontes cultivadas pode, no entanto, ter um importante papel na composição de uma matriz energética mais sustentável.

Sachs (2005) destaca que a questão central do uso do solo consiste em saber o quanto deste recurso, solos cultiváveis, pode-se dispor. Nesse ponto, segundo ele, as opiniões divergem muito, pois autores como Lester Brown pregam que haverá falta de solos cultiváveis para a produção de alimentos. Por outro lado, a própria *FAO - Food and Agriculture Organization*, opõe-se a opinião malthusiana de Brown, apregoando, segundo este mesmo estudo, que na América Latina e África o uso desses solos ainda não passou de 20%.

Em estudo realizado na Espanha em 2007 por Grau *et al.* (2010), estimou-se que o consumo de energia para transporte naquele país foi de 42,1 Mtoe (*Eurostat database*). Considerando o poder calorífico do OV, aproximadamente 0,9 toe/t e ainda a produção média por hectare de 0,8 t, os autores concluíram que a necessidade de terras para produção de biocombustível para suprir esta demanda seria ao redor de 58,5 Mha. Tal área

representa mais de três vezes a terra arável daquele país. Eles ainda consideram, diante deste cenário, que apenas uma pequena parte da energia requerida pelo setor de transportes espanhol poderia ser suprida por biocombustíveis de primeira geração.

Tratando-se dos impactos no local de produção, alguns autores demonstram que apesar de reduzir o balanço de emissões de GEE, as operações da cadeia produtiva de biodiesel de soja podem resultar em mais que o dobro do potencial de eutrofização²⁹ do petrodiesel. Tal impacto é decorrente das atividades agrícolas, necessárias à produção do biocombustível. A produção agrícola pode provocar o escoamento de nutrientes, (especialmente, NO₃ e P) provenientes da aplicação de fertilizantes, para os recursos hídricos. Tais nutrientes, segundo Xue *et al.* (2012), podem contribuir com mais de 60% do impacto para a eutrofização dos recursos hídricos no local da produção agrícola.

Com relação aos impactos sobre o solo, Esteban *et al.* (2011) avaliando o potencial de ecotoxicidade, a partir de estudo que compara a produção de óleo em pequena escala (OV) e a produção de biodiesel em escala industrial, reportam que o potencial de contaminação do solo é superior para o biodiesel. Os autores consideram que o OV combustível, por ser produzido localmente e por não utilizar hexano na extração do óleo, consiste em melhor alternativa em termos de contaminação do solo.

Diversos autores têm ainda discutido, mais especificamente com relação às emissões de GEE, os impactos provenientes da mudança no uso da terra. Estas mudanças de uso da terra podem ocorrer de duas formas, a direta e a indireta, denominadas em inglês, respectivamente de: *Land Use Change - LUC* e *Indirect Land Use Change – iLUC*. Por mudança direta, entende-se a alteração ocorrida na dinâmica de uma determinada área, provocada especificamente pela produção de uma cultura energética que, ao ser ali implantada, pode alterar negativamente o equilíbrio daquele sistema, promovendo emissões de carbono para a atmosfera.

Já por mudança indireta, entende-se que é o impacto gerado pela mudança no uso da terra provocado por uma cultura que fora deslocada previamente pela cultura energética. Ou seja, a cultura energética desloca uma terceira, que, ao ser implantada em outro local, seria a responsável pelas emissões, devido às alterações naquele meio. Apesar de localizadas na produção agrícola, os impactos da mudança no uso do solo serão tratados juntamente com as demais fontes de emissão de GEE, em tópico específico.

²⁹ A eutrofização está diretamente relacionada com a poluição da água, consistindo na modificação de suas propriedades em resultado do enriquecimento em nutrientes (nitratos, fosfatos matéria-orgânica etc.), provocando alterações nas comunidades bióticas. Geralmente ocorrem: reduções no teor de oxigênio dissolvido, aumento da turvação, proliferação de algas, morte de peixes entre outras alterações. A eutrofização pode ter origem natural ou antrópica.

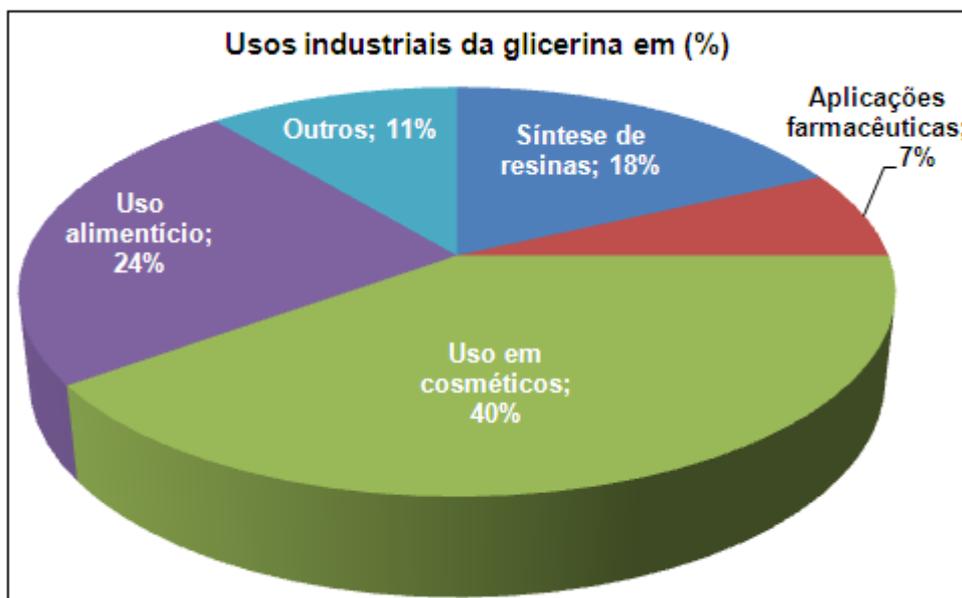
3.1.2 Impactos da etapa de produção industrial

Na etapa industrial, as primeiras atividades são comuns tanto ao BD quanto ao OV. Elas consistem no processo de esmagamento e refino para obtenção do óleo, que pode ser utilizado diretamente como OV ou seguir para o processo de transesterificação, transformando-se em BD. Tendo em vista que estas operações iniciais de processamento da soja são basicamente as mesmas para ambos os produtos, OV e BD, o enfoque da análise de impactos ambientais da fase industrial se volta especialmente à indústria de transesterificação, que representa o diferencial entre estas alternativas combustíveis.

Nos primórdios da produção da soja o seu óleo era considerado apenas um subproduto. Foi então que, devido ao baixo preço, ele ganhou espaço no mercado de alimentos. Somente após a criação do PNPB, em 2004, que o óleo de soja se tornou matéria-prima para a indústria de biocombustível, o que fez sua demanda crescer, juntamente com o seu preço.

De forma geral, os principais impactos relacionados à indústria de transesterificação são os potencialmente provocados por resíduos ou insumos perigosos, em especial a glicerina, o metanol, o hexano etc. No caso da glicerina o risco ambiental é agravado pela grande quantidade em que é produzida, ou seja, ao redor de 15% do volume de biodiesel. A quantidade representa um agravante, pois, eleva sobremaneira os custos de disposição e armazenamento, o que aumenta o risco de derramamentos, acidentais e criminosos.

Derramamentos de glicerina podem contaminar o solo, mas especialmente as águas superficiais. Nas águas superficiais a glicerina provoca eutrofização, além de apresentar toxicidade a crustáceos, algas e peixes. Este produto, porém, tem alta biodegradabilidade, o que pode reduzir os efeitos deletérios de eventuais acidentes. Por outro lado, quando a glicerina é minimamente processada, pode encontrar diversas utilidades industriais, sendo aproveitada por outras indústrias como matéria-prima para diversos produtos como representado na Figura 3.7.



Fonte: Adaptado de BCE, 2009.

Figura 3.7 – Destinação industrial da glicerina proveniente da produção de biodiesel.

Em volumes menores, a glicerina também é utilizada no processamento do tabaco com o objetivo de tornar as fibras do fumo mais resistentes e evitar quebras. Ela também pode ser utilizada como amaciante para fibras têxteis (aumentando sua flexibilidade), como lubrificante de máquinas processadoras de alimentos, na fabricação de dinamite etc. No entanto, a demanda do mercado consumidor deste produto não tem acompanhado o aumento de sua oferta, atrelado ao crescimento da produção de biodiesel promovido pelo PNBP. Assim, a produção nacional de glicerina que em 2005 era de 69 m³, passou para 273.353 m³ em 2011, segundo a ANP (2012), Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Produção regional e nacional de glicerina a partir da produção de biodiesel entre 2005 e 2011.

Glicerina gerada na produção de biodiesel (m ³)							
Regiões	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Norte	48	484	4.849	5.194	6.857	15.236	14.409
Nordeste	14	7.258	18.451	15.601	16.894	17.547	16.275
Sudeste	4	1.057	4.297	21.952	35.068	49.533	41.862
Sul	2	0	3.085	24.945	44.278	59.709	83.368
Centro-Oeste	0	661	6.057	56.724	68.732	114.859	117.440
Brasil	69	9.460	36.740	124.415	171.829	256.884	273.353

Fonte: Adaptado de ANP, 2012.

Da mesma forma como ocorreu com a produção de glicerina, o consumo de metanol, utilizado no processo de transesterificação, também aumentou. Apesar da possibilidade do uso de etanol para o processo de produção de biodiesel, o metanol consiste em alternativa mais interessante, pois é mais reativo, acelerando as reações químicas. Assim, o consumo deste produto no país passou de 133 m³ em 2005 para mais de 300 mil m³ em 2011, segundo a ANP (2012), Tabela 3.5. O uso de metanol é predominante nos processos de

transesterificação, por exemplo, em 2010 ele foi utilizado em 96,7% do biodiesel produzido no Brasil, ANP (2012).

Tabela 3.5 – Consumo regional e nacional de metanol entre 2005 e 2011.

Regiões	Consumo mensal de metanol (m ³)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Norte	94	496	4.694	3.847	8.021	17.816	15.883
Nordeste	27	5.519	31.986	20.931	25.319	23.837	20.186
Sudeste	8	2.732	5.082	23.016	43.240	48.441	47.690
Sul	4	13	6.009	38.024	55.845	79.624	103.538
Centro-Oeste	0	1.237	9.724	50.226	66.686	108.932	114.592
Brasil	133	9.998	57.495	136.043	199.111	278.650	301.890

Fonte: Adaptado de ANP, 2012.

O metanol é também conhecido como álcool metílico, sendo composto por apenas um carbono em sua fórmula, CH₃OH. Ele pode ser obtido pela destilação seca de madeiras ou através do gás de síntese, que geralmente é derivado do petróleo. Uma característica do metanol, que lhe confere ainda maior periculosidade no manuseio é o fogo invisível, de modo que as equipes que manusearem o produto precisam ser treinadas para seu uso. Por ser um produto bastante tóxico, sua inalação pode causar desde leve irritação às membranas das mucosas, dor de cabeça, náusea, vômito, cegueira, coma e até a morte, especialmente devido ao seu efeito tóxico no sistema nervoso (METHANEX, 2007).

Devido sua solubilidade em água, se ocorridos vazamentos ou derramamentos no meio ambiente, o metanol pode contaminar esgotos, rios, solos e águas subterrâneas. Seus vapores, devido sua elevada volatilidade, podem afetar a fauna e desencadear incêndio devido à autoignição. A contaminação hídrica com o produto provoca grandes danos à flora e fauna aquática, e também à fauna terrestre que depender desses recursos hídricos (MMA, 2006).

Ainda em relação aos processos industriais de extração de óleo, deve-se destacar que processos que operam com alta eficiência na retirada do óleo das sementes, via de regra utilizam o hexano. Trata-se este de um solvente alifático que apresenta hidrocarbonetos isômeros com 6 átomos de carbono, sendo obtido por destilação fracionada, entre 62 a 74° C, de frações do petróleo. O hexano é um líquido incolor, com odor característico e insolúvel em água, altamente inflamável e que reage violentamente com materiais oxidantes (BR, 2011).

Em relação à saúde, o produto pode provocar alterações no comportamento. Ocorrendo exposição prolongada pode provocar dor de cabeça, náuseas, tonteadas, perturbações visuais e auditivas, além de excitação. Considerado um produto narcótico, é irritante à pele e pode causar queimadura química no caso de contato prolongado. O hexano

é um poluente hídrico, podendo transmitir qualidades indesejáveis à água, prejudicando seu uso, contaminando o solo e, podendo ainda, por percolação, degradar a qualidade da água subterrânea (BR, 2011).

Quando utilizados óleos residuais, como o óleo de cozinha usado – por exemplo, existe o risco associado à água de lavagem do óleo. Apesar de apresentar menor potencial impactante, este resíduo, devido à presença do sal e outros elementos, não deve ser descartado no meio ambiente sem tratamento prévio. Nesse caso, trata-se de um risco associado tanto à utilização do óleo diretamente como combustível, ou dele transformado em biodiesel.

3.2 EMISSÕES DE POLUENTES

Com um efeito mais localizado do que o das mudanças climáticas provocadas pelos GEE, a poluição local é prejudicial, especialmente, para os ecossistemas e a população local. Sua principal ocorrência é no momento de utilização dos combustíveis, contudo, durante as operações agrícolas e a industrialização, poluentes também podem ser emitidos. A redução da poluição local através de combustíveis mais limpos representa também um dos efeitos esperados pelo uso de biocombustíveis.

No Brasil, a emissão de poluentes é regulada pelo PROCONVE – Programa de Controle da Poluição por Veículos Automotores. O PROCONVE faz o monitoramento e a regulação da emissão de poluentes provenientes da combustão de veículos automotores. Este programa foi criado pelo CONAMA e é coordenado pelo IBAMA³⁰. Para veículos de ciclo diesel os poluentes regulamentados no Brasil estão dispostos no Quadro 3.2.

³⁰ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Quadro 3.2 – Descrição dos poluentes inventariados e regulamentados no Brasil para motores de ciclo diesel.

Poluentes considerados pelo inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores de ciclo diesel	
Poluente	Descrição
Monóxido de carbono (CO)	As emissões de CO resultam da combustão incompleta do carbono (C) contido no combustível.
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	Grupo de gases altamente reativos, compostos por nitrogênio (N) e oxigênio (O) em quantidades variadas. São formados pela reação de oxigênio (O ₂) e nitrogênio (N ₂) presentes no ar sob condições de alta temperatura e elevada pressão. Juntamente com os hidrocarbonetos não metano (NMHC) e os aldeídos (RCHO), são precursores da formação de ozônio (O ₃) no nível troposférico.
Material particulado (MP)	São partículas de material sólido ou líquido que podem conter uma variedade de componentes químicos. São classificados de acordo com seu tamanho, sendo que grande parte do MP de origem veicular tem diâmetro menor do que 2,5 µm, podendo ser referido como MP _{2,5} .
Hidrocarbonetos não-metano (NMHCescap)	A queima incompleta do combustível no motor gera também emissões de NMHC. A classificação desses compostos abrange toda a gama de substâncias orgânicas presentes <i>in natura</i> nos combustíveis, bem como subprodutos orgânicos derivados da combustão, exceto o metano. São substâncias precursoras da formação de ozônio (O ₃) no nível troposférico.
Dióxido de carbono (CO ₂)	Produto da oxidação completa do carbono (C) presente no combustível durante sua queima. Também é considerado um gás de efeito estufa expressivo.

Fonte: BRASIL, 2011^b.

As emissões são influenciadas não apenas pelo tipo de combustível, mas também pela sua qualidade, sendo que a qualidade do combustível brasileiro sempre ficou muito aquém da de combustíveis comercializados em países europeus ou norte americanos. Segundo a CNT (2012), em países desenvolvidos, como o Japão o teor máximo de enxofre do petrodiesel é de 10 mg/kg, na União Europeia (UE), a partir de 2005, todo o diesel comercializado passou a ter concentração máxima de enxofre de 50 mg/kg. Nos EUA, praticam-se níveis de concentração da ordem de 15 mg/kg, enquanto no Brasil, ainda nos anos de 1980, pela falta de regulamentação, os veículos utilizavam petrodiesel com concentrações de enxofre de 13.000 mg/kg.

A partir de 1994 se iniciou o processo de redução do teor de enxofre no diesel comercializado, criando-se dois tipos de diesel, o comum e o metropolitano. Este último, com menos enxofre, passara a ser direcionado para regiões com grande concentração de pessoas, de veículos e com maiores problemas de poluição atmosférica. Enquanto no interior do país, o diesel continuou com os mesmos teores de até 13.000 ppm de enxofre. No ano de 2009, o diesel comercializado no interior passou a ser o S1800 (1.800 mg de S por kg), enquanto o metropolitano passou a ter no máximo 500 mg/kg (S500). Desde 1º de janeiro de 2012, em função da implementação da fase P7 do PROCONVE, aumentou-se o número de cidades que passaram a comercializar o S50, conforme as Resoluções ANP 63/2011 e 65/2011. Tornando-se obrigatória, a partir de 2013, a substituição do óleo diesel S50 pelo S10 e, em 2014, para uso rodoviário, o S500 deverá substituir o diesel S1800.

A implantação do PRONCOVE promoveu importante redução na emissão de poluentes. Ao se comparar a primeira fase obrigatória (P2), com a fase atual (P7), a redução foi de 81% nos limites de hidrocarbonetos (HC), 86% para óxidos de nitrogênio (NO_x) e 87% para monóxido de carbono (CO). Destaca-se ainda a redução de 95% nos limites de material particulado em relação à fase P3, a primeira a ter limites compulsórios para emissão deste poluente (CNT, 2012).

Com efeito sobre as emissões de hidrocarbonetos não queimados, a utilização de misturas entre petrodiesel e biodiesel podem elevá-las, independentemente das especificações do motor e/ou das condições de operação, conforme relatam Yilmaz e Morton (2011). Estes autores ao promoverem a adição do biocombustível ao diesel de petróleo ainda identificaram que a temperatura dos gases de escape e as emissões de CO, O₂ e NO podem não ser afetadas. Segundo eles, tais parâmetros podem sim mudar em função de tipo de motor, de suas especificações e das condições de operação.

Um poluente não regulamentado, mas que pode ser emitido pela combustão de combustíveis é a acroleína. Trata-se de um líquido incolor ou amarelo com um odor desagradável que pode ser utilizado na indústria química ou como um biocida para tratamento de água, por exemplo. A sua formação pode se dar na queima do tabaco, madeira, plásticos, gasolina, óleo diesel, parafina e no aquecimento de gorduras animais e vegetais em altas temperaturas (ATSDR, 2007). É importante destacar que apesar de tóxica, a acroleína não é classificada como substância com potencial cancerígeno pela IARC – *International Agency for Research on Cancer* (IARC, 2011), como comumente se alega. A IARC considera esta substância como sendo: **Grupo 3 – Não classificável como carcinogênica para os seres humanos.**

Por sua vez, Melo (2009) destaca que um dos maiores preconceitos quanto ao uso de óleo vegetal em motores gira em torno da emissão de acroleína, que fora anunciada como cancerígena a humanos. Ele relata que a substância, quando presente em concentrações acima de 2 ppm, é um irritante pulmonar severo e forte agente lacrimogêneo, porém, que não existem evidências de que a acroleína cause câncer em humanos. Este autor traz um estudo da agência de proteção ambiental norte-americana que indica aumento na ocorrência de tumores em ratos quando há ingestão de acroleína diluída em líquidos, porém, sem danos carcinogênicos por inalação (EPA, 2008, *apud* MELO, 2009).

Corrêa e Arbilla (2008) utilizando um motor MWM de 6 cilindros identificaram aumento nas emissões de poluentes como formaldeído, acetaldeído, acroleína, propionaldeído e butilaldeído, a partir do aumento da concentração de biodiesel de mamona na mistura com o petrodiesel. O que, para os autores, sugere a necessidade de desenvolvimento de

catalisadores mais avançados e a melhoria da tecnologia dos motores diesel para o uso de misturas com biodiesel.

Por outro lado, Carlier *et al.* (1986) afirmam que alguns aldeídos como o formaldeído, o acetaldeído e a acroleína são tóxicos e mutagênicos, podendo ser até cancerígenos para os seres humanos. Um estudo realizado na cidade do Rio de Janeiro indicou que o formaldeído é o principal precursor do ozônio, que tem um importante papel na química da troposfera, como precursor de oxidantes fotoquímicos (CORRÊA *et al.*, 2003).

Por sua vez, Gariero *et al.* (2007) realizaram estudo que evidenciou que a acroleína foi o composto carbônico emitido em maior concentração na queima do biodiesel em mistura com o petrodiesel. Eles identificaram ainda o crescimento desta emissão na medida em que se aumentava o teor de biodiesel na mistura e sugeriram a realização de maiores investigações. Já Krahl *et al.* (2009) trabalhando com motor diesel operado com quatro combustíveis: óleo de colza, biodiesel de colza, GTL³¹ e como testemunha o petrodiesel, concluíram que todas alternativas são tecnicamente viáveis. No entanto, o óleo de colza apresentou forte aumento na mutagenicidade³² dos gases de escape. É destacável que o estudo foi realizado em motores sem adaptação.

Já o estudo desenvolvido por Fontaras *et al.* (2011) indicou que, de modo geral, a adição de 10% de óleo vegetal no petrodiesel não causou nenhum impacto significativo sobre as emissões veiculares. Estas ainda permaneceram em conformidade com as normas vigentes de qualidade dos combustíveis diesel.

Em material divulgado em seu site, a FACT³³ destaca que, na literatura especializada, existem muitos resultados conflitantes a respeito dos efeitos da combustão de biocombustíveis em motores de ciclo diesel sobre a saúde humana e sobre o meio ambiente. A FACT ressalta que, apesar de ainda ser difícil avaliar com precisão os efeitos do uso do OV, algumas conclusões gerais podem ser obtidas, dentre as quais:

- 1 - Comparadas às do petrodiesel, as emissões de compostos regulados e não-regulados são, geralmente, iguais ou menores com o uso de biocombustíveis. Com exceção do NO_x que costuma ser mais elevada;
- 2 - A quantidade de compostos emitidos depende consideravelmente do tipo de motor diesel, da configuração, da condição de carga e do uso de catalisador;
- 3 - Na maioria dos casos a redução da emissão de compostos indesejados requer modificação dos motores diesel para operarem com BD ou OV. Entre

³¹ *Gas-to-Liquids* - ou gás para líquido: é um processo que transforma gás natural em combustíveis líquidos por meio do Processo de Fischer-Tropsch.

³² *Salmonella typhimurium mammalian microsome assay with strains TA98 and TA100.*

³³ A FACT é uma organização profissional orientada à promoção do conhecimento e de projetos para solução local em bioenergia ao redor do mundo.

estas modificações o pré-aquecimento do combustível para redução da viscosidade é recomendável;

4 – Em motor diesel devidamente modificado e adaptado, o uso de BD e OV resulta na redução da emissão de compostos não regulados (inclusive de substâncias carcinogênicas e mutagênicas), quando comparado ao uso de petrodiesel (FACT, 2013).

Em estudo publicado pela TNO, uma organização holandesa para pesquisa científica, foi destacado que o uso de *VPO – Vegetable Pure Oil*³⁴, como combustível, necessita de modificações no sistema de combustível e as vezes no sistema de injeção também. A partida a frio do motor deve ser feita com petrodiesel, sendo que as emissões variam conforme a qualidade do óleo utilizado e as condições de trabalho do motor. A utilização do OV (VPO) apresenta menores emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e de material particulado (MP), enquanto as emissões de NO_x se elevam (TNO, 2008).

Já Altin *et al.* (2001) apresentam resultados diferentes dos da TNO. Eles encontraram emissões de particulados iguais entre o óleo vegetal e o equivalente fóssil, enquanto as emissões de NO_x foram menores. Estas diferenças ressaltam a relevância da realização de mais pesquisas para esclarecer a relação entre as propriedades do combustível e suas emissões.

3.3 EMISSÃO DE GEE

O efeito estufa é um fenômeno natural e possibilita a vida humana na Terra. Com ele, parte da energia solar que chega ao planeta, e que seria irradiada diretamente de volta ao espaço, fica retida dentro da atmosfera, promovendo o seu aquecimento. Isso ocorre porque os gases da atmosfera são opacos à radiação terrestre, emitida em maiores comprimentos de onda que a radiação solar. Segundo BRASIL (2013^b), é a presença dos gases na atmosfera o que torna a Terra habitável, pois, caso não existissem naturalmente, a temperatura média do planeta seria muito baixa, da ordem de 18°C negativos. A troca de energia entre a superfície e a atmosfera mantém as atuais condições, que proporcionam uma temperatura média global, próxima à superfície, de 14°C.

No entanto, a ação antrópica faz com que se altere a concentração dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Diversas são as atividades humanas que provocam emissão de GEE, como: a agropecuária, os meios de transporte (pelo consumo de combustíveis fósseis), o desmatamento, as atividades industriais etc. Existem diversos gases com potencial de efeito estufa, os principais deles são:

³⁴ Como denominam o óleo vegetal combustível.

- Dióxido de carbono (CO₂);
- Metano (CH₄);
- Óxido nitroso (N₂O);
- Hexafluoreto de enxofre (SF₆);
- Hidrofluorcarbonos (HFCs) e
- Perfluorcarbonos (PFCs) (BRASIL, 2011^a).

Os setores de energia e de transportes contribuem em grande escala para as emissões causadoras de efeito estufa, o que ocorre por meio da queima de combustíveis fósseis. Estes dois setores somados representam 70% das emissões globais de GEE de origem antrópica, liberadas na atmosfera, segundo a OEA (S/D). Por sua vez, o *Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*, destaca que desde a revolução industrial até o ano de 2005 a concentração de CO₂ aumentou de 280 para 379 ppm (IPCC, 2007).

Alguns autores consideram a conjuntura atual como uma encruzilhada civilizatória, manifestada nas crises econômicas, alimentares, socioambientais, energéticas, climáticas etc. De modo que, um importante questionamento que se faz é: qual a concentração máxima de dióxido de carbono que o clima do planeta poderia suportar, sem que se inviabilizasse a vida humana? Para o IPCC esse limite está entre 450 e 550 ppm, sendo que em maio de 2013 se rompeu a barreira de 400 ppm de CO₂ na atmosfera (OEA, S/D).

As principais consequências da elevação dos GEE seriam os fenômenos climáticos extremos, que estariam se tornando cada vez mais frequentes. Uma das formas de se minimizar as emissões destes gases seria através de mudanças radicais no modelo de desenvolvimento vigente na sociedade. A substituição de combustíveis fósseis pelos renováveis, a melhoria da eficiência no uso das fontes energéticas, além de ações como a diminuição do desmatamento e de queimadas consistem em exemplos de ações potencialmente redutoras de emissões.

Teoricamente as emissões de CO₂ provenientes da combustão do biocombustível poderiam ser consideradas nulas, desde que toda a matéria-prima para sua produção tivesse origem renovável. No entanto, grande parte dos insumos não provém de fontes renováveis e utilizam, em alguma de suas fases produtivas, derivados de petróleo. No caso da utilização de matérias-primas e insumos exclusivamente renováveis, todo o carbono liberado durante essa combustão poderia ser considerado previamente fixado pela planta através da fotossíntese. No entanto, em alguns casos as emissões podem ter pouca redução, redução nula, ou até mesmo até mesmo emitir mais GEE do que o equivalente fóssil (CARVALHO, 2012).

Portanto, ao se tratar da emissão de GEE é sempre importante analisar todo o ciclo de vida do produto em questão, pois, cadeias produtivas diferentes apresentam resultados diferentes quanto ao balanço de emissões. Pelo fato de serem produzidos a partir de ciclos biológicos que fixam o carbono através de fotossíntese, os biocombustíveis podem ser mais interessantes que os combustíveis fósseis, os quais não apresentam ciclos com etapas que possam capturar o carbono da atmosfera. Por isso, são interessantes os estudos que contemplem toda a cadeia produtiva, alguns desses estudos são chamados de Análise de Ciclo de Vida – ACV.

Exemplo de uma ACV é o trabalho conduzido na Espanha por Esteban *et al.* (2011). O estudo comparou biocombustíveis produzidos a partir da colza, sendo o OV produzido localmente em pequena escala e o BD produzido em grande escala, regionalmente. Os autores confirmaram que durante o processo de cultivo da colza o principal gás com potencial de efeito estufa é o N_2O , o qual representa 69,40% das emissões desta cultura. No entanto, a contribuição da fase agrícola em termos de GEE se mostrou muito similar para os dois sistemas avaliados, apesar das escalas produtivas distintas. A grande diferença que os autores identificaram ficou por conta da fase de industrialização, na qual o refino e a transesterificação, necessárias à produção do BD, requerem o uso de combustíveis fósseis, elevando em mais de 10% as emissões de CO_2 equiv. do processo.

A UFOP - *Union for Support of Oilseed and Proteinplants*, uma instituição voltada à promoção da produção de óleos e proteínas vegetais, publicou estudo a respeito das emissões de GEE de diversos biocombustíveis. Por se tratar de uma instituição ligada à promoção da atividade da própria indústria que representa, os dados devem ser analisados com parcimônia. Ainda assim, vale a pena considerar os dados da organização, que traz questões interessantes, Figura 3.8. Primeiramente, ao se comparar o óleo vegetal de colza com o biodiesel desta mesma matéria-prima, pode-se notar a emissão de quase 20% a menos de GEE para o OV. Com relação à palma ou à soja é possível notar que a maior parte das emissões provém da fase de processamento e transporte, considerando-se que para produção apenas do óleo vegetal grande parte desse transporte e processamento são dispensáveis, os valores de emissão de GEE seriam bem interessantes para estas culturas também, Figura 3.8.

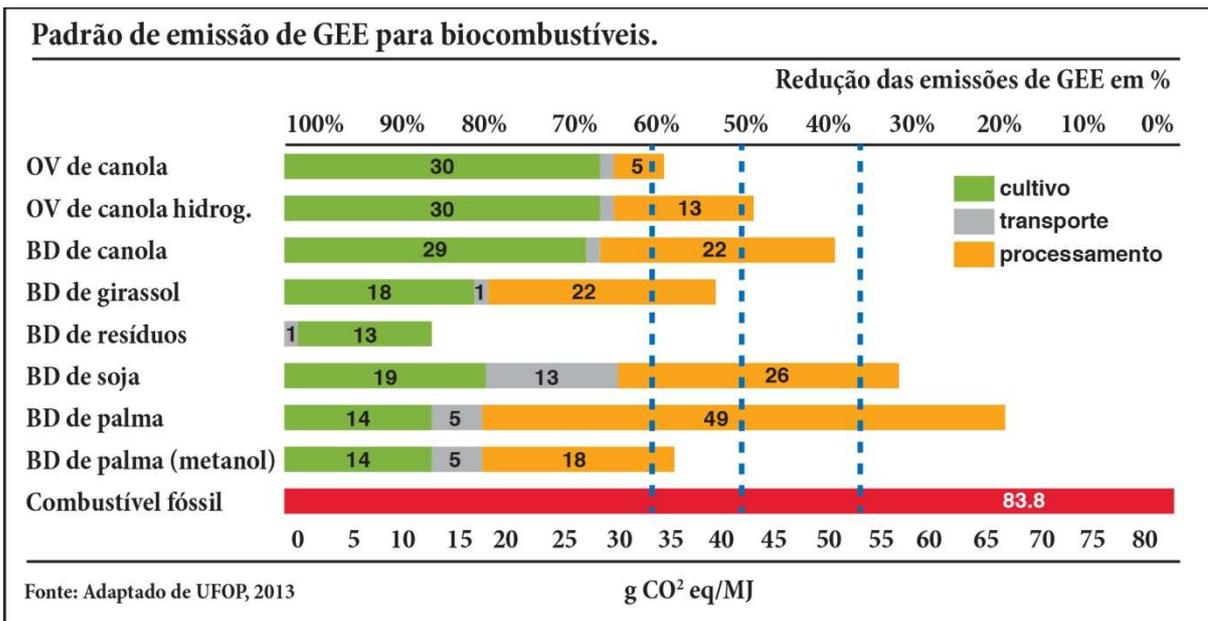


Figura 3.8 – Padrão de emissão de GEE para biocombustíveis de ciclo diesel.

Estudo conduzido nos EUA por Hill *et al.* (2006) avaliou, sob a ótica da análise de ciclo de vida, a emissão de GEE de biocombustíveis. Nesse estudo os autores consideraram o etanol de milho em substituição à gasolina e o biodiesel de soja em substituição ao diesel de petróleo, e concluíram que, nas condições do estudo, o BD foi capaz de evitar a emissão de 41% de GEE, enquanto o etanol de apenas 12%.

As estimativas de emissões podem ser muito variáveis, especialmente com relação à fase agrícola. Isso, devido às condições muito específicas e diferentes de manejo da produção agrícola e da gestão ambiental, o que não permite uma generalização. Por sua vez, a fase de campo contribui consideravelmente para as emissões causadas pela cadeia da agroenergia, o que requer ainda mais cuidado nos ensaios sobre as emissões.

As Diretivas da UE exigem ao menos 35% de redução de emissões de GEE na cadeia de biocombustível, a fim de que este seja apto a ser beneficiado pelas políticas de apoio a energias limpas. Tal valor serve também de referência para aplicação de métodos de ACV. Chiaramonti e Recchia (2010) destacam que, no entanto, as bases de dados utilizadas para as simulações apresentam variações dramáticas, de até 300% ou mais, quando consideradas diferentes abordagens, como ao se considerar os coprodutos, por exemplo.

Kim e Dale (2009) realizaram uma investigação sobre a emissão de GEE do óleo de soja, eles consideraram o ciclo do berço ao portão (*cradle-to-gate*) em 40 municípios do *Corn Belt*. O estudo demonstrou que as emissões nesses municípios podem variar por um fator de 5 vezes. Os autores destacaram a importância da definição da localização

geográfica dos dados, assim como das tecnologias utilizadas no processo produtivo, para efeito de comparação entre dados de ACV.

Em estudo realizado na Índia, sobre a eletrificação de vilas isoladas com óleo de *jatropha* (pinhão-mansão) direto em motores, encontrou-se importante redução na emissão de GEE. Gmündera *et al.* (2010) ressaltaram que a redução na emissão de GEE pode chegar a ser 6 vezes menor com a geração elétrica a partir do uso deste óleo vegetal combustível, o que em termos absolutos poderia significar mais de 1,5 kg de CO₂ equivalente por kWh de eletricidade gerada. Os autores ainda destacam que a eletrificação rural a partir do óleo de *jatropha*, mesmo cultivada extensivamente – desde que em áreas marginais, é ambientalmente interessante quando comparada ao uso de óleo diesel mineral.

Diversos autores afirmam que o biodiesel de soja possui capacidade de redução das emissões de GEE, comparativamente aos combustíveis fósseis, considerando todo o ciclo de vida desses produtos (HUO *et al.*, 2008 e SHEEHAN *et al.*, 1998). Tal redução é proporcional ao teor de biodiesel no combustível, como descrito no estudo de Xue *et al.* (2012), que testou misturas de BD no PD. Para o diesel B20 e B100 os autores registraram redução no balanço da emissão de GEE da ordem de 10 e 50%, respectivamente, quando comparados ao ULSD³⁵. Assim, as plantas de soja anulariam, através da fotossíntese, as emissões de CO₂, no entanto, o mesmo não ocorre com as emissões de CH₄ e N₂O, (XUE *et al.*, 2012).

A fase de cultivo da canola possui elevada influência no balanço de emissões de GEE da cadeia produtiva dos biocombustíveis derivados desta matéria-prima. Nessa fase, não existiu, porém, diferenças nas emissões entre o OV e o BD de canola, a partir de estudo desenvolvido na Espanha, por Esteban *et al.* (2011). Segundo eles, a grande diferença entre estes dois biocombustíveis reside na fase de produção industrial, compreendidas pelas fases de refino do óleo e transesterificação do biodiesel. A utilização por esta fase de insumos fósseis (diesel, gás natural e metanol) eleva as emissões de GEE para o BD frente ao OV.

Em estudo comparativo entre BD e OV de canola, que utilizou Análise de Ciclo de Vida, Esteban *et al.* (2011) concluíram que o OV é ambientalmente mais interessante que o BD, nos grifos dos autores: “*more environmentally friendly*”. Nesse estudo os autores consideraram a produção local de pequena escala para OV, enquanto que para o BD foi considerada a produção em grande escala, por indústrias de transesterificação, haja vista a necessidade de maior escala para eficiência e questões de redução de custos pela escala da indústria de biodiesel.

³⁵ *Ultra low sulfur diesel* – (Diesel de ultra baixo enxofre – tradução nossa).

O estudo realizado por Carvalho (2012) destaca que, ao se considerar a alocação das emissões também para os coprodutos, a redução nas emissões de GEE passa de 7,3% para 36,0% para biocombustíveis derivados do óleo de soja. O efeito dos coprodutos para o dendê é menor, sendo que nesse caso a redução de GEE é de 66,6% para 63,6%. A Tabela 3.6 traz as emissões de GEE de biocombustíveis produzidos a partir da soja e da palma.

Tabela 3.6 – Emissões de CO₂ equivalente (t CO₂ / t biodiesel) para o óleo proveniente da soja e da palma.

Emissões das diferentes etapas da produção de biodiesel para óleos de origem vegetal	soja	palma
	(t CO₂e/t BD)	
Produção agrícola	2,289	0,563
Transporte entre as etapas agrícola e industrial	0,198	0,018
Extração do óleo vegetal	0,323	0,010
Produção do BD a partir do óleo vegetal	0,398	0,398
Emissões totais	3,208	0,989
Percentual das emissões produzidas na transesterificação	12,41%	40,24%

Fonte: Adaptado de Carvalho, 2012.

Com relação às mudanças no uso do solo, a destruição da vegetação natural, grande armazenadora de carbono, para dar lugar ao cultivo para fins energéticos, provoca intensa emissão de GEE, enfraquecendo o potencial de redução de GEE dos biocombustíveis. Este fato se acentua especialmente no caso de culturas anuais e de remoção de vegetação natural. Como resultado pode se ter inclusive um balanço de emissões negativo para o biocombustível. Em outras palavras, a possível redução das emissões de GEE em relação ao uso do combustível fóssil correspondente, passa a não compensar as emissões ocasionadas pela mudança de uso de solo (GNANSOUNOU *et al.*, 2009 e CHERUBINI, 2010).

Nesse sentido, Fargione *et al.* (2008) destacam que, ao se converter florestas tropicais, áreas de turfa, savanas ou pradarias em áreas para produção de biocombustíveis de primeira geração, cria-se uma “dívida de carbono”. Tais ações podem liberar de 17 a 420 vezes mais CO₂ do que a potencial redução que os biocombustíveis produzidos nessas áreas poderiam promover ao substituírem os de origem fóssil. Estas relações são mais simples de serem mensuradas quando se trata de mudanças diretas no uso da terra (LUC), no entanto, ao se tratar de mudanças indiretas (iLUC), elas são bem mais complexas.

As mudanças indiretas (iLUC) podem apresentar mais de uma causa, de modo que, para estimá-las é necessário um entendimento bem mais detalhado das dinâmicas de uso do solo e do mercado agrícola. Hoefnagels *et al.* (2010) ressaltam que existem propostas de métodos para contabilização das mudanças indiretas, no entanto, estes foram muito criticados, não havendo ainda um método de maior aceitação. Portanto, aqueles métodos

ainda não são aceitos pela comunidade científica, de modo que também não são aceitos nos inventários de ciclo de vida (GNANSOUNOU *et al.*, 2009).

3.4 BALANÇO ENERGÉTICO

A produção de biocombustíveis difere em muitos aspectos do uso de combustíveis derivados do petróleo. O processo produtivo do petróleo consiste mais em uma atividade exploratória do que produtiva. Apesar de existir toda uma cadeia de refino e distribuição, a obtenção da matéria-prima é feita de uma forma muito mais simples do que a matéria-prima dos biocombustíveis. Isso reflete não apenas em custos monetários menores, mas também em custos energéticos muito inferiores. Assim, quando se avalia a sustentabilidade de biocombustíveis é necessário verificar, entre diversos outros aspectos, o seu balanço energético, pois em alguns casos, mais energia pode ser consumida no processo produtivo do que a disponível no produto final.

Contudo, não existe uma única metodologia definida para o cálculo de balanço energético. Um método comumente utilizado é o que considera a diferença entre a energia disponível no combustível e toda a energia gasta para sua produção. Este cálculo pode considerar ainda toda a cadeia ou parte dela, pode ainda ser feita uma análise de todo o ciclo de vida, ou apenas de parte dele. Podem ainda ser considerados todos os produtos oriundos de determinada matéria-prima (farelo, torta, glicerina etc.), ou apenas os biocombustíveis em si. Os diferentes sistemas de produção, tanto industriais, agrícolas ou mesmo de distribuição, também afetam completamente os valores do balanço energético.

Essa falta de um padrão dificulta a comparação entre estudos de diferentes autores. No entanto, este problema pode ser contornado a partir do cálculo de valores relativos, com os quais se torna possível a comparação entre diferentes estudos, e entre as diferentes fases de produção. Como no caso do OV e BD a diferença industrial consistiria basicamente no processo de transesterificação que o óleo sofre para se transformar em biodiesel, foi possível, através do consumo energético de cada fase, atribuir o balanço energético desses dois produtos.

Para efeito deste estudo foi considerado o conceito de *NER – Net Energy Ratio*, que pode ser entendida como a razão da energia líquida do combustível, ou seja, a divisão do valor de energia que se encontra disponível no produto final (ao fim do processo produtivo), por toda energia gasta nesse processo. Essa razão pode ser considerada também como: a relação entre a energia de saída sobre a energia de entrada (*output/input*). Ou ainda, como:

"a razão entre a produção de energia total, dividida, pela energia não renovável primária utilizada, associada ao ciclo de vida do sistema" (SPITZLEY e KEOLEIAN, 2004). Burgess e Fernández-Velasco (2006) consideram que esta não é uma definição clara, podendo haver diferentes interpretações quanto à energia de entrada, assim como a energia de saída.

Na maioria dos trabalhos analisados os autores não consideram o uso do OV como combustível, de modo que não realizaram os cálculos de NER para este produto, somente para o biodiesel. Então, a partir de valores e índices apresentados nas metodologias daqueles mesmos trabalhos, foi possível se calcular o valor de NER para o OV também. Utilizou-se, para tanto, a relação entre a energia consumida em cada fase industrial de produção.

Embora existam variações dependentes de fatores industriais, da produção agrícola e da eficiência de toda a cadeia produtiva, os valores se apresentaram bem coerentes entre si. Ou seja, em todos os estudos a fase de transesterificação é que recebe o maior aporte energético, Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Balanço energético das fases industriais de produção de óleo vegetal e biodiesel para as culturas da soja, canola e palma.

Aporte energético das fases industriais para óleo vegetal e biodiesel								
Atividades industriais (fases)	soja				canola		palma	
	Capaz, 2009. MJ / t	%	Ahmed et al., 1994. BTU/galão	%	Gazzoni <i>et al</i> , 2009. Mcal / ha ¹	%	Angarita, 2008. MJ / kg	%
Extração e refino	5.639	0,44	19.752	0,40	1.136	0,43	2,04	0,29
Transesterificação	7.042	0,56	29.172	0,60	1.506	0,57	5,02	0,71
Total	12.680	1,00	48.924	1	2.642	1,00	7,06	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das fontes citadas na Tabela.

Quando os estudos revisados não traziam os valores de NER para o óleo vegetal, eles eram calculados se utilizando os coeficientes apresentados na Tabela 3.7. Considerando então, o consumo energético de cada fase, “prensagem + refino” e “transesterificação”, calculou-se a NER desses dois produtos, NER-OV e NER-BD. Ao se considerar ainda a energia contida nos demais “sub” e “coprodutos” foram calculadas a NER Total OV e a NER Total BD, Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – Balanço energético de algumas das principais culturas utilizadas na produção de biodiesel.

Balanço energético das principais culturas					
Autores	Cultura	NER BD	NER OV	NER Total BD	NER Total OV
Coronato <i>et al.</i> , 2006 ^a	canola	1,71	2,19	2,86	3,65
Gazzoni <i>et al.</i> , 2009	canola	1,44	1,98	2,90	3,99
Esteban <i>et al.</i> , 2011	canola	1,77	2,13	2,34	4,51
Felici <i>et al.</i> , 2006	girassol	1,61	2,33	2,69	3,89
Soares <i>et al.</i> , 2008	girassol	1,12	1,62	1,87	2,70
Almeida Neto <i>et al.</i> , 2006	mamona	-	-	1,85	-
Coronato <i>et al.</i> , 2006 ^b	mamona	1,24	-	1,82	-
Angarita, 2008	palma	3,98	8,01	5,54	11,17
Ahmed <i>et al.</i> , 1994	soja	1,86	3,15	3,24	5,48
Felici, <i>et al.</i> , 2006	soja	1,12	1,33	3,38	4,03
Sangaletti, 2012	soja	0,61	0,63	1,74	1,81

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das fontes citadas na Tabela.

A Tabela 3.8 traz então a NER para biocombustíveis provenientes de 5 diferentes matérias-primas. Dela, pode-se perceber que toda vez que se procede com a transesterificação se perde parte da energia, reduzindo o valor entre a energia disponível e a energia consumida. Quando os valores apresentados ficam abaixo de 1 significa que a energia disponível, ao final do processo, foi menor do que toda a energia gasta na produção. Assim, por exemplo, o trabalho realizado por Sangaletti (2012) demonstra que, nas condições daquele estudo, ao se considerar apenas o biocombustível, seja ele, tanto o óleo vegetal como o biodiesel, a energia disponível seria menor que a utilizada no processo.

Outro aspecto interessante de se destacar é a utilização de energia fóssil nas diferentes etapas de processamento industrial. Segundo Capaz (2009), a maior parte da energia fóssil utilizada na produção de biodiesel está relacionada à fase de transesterificação, pois, do total utilizado no processo produtivo de BD apenas 7,7% é consumida na extração e refino do óleo. A Tabela 3.9 apresenta detalhes desse consumo de energia fóssil e renovável.

Tabela 3.9. Relação entre energia fóssil e renovável utilizada nas operações de extração e refino e de transesterificação.

Relação energia renovável / fóssil				
Atividades industriais (fases)	consumo energia (kJ/MJ óleo)			
	fóssil	renovável	Total	Ef / ET (%)
Extração e refino	11,2	130,1	141,3	7,93
Transesterificação	134,6	41,6	176,2	76,39
Total	145,8	171,7	317,5	45,92

Fonte: Adaptado de Capaz, 2009.

3.5 ANÁLISES E DISCUSSÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Via de regra, qualquer intervenção humana na natureza é provocadora de impactos ambientais. No entanto, tais atividades são necessárias para atender as demandas da sociedade, que consiste em grande parte na produção de bens de consumo. Contudo, estas atividades econômicas poderiam ser conduzidas por um caminho de menor impacto ambiental, chamado Bursztyn (2001) de “ambientalização” das decisões econômicas. No entanto, na maioria das vezes as decisões seguem o caminho de redução de custos e não o da sustentabilidade ambiental, tornando assim o papel do Estado importante como regulador das atividades.

A opção por biocombustíveis representa a busca ao atendimento de parte da demanda energética por meio de alternativa mais sustentável. Tendo em vista que as principais matérias-primas utilizadas no Brasil não são exclusivas para a produção óleo, sendo consideradas “coprodutos” ou “subprodutos”, como no caso do óleo de soja, de algodão e do sebo bovino, os impactos da produção poderiam ser ainda considerados menores. Isso porque, não sendo o óleo o objetivo principal daquelas cadeias produtivas, os impactos da produção não devem recair apenas sobre os biocombustíveis. Em alguns casos, o uso de óleos residuais como combustível pode ser ainda mais positiva, pois representa destinação final para um resíduo potencialmente contaminante.

As vantagens ambientais parecem ser maiores na produção de bioenergia em pequena escala, comparativamente aos grandes empreendimentos. Assim, além de benefícios ambientais, a produção de biocombustíveis pode contribuir também para o desenvolvimento rural, em especial a alternativa de uso do OV. Tais vantagens consistem na

possibilidade de produção em menores escalas, na ausência de geração de glicerina e ainda em permitir o ciclo fechado de matérias-primas e de produtos dentro de um mesmo território, conforme destacam Han *et al.* (2008) e Esteban *et al.* (2011).

Aspecto crítico a ser destacado, no entanto, é a inexistência de uma análise global dos impactos ambientais da produção de biocombustíveis durante o licenciamento ambiental da atividade. Por exemplo, não se exige da fase agrícola de produção, via de regra, a realização de licenciamento ambiental. Este processo de licenciamento ambiental ainda acontece na esfera estadual, de modo que cada estado possui critérios e parâmetros distintos para emissão das licenças ambientais.

O Quadro 3.3 traz a síntese dos principais impactos da produção e consumo de biocombustíveis. Durante a fase de produção, os impactos ambientais podem advir da eutrofização dos ecossistemas, o que é provocado principalmente pela contaminação dos recursos hídricos a partir de carreamento e lixiviação dos nutrientes utilizados na produção agrícola, além da contaminação por agrotóxicos. A mudança no uso do solo, provocada pela substituição da vegetação nativa ou de outras culturas por plantações energéticas, também é um impacto importante. Quando esta mudança ocorre de maneira direta sua mensuração é mais simples, porém, os efeitos da mudança indireta do uso do solo, têm mensuração mais difícil.

Quadro 3.3 – Síntese dos impactos ambientais das fases de produção e uso de biocombustíveis.

SÍNTESE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS		
Fase de produção agrícola		
Eutrofização	Ecoamento de nutrientes (fertilizantes) pode contribuir com mais de 60% da eutrofização dos recursos hídricos no local da produção agrícola.	Xue <i>et al.</i> , 2012.
LUC e iLUC	Desmatamento e degradação do solo e de ecossistemas para produção de matérias-primas.	Gnansounou <i>et al.</i> , 2009 e Cherubini, 2010.
Fase de produção industrial		
Produção de resíduos	produção de glicerina e água de lavagem pelo BD	Carvalho, 2012.
Utilização de insumos perigosos	Hexano: risco de ecotoxicidade para solo e água - utilizado durante extração do óleo vegetal de sementes duras, em processos industriais de grande escala. Risco é menor para o OV (produzido em pequena escala); Metanol: utilizado na transesterificação, apresenta risco de provocar desde leve irritação às membranas das mucosas, dor de cabeça, náusea, vômito, cegueira, coma e até a morte	Esteban <i>et al.</i> 2011. Methanex, 2007.
Utilização dos combustíveis (emissões)		
CO	Emissão decresce com o uso de OV	Yilmaz e Morton, 2011.
HC	Emissões crescentes com o uso de BD ao PD	Yilmaz e Morton, 2011.
	Emissão decresce com o uso de OV	TNO, 2008.
MP	Emissão decresce com o uso de OV	TNO, 2008. Altin <i>et al.</i> , 2001.
NOx	Emissões crescentes com o uso de OV	Altin <i>et al.</i> , 2001; FACT, 2013
	Emissões crescentes com o uso de BD	Corrêa e Arbilla, 2008.
Acroleína	Emissões crescentes com o uso de OV	Gariero <i>et al.</i> , 2007. FACT, 2013.
	10% de OV no PD não alterou significativamente as emissões	Fontaras <i>et al.</i> , 2011.
Diversos aldeídos	Motores devidamente modificados e adaptados, apresentam redução nas emissões com o uso de BD e OV, comparados ao uso de PD.	FACT, 2013.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de referências citadas.

Nos elos industriais que compõe a cadeia produtiva dos biocombustíveis vegetais de ciclo diesel os impactos estão ligados à utilização de insumos perigosos e à produção de resíduos. Especialmente na transesterificação (BD), que produz grandes quantidades de glicerina, eleva-se o risco de derramamentos pela dificuldade de disposição. De forma geral, como a produção de OV apresenta uma etapa industrial a menos (transesterificação), e pela possibilidade de escalas menores de produção, ela apresenta-se menos impactante. Já na fase de consumo dos biocombustíveis, com relação à emissão de poluentes, existem divergências entre os autores, o que demonstra a importância de mais estudos.

Quanto aos hidrocarbonetos (HC), encontrou-se tanto o aumento desse poluente com a adição de BD, quanto a sua redução ao se adicionar OV ao PD. Por serem muito semelhantes, era de se esperar o mesmo comportamento para a adição dos dois biocombustíveis ao petrodiesel, diferente do que a revisão demonstrou. Tais divergências

certamente ocorrem por diferenças metodológicas e por variações no tipo de óleo utilizado. Com relação a material particulado (MP), a adição de biocombustíveis ao PD promoveu a redução desse parâmetro, o que é de se esperar pela ausência de enxofre nesses combustíveis renováveis.

Já quanto às emissões de óxidos de nitrogênio, as opiniões dos autores foram convergentes: uso de biocombustíveis eleva suas emissões. O que certamente se dá pela presença de oxigênio na molécula desses produtos. Com relação à acroleína, ocorreu aumento na sua emissão com a adição de óleo vegetal, transesterificado ou não, ao petrodiesel. No entanto, quando adicionado até 10% de OV, este aumento não foi notado por Fontaras *et al.* (2011). A utilização de motores adaptados é considerada uma solução na qual as emissões de aldeídos, de forma geral, podem ser reduzidas com o uso de óleos vegetais, podendo ficar igual ou até menores que estas emissões quando utilizado o diesel de petróleo.

É importante destacar que a acroleína, apesar de tóxica, não é classificada como substância com potencial cancerígeno (IARC, 2011), como se difundiu entre os consumidores que optavam pelos óleos vegetais (MELO, 2009). O formaldeído é o principal aldeído em termos de toxicidade, sendo emitido principalmente na combustão do PD. De toda forma, a quantidade de compostos emitidos depende consideravelmente do tipo de motor diesel, da configuração, da condição de carga e do uso de catalisador. A redução da emissão de compostos indesejados pode ser alcançada muitas vezes com a modificação dos motores diesel para operarem com BD ou OV, entre elas, especialmente, o pré-aquecimento do combustível.

Já referente às emissões de GEE, é importante considerar a grande variação nos resultados apresentados pelos autores. Tal variação ocorre, especialmente, na fase agrícola, e se deve provavelmente às especificidades e diferenças no manejo da produção agrícola e da gestão ambiental. A consideração de coprodutos no balanço de GEE pode fazer com que a diferença no balanço de emissão daqueles gases chegue a 300% para o mesmo tipo de biocombustível (CHIARAMONTI e RECCHIA, 2010). Em outros casos, devido a diferenças de localização geográfica e de tecnologias utilizadas, podem ocorrer variações da ordem 400%, o que muitas vezes dificulta a comparação entre estudos (ROBBINS *et al.*, 2011).

De toda forma, três atividades ligadas à produção e consumo de biocombustíveis: a agricultura, o transporte e o desmatamento, estão entre as principais emissoras de GEE. Assim, ações ligadas à cadeia de biocombustíveis podem afetar sensivelmente o panorama de emissões, tanto positiva, quanto negativamente. A simples opção pela adoção do uso de óleo vegetal em substituição ao biodiesel já promoveria redução nas emissões, pois apenas

o processo de transesterificação já eleva as emissões globais de GEE, como afirmam alguns autores:

- de 10 a 20% na cadeia produtiva do biodiesel de canola (UFOP, 2013);
- mais de 12% na cadeia produtiva do biodiesel de soja (CARVALHO, 2012);
- mais de 42% na cadeia produtiva do biodiesel de dendê (CARVALHO, 2012).

Ao se considerar os demais produtos ou coprodutos no balanço de emissões de GEE ocorre uma completa alteração nos resultados. Para o biodiesel de soja, por exemplo, quando não considerados os coprodutos, sua capacidade de redução de GEE não chegaria a 8%, em comparação ao diesel de petróleo. Porém, distribuindo tais emissões com os demais produtos da cadeia, o potencial de redução se eleva a 36%. Ainda assim, estudos como o de Hill *et al.*, (2006) apontam que o BD é mais interessante que o etanol na redução de GEE, 41% e 12%, respectivamente.

Para manter o potencial de redução de GEE é importante que a produção agrícola não ocorra mediante a substituição de vegetação nativa, nem de culturas perenes ou áreas de preservação, caso contrário, ao invés de crédito, cria-se uma “dívida de carbono”. Fargione *et al.* (2008) sugerem que nessas condições a liberação de CO₂ poderia ser de 17 a 420 vezes maior que a emissão dos combustíveis de origem fóssil. A solução, como sugerem Xue *et al.* (2012) é a produção de matérias-primas em terras marginais ou degradadas.

O último aspecto ambiental analisado neste estudo é balanço energético, que é forte indicador da eficiência do processo de produção do biocombustível. Não existe, porém, uma metodologia universalmente consagrada para análise de balanço energético. Estes estudos podem considerar o ciclo de vida de toda a cadeia produtiva, ou de parte dela, pode-se ainda levar em conta o conteúdo energético dos resíduos ou de coprodutos. Contudo, a partir de valores relativos e da comparação de estudos semelhantes foi possível se ter ideia da condição energética desses biocombustíveis (Figura 3.9).

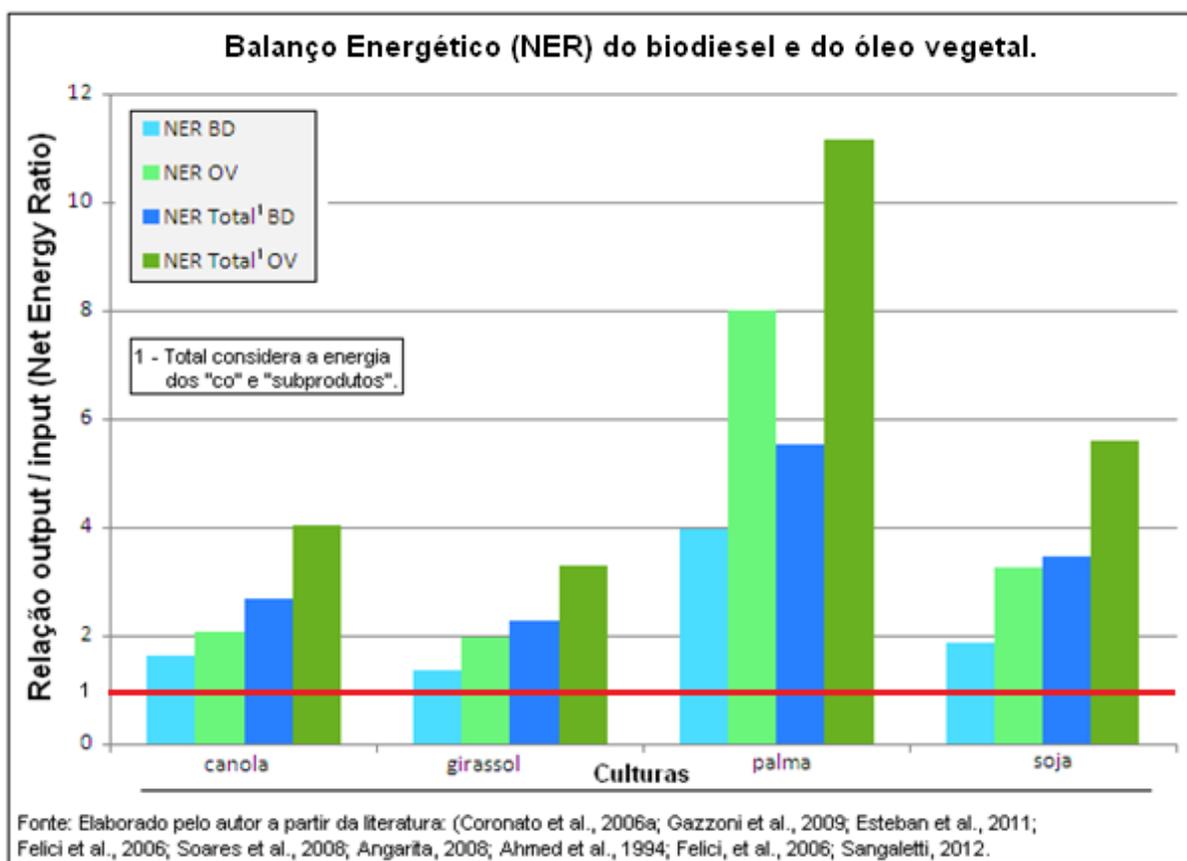


Figura 3.9 – Balanço energético da produção de biocombustíveis, NER do biodiesel e óleo vegetal, com e sem a energia de “sub” e de “coprodutos”.

A Figura 3.9 sintetiza o balanço energético de quatro culturas utilizadas para produção de biocombustíveis de ciclo diesel. Nota-se que a palma apresenta os maiores valores de NER, isso por se tratar da espécie com maior rendimento de óleo, tanto na semente, quanto por área, comparada às demais culturas. No entanto, o fato que chama mais atenção é que o balanço energético dos óleos vegetais é sempre mais positivo do que o balanço do respectivo biodiesel. Confirmando a hipótese esperada de que, a existência de mais um processo industrial à cadeia do biocombustível reduz sua eficiência energética.

Outro aspecto destacável é a relação entre a energia fóssil e a energia renovável (Ef/Er) utilizadas nas duas fases do processo industrial. Na fase de extração e refino a utilização de energia fóssil não chega a 8% da energia total consumida. Já durante a transesterificação, a energia fóssil representa mais de 76% do total da energia consumida no processo. Tais dados sugerem que, se evitada a transesterificação (produção de biodiesel), pode-se reduzir grande parte do consumo de energéticos fósseis, como o metanol, por exemplo.

No entanto, não se deve esperar que, diante dos padrões atuais de consumo energético, a simples substituição da matriz de fóssil para renovável poderia torná-la sustentável. Com níveis de consumo tão elevados, mesmo que fossem suficientes as terras para produção de matérias-primas, os impactos seriam maiores que os atuais, pois a produção não ocorreria em terras marginais. O óleo vegetal como coproduto também seria insuficiente, havendo a necessidade plantios específicos para a produção desta matéria-prima. Em países europeus como a Espanha, conforme destaca Grau *et al.* (2010), o atendimento da demanda nacional de combustível consumiria 3 vezes a área agricultável daquele país.

4 SUSTENTABILIDADE DOS BIOCOMBUSTÍVEIS – ASPECTOS SOCIAIS

A avaliação dos efeitos sociais provocados pela produção e consumo de biocombustíveis é essencial quando se trata de estudos sobre sustentabilidade. Nesse sentido, alguns destes efeitos sociais são aqui apresentados e discutidos. Portanto, pretende-se esclarecer a partir de determinados índices, se a produção e o consumo de biocombustíveis de ciclo diesel são positivos ou negativos, quanto aos aspectos sociais.

Não se pretende, com este breve resgate sobre os aspectos sociais, promover um estudo de forma a se esgotar o tema. O objetivo é somente verificar a tendência das opiniões científicas e dos atores sociais entrevistados sobre as características dos impactos sociais. O estudo ainda compreende a visita à comunidade que utiliza tecnologia de óleo vegetal em motores adaptados, na qual se pôde constatar, *in loco*, a realidade da tecnologia em questão. Assim, buscou-se verificar se os biocombustíveis, de forma geral, apresentam um balanço social mais positivo ou negativo, frente à utilização de combustíveis fósseis.

Romeiro (2011) destaca que é imprescindível que sejam também consideradas as externalidades positivas geradas na agricultura. Pois, adotando determinadas práticas sustentáveis, o agricultor pode oferecer, além da produção da bioenergia em si, uma série de serviços ecossistêmicos, como: alimentos, manutenção de ciclos hidrológicos e da biodiversidade, paisagens agrícolas, funcionalidade do solo, estabilidade climática, entre outros bens públicos. Embora as iniciativas que consideram os serviços de conservação da natureza ainda sejam incipientes, deve-se ter em mente tais possibilidades quando se discute agricultura e desenvolvimento sustentável.

4.1 RISCO À PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

Entendendo que a disponibilidade de solos agricultáveis é limitada, a primeira análise que se faz quanto à produção de biocombustíveis é com relação à disputa por terras com a produção de alimentos. Nesse tipo de análise há de se considerar a substituição da produção de alimentos por culturas energéticas e a disponibilidade de terras agricultáveis, o que pode ser extremamente variável, dependendo inclusive das fronteiras agrícolas. Por fronteiras agrícolas, pode-se entender um espaço onde é possível implantar rapidamente novas estruturas e serviço de mercados, sendo caracterizada pela apropriação capitalista da terra, quando ela passa a ter valor monetário e fazer parte de processos produtivos.

Assim, enquanto no Brasil ainda existem tais fronteiras para expansão, na maioria dos países europeus elas já não ocorrem. Outro aspecto a ser considerado é que nem sempre a

produção de uma cultura energética implicará na exclusão de uma cultura alimentar, pois em casos como o da soja, do mesmo grão se produz tanto o alimento quanto a bioenergia.

José Graziano da Silva, atual diretor-geral da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), considerou que pode existir risco de insegurança alimentar com a produção de bioenergia. No entanto, tal risco será muito dependente das matérias-primas e do sistema de cultivo adotado. Em sua opinião, a produção subsidiada de biocombustíveis, por exemplo, a partir de milho nos EUA, é a grande responsável pelas consequências drásticas que afetam o mercado de alimentos. O autor esclarece que, para que os programas de biocombustíveis possam gerar impactos sociais positivos, como a redução da pobreza, necessariamente os pequenos agricultores dos países pobres (especialmente da África e América Latina) devem estar inseridos no processo (DA SILVA, 2007).

A opinião dos autores diverge quanto ao embate entre produção de alimentos e bioenergia. Abramovay e Magalhães (2007), por exemplo, destacam o manifesto *Biofuelwatch*, que recomenda o abandono das metas de consumo da União Europeia. Segundo eles, tais metas poderiam incentivar a corrida pela produção de bioenergia em países subdesenvolvidos, provocando pressão sobre terras agrícolas e desencadeando ameaças à segurança alimentar. Opostamente, o estudo de Tilman *et al.* (2006) considera que o uso de terras degradadas por culturas alternativas, por exigirem baixos insumos, pode ser positivo, superando as adversidades da produção de bioenergia, num sistema que denominaram de LIHD - *low input/high diversity*.

No que concerne a matriz de matérias-primas para a produção de biodiesel, a cultura da soja é a grande fornecedora de óleo, representando atualmente a principal cultura utilizada para este fim, com mais de 81% do óleo utilizado pelo PNPB. Apesar do baixo teor de óleo nos grãos, ao redor de 18%, a soja é a mais importante matéria-prima oleosa, ainda que oleaginosas como a mamona e girassol apresentem mais 40% de óleo em suas sementes.

O grão de soja possui ainda elevado teor de proteína, podendo apresentar mais de 40% (COSTA *et al.*, 1981), o que motiva sua produção para fins proteicos, sendo este seu produto de maior valor (farelo proteico). Esta característica da soja pode contribuir para que o aumento da demanda por seu óleo não venha a afetar negativamente a produção de alimentos, haja vista esta sua dupla função. A Figura 3.10 traz, além da soja, a participação das demais matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel no ano de 2011.

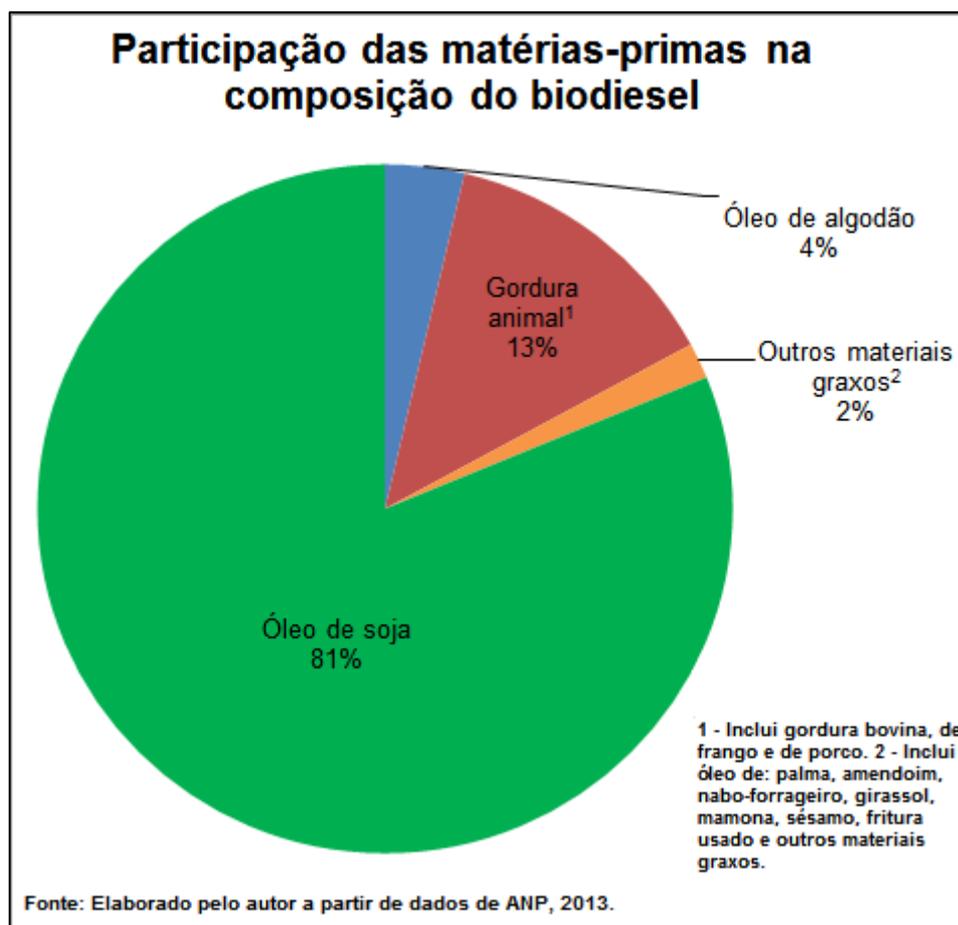


Figura 3.10 – Composição das matérias-primas utilizadas na fabricação do biodiesel no Brasil no ano de 2011.

Em 2011, as três principais matérias-primas representaram, somadas, mais de 98% do total utilizado para produção de biodiesel, demonstrando uma reduzida diversificação. Estas três principais matérias-primas não representam culturas típicas de produção familiar, no entanto, a agricultura familiar tem aumentado anualmente sua participação na oferta de matérias-primas para o PNPB. Segundo o DIEESE (2011), a participação da agricultura familiar, que em 2008 era de 11,7%, passou a ser de 26,2% já em 2010.

É destacável o fato de que além da soja, que produz o farelo proteico como principal produto, o algodão é tampouco produzido com o objetivo de extração de óleo, sendo seu principal produto a fibra têxtil. Além do óleo, do caroço do algodão também é produzido o farelo, que devido suas características proteicas, é utilizado em rações para alimentação de animais. No caso da gordura animal, esta é um subproduto da indústria frigorífica, sendo também utilizado na confecção de saponáceos ou mesmo como combustível das caldeiras dessas indústrias.

Mesmo com o decréscimo que tem apresentado, a participação do óleo de soja é ainda predominante na matriz das aquisições efetuadas pelos detentores do Selo

Combustível Social. De 2008 a 2010 esta participação caiu 1% ao ano, passando de 96 a 94%. Por outro lado, refletindo o aumento da participação da agricultura familiar, houve evolução das aquisições de mamona, provenientes em sua maioria no Nordeste e Semiárido, que passaram de R\$ 5,1 milhões em 2008 (1,8% do total), para R\$ 26,7 milhões em 2009 (3,8% do total) e para R\$ 46,3 em 2010 (4,4% do total) (BRASIL, 2013^a). Nesse caso, como a mamona pode ser cultivada em terras marginais, considera-se que ela não afeta a produção de alimentos, pode até contribuir, ajudando na capitalização dos agricultores e na sua manutenção na atividade.

Nesse mesmo sentido, Silva (2013) destaca que a implementação do PNPB contribuiu com a criação de cooperativas ligadas à produção do biocombustível, que passaram de 4 em 2006 para 59 em 2010. Estas, mesmo que indiretamente, têm um efeito positivo nas comunidades rurais, pois contribuem de forma geral na organização da produção e dos produtores. Os produtores, a partir das cooperativas, conseguem melhores preços tanto na venda da produção, no seu transporte ou ainda na aquisição de insumos e equipamentos, o que indiretamente também pode afetar positivamente a produção de alimentos.

4.2 AUTONOMIA ENERGÉTICA

Por autonomia energética, no contexto deste estudo, entende-se como sendo a possibilidade de consumidores de combustível atenderem, por meio da autoprodução, toda ou parte de sua demanda energética. Tal demanda é especialmente composta pelo uso de combustíveis em operações agrícolas, como no caso de: motores diesel utilizados em tratores, equipamentos agrícolas, veículos utilitários, ou ainda o uso em geradores elétricos. Este uso não é estritamente na produção, podendo ser em operações de transporte ou na utilização doméstica (deslocamento de moradores das propriedades), entre outras.

A produção de biocombustíveis para consumo local é recomendada por Vianna *et al.* (2008). No entanto, segundo ele, deve-se modificar a estrutura dessa cadeia produtiva de modo a incorporar a extração do óleo às atividades da agricultura. Com isso, além da vantagem da obtenção do óleo agregado de valor, a torta residual ficaria com os agricultores ou suas organizações. Estes, por sua vez, poderiam utilizar o biocombustível na própria produção, contribuindo para melhorar o balanço energético global e eliminando a dependência dos combustíveis fósseis.

Nesse mesmo sentido, Cavallet (2008) destaca que a produção de biocombustíveis só pode ser racional e sustentável com sua descentralização, o que deve ocorrer com a

inserção do agricultor familiar e sua autonomia energética. Ele ainda ressalta que devem ser priorizadas práticas mais agroecológicas de produção, além da redução das distâncias entre áreas produtoras e centros consumidores.

Ao encontro da opinião de Cavallet (2008), Reddy e Ramesh (2006) ressaltam que o uso de óleo vegetal *in natura* (OV) pode ser mais atraente que o óleo transesterificado (BD) nas operações agrícolas, por prescindir de todo o processamento químico da transesterificação. Por sua vez, Çetinkaya (1995, *apud* MONDAL, 2008), constata que, utilizando-se 10% da área de uma propriedade rural seria possível obter todo o combustível líquido de que ela necessita, atingindo assim sua autonomia energética.

Quando se trata da realidade de locais mais isolados, como por exemplo, a região amazônica, a importância de óleos vegetais produzidos localmente pode ser ainda maior. Tal importância não é apenas pela disponibilidade, mas também pelo custo que estes óleos podem apresentar nesses locais, comparados ao PD. A Região Amazônica possui cerca de 4.600 comunidades isoladas, que além da acentuada pobreza, vivem em precário abastecimento de energia elétrica. Segundo Correia (2005), até o ano de 2005 somente 32 dessas comunidades eram supridas pela concessionária responsável pela eletrificação dos municípios do interior e de áreas rurais, a “Centrais Energéticas do Amazonas”.

Ao se considerar ainda a distribuição dessas comunidades de forma geograficamente dispersas e ao longo da calha dos rios, a instalação de linhas de transmissão fica sobremaneira encarecida, além de poder causar sérios impactos ambientais. Assim, o fornecimento da eletricidade de grande parte dessas comunidades é realizado a partir de geradores movidos a diesel. De toda forma, como o diesel apresenta elevado custo de transporte até esses locais, o custo final pode ser cerca de três vezes maior do que os praticados nos centros urbanos (CENBIO, 2007), novamente abrindo possibilidades para o uso do OV.

4.3 GERAÇÃO DE TRABALHO E RENDA NO CAMPO

O simples fato da produção do combustível ser realizada localmente já representa um fator gerador de empregos e renda para a sua região. Mesmo que essa produção seja em grande escala, a partir de indústrias esmagadoras, por exemplo, ela é profícua para o desenvolvimento local, ao menos, mais positiva que as indústrias de petróleo. Este foi um dos principais objetivos do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, gerar

trabalho e renda no campo a partir da inclusão de óleo vegetal na cadeia de combustíveis, por meio do biodiesel.

A pretensão de geração de emprego e renda do PNPB foi realmente ambiciosa. Segundo a projeção dos ministérios envolvidos diretamente com o programa como o MDA, o MAPA entre outros, previa-se que a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar, poderiam ser gerados cerca de 45 mil empregos no campo. Estimava-se renda média anual, por emprego, de aproximadamente R\$ 4.900,00, (HOLANDA, 2004). Ainda segundo o estudo, admitiu-se que para 1 emprego no campo seriam gerados 3 empregos na cidade. Por tal previsão, considerada otimista, com 6% de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel, poderiam ser gerados mais de 1 milhão de empregos.

Mesmo aquém do havia sido planejado, em termos de participação de agricultores familiares, o PNPB apresenta resultados interessantes. Um deles é o efetivo aumento das aquisições da agricultura familiar, realizadas por empresas detentoras do Selo Combustível Social³⁶. Tais aquisições vêm anualmente apresentando aumentos: em 2006 elas eram de R\$ 68,5 milhões; em 2007 passaram a R\$ 117,5 milhões; em 2008 foram de R\$ 276,5 milhões; e em 2009 de 677,34 milhões. No ano de 2010, estas aquisições da agricultura familiar chegaram a R\$ 1,058 bilhão em compras de matérias primas (BRASIL, 2013^a).

O fato é, que em 2010 mais de 100 mil agricultores familiares produziram matéria-prima para o PNPB. Desagregando os números por região se nota a maior participação dos agricultores da região Sul, cerca de 52% do total, seguidos pelos da região Nordeste com 41%, enquanto a participação dos agricultores das regiões Norte e Centro-Oeste, em termos de famílias, é marginal no programa, 0,2% e 3,4%, respectivamente. Silva (2013) destaca ainda que em 2010 a comercialização de matérias-primas pela agricultura familiar ultrapassou a cifra de R\$ 1 bilhão, já em 2011 esses valores chegaram a R\$ 1,4 bilhão.

Faz-se ainda interessante qualificar um pouco mais os dados da produção da agricultura familiar. Apesar desta expressiva participação de agricultores familiares na região Nordeste, o montante financeiro movimentado na região não teve o mesmo destaque. Por exemplo, referente ao ano de 2010, daqueles R\$ 1,058 bilhão, somente R\$ 46 milhões foram para o NE, enquanto a região Sul ficou com R\$ 700 milhões e a CO, R\$ 250 milhões. Fazendo-se a relação desses valores com o número de agricultores que comercializaram

³⁶ O Selo Combustível Social é um componente de identificação criado a partir do Decreto Nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, concedido pelo MDA ao produtor de biodiesel que cumpre os critérios descritos na Portaria nº60 de 06 de setembro de 2012. O Selo confere ao seu possuidor o caráter de promotor de inclusão social dos agricultores familiares enquadrados Pronaf (BRASIL, 2013).

em 2010 nessas regiões se tem a seguinte relação de R\$ / família de agricultor: Nordeste R\$ 1.130,00; Sul R\$ 13.413,00 e Centro-Oeste R\$ 73.000,00 (SALOMÃO, 2013).

De toda forma, a produção de biocombustíveis pelo setor agrícola, em especial por agricultores familiares, é muito positiva em relação à geração de empregos. Segundo Holanda (2004), no Brasil a agricultura familiar emprega mais que a empresarial, o que motivou o governo federal a priorizar as ações de crédito, assistência técnica e investimentos, para esta categoria. O autor destaca que, em média, a agricultura empresarial emprega um trabalhador para cada 100 hectares cultivados, enquanto na agricultura familiar a relação fica em torno de um trabalhador para cada 10 hectares. Assim, o aproveitamento das potencialidades locais para produção de energia, a partir da agricultura familiar, teria grande potencial gerador de empregos.

Nesse sentido, é interessante observar o mapa, Figura 3.11, desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA, que indica a distribuição da produção de oleaginosas por agricultores familiares no Brasil. Nele, pode-se observar grande concentração de agricultores familiares produzindo oleaginosas na Região Nordeste, cerca de 80 mil, enquanto na Região Sul este número é de 55 mil. Esta safra de oleaginosas não é toda destinada à produção de biodiesel. De toda forma, a Figura 3.11 representa um indicativo da aptidão e do potencial dessas regiões para este tipo de cultivo.

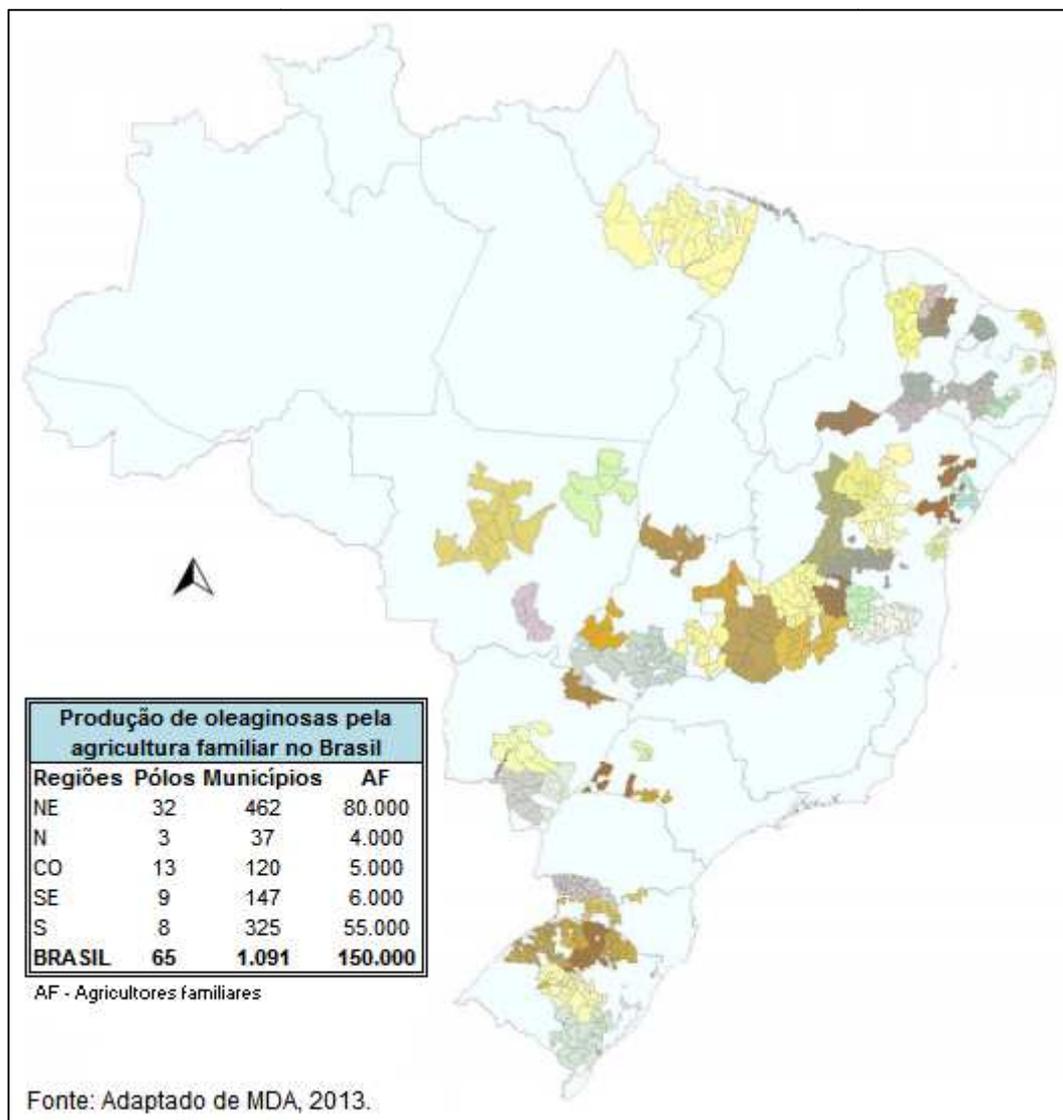


Figura 3.11 – Distribuição geográfica da produção de oleaginosas pela agricultura familiar no Brasil.

Outro aspecto positivo derivado do PNPB é que a política de incentivos fiscais passou a estimular relações formais entre empresas e agricultores familiares, acompanhados pelos seus sindicatos. Segundo Abromavay e Magalhães (2007), esse vínculo criado na cadeia de produção, entre produtores de oleaginosas e a indústria de biocombustível, sob o patrocínio do Estado, a operacionalização de empresas privadas com a legitimação contratual do sindicalismo, parece ser inédito no plano internacional.

No entanto, Castro (2011) chama atenção para elos intermediários entre o produtor rural familiar e a usina de biodiesel. Ele destaca que, por muitas usinas não possuírem esmagadoras, os produtores ou suas cooperativas necessitam comercializar com as indústrias que produzem o óleo, as quais fazem a ligação com as usinas de biodiesel. As

esmagadoras não apenas agregam valor à matéria-prima óleo, como também comercializam outros produtos, como a torta, por exemplo. Tais atividades, segundo o autor, poderiam ser desenvolvidas pelas cooperativas de produtores.

Nesse sentido, Fore *et al.* (2011) afirmam que, se biocombustíveis e rações fossem produzidos nas propriedades rurais, com o seu menor custo, poderiam promover economias substanciais e elevar a rentabilidade daquelas. Além disso, com a substituição do PD por biocombustíveis, seria possível reduzir o total de emissões das propriedades rurais. Os autores ainda destacam que este tipo de iniciativa segue na direção de maior sustentabilidade, ao promover um circuito fechado de energia e nutrientes na proximidade de sua origem.

Ainda caminhando no sentido de uma maior autonomia, Esteban *et al.* (2011) afirmam que o fato da produção de OV ser claramente mais simples que a de BD, faz com que o OV seja uma opção ainda mais viável para pequenas escalas, ou ainda para cooperativas agrícolas, na substituição de outros combustíveis. Por contribuir com a viabilidade da propriedade, este tipo de uso para o óleo não seria concorrente ao PNPB, podendo inclusive contribuir com seus objetivos.

Um estudo conduzido na região Norte do Brasil destaca exemplos dos benefícios advindos da substituição de PD por OV. Nesse estudo, Duarte *et al.* (2010) destacam que a tecnologia baseada na substituição de PD por OV é vantajosa frente a outras alternativas de tecnologia mais complexas. Eles afirmam que sistemas fotovoltaicos e de aerogeradores, apesar de também explorarem fontes renováveis, costumam não ter sucesso a longo prazo. Isso, porque necessitam de maior complexidade logística e de mão de obra externa e especializada para manutenção, o que geralmente é difícil para áreas isoladas.

4.4 SELO SOCIAL

O Selo Combustível Social (SCS) representa uma ação formal de importante impacto social em termos de envolvimento da agricultura familiar. Ele foi um dispositivo criado pelo Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, a partir do Decreto Nº 5.297, de 6/12/2004. O selo concede direito ao acesso a alíquotas de PIS/Pasep e Cofins com coeficientes de redução diferenciados para o biodiesel, variando de acordo com a matéria-prima adquirida, região da aquisição, incentivos comerciais e de financiamento (BRASIL, 2013^a).

Possuir o selo também garante à usina de biodiesel sua participação no primeiro dia de leilão, que é quando se comercializa no mínimo 80% da demanda de biodiesel, e quando

também os preços são mais interessantes às indústrias deste biocombustível. Além disso, os produtores de biodiesel que possuem o selo têm acesso a melhores condições de financiamento. Em contrapartida aos benefícios do Selo, o produtor industrial assume as seguintes obrigações (entre outras), conforme a Portaria nº 60 de 06/09/2012:

- Adquirir percentual mínimo de matéria-prima dos agricultores familiares no ano de produção de biodiesel;
- Celebrar previamente os contratos de compra e venda de matérias-primas com os agricultores familiares ou com suas cooperativas, com anuência de entidade representativa da agricultura familiar daquele município e/ou estado;
- Assegurar capacitação e dar assistência técnica a aqueles agricultores familiares contratados.

Com relação à aquisição da matéria-prima pela indústria, para se obter o Selo, a Portaria nº 60 traz as seguintes definições:

I – 15% para as aquisições provenientes das regiões Norte e Centro-Oeste;

II – 30% para as aquisições provenientes das regiões Sudeste, Nordeste e Semiárido;

III – 35% na safra 2012/2013, e 40% a partir da safra 2013/2014, para as aquisições provenientes da região Sul.

Grande parte das aquisições de matéria-prima oriunda da agricultura familiar é proveniente da região Sul. Nas regiões Norte e Nordeste este tipo de agricultura não está estruturada, existem poucas cooperativas e muitos problemas de regularização fundiária, sendo que, modo geral, a produção de oleaginosas ainda é muito incipiente. Tal fato decorre em dificuldades para as indústrias de biodiesel com relação ao cumprimento do percentual necessário ao atendimento do SCS. O presidente da Amazonbio, uma indústria localizada em Ji-Paraná – RO, destaca as dificuldades:

“... Tenho que juntar as famílias, divulgar o programa e ajudar os agricultores a regularizarem sua situação para que tenham acesso à DAP. Isso tudo vira um ônus”;

“... A empresa tem se mantido firme no propósito de desenvolver projetos baseados no plantio da palma-de-óleo nos estados amazônicos. Até hoje não sucumbi à tentação de assinar contratos com as cooperativas do Sul apenas para ter acesso ao Selo...” (BIODIESELBR, 2013^a).

O modelo de comercialização que reserva 80% dos volumes negociados apenas para indústrias que possuam o selo é considerado, pelo setor industrial, um desincentivo às usinas que ainda estão se estabelecendo. Pois, as indústrias já detentoras do selo social se

tornam mais competitivas e concorrem também com os 20% destinados ao mercado sem selo (BIODIESELBR, 2013^a).

Em entrevista à revista Biodieselbr, o secretário de meio ambiente da Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag), Antoninho Rovaris, destaca algumas dificuldades a respeito do PNPB. Segundo ele, existe uma compartimentação nos esforços do governo federal para fazer a inclusão social da agricultura familiar, o que reflete nos baixos níveis de eficácia de muitas dessas iniciativas do programa. Rovaris reclama que o Selo possui ações descasadas de investimentos na área de infraestrutura e de melhoria na produtividade agrícola. A inexistência de uma política abrangente é a raiz das dificuldades de inclusão dos agricultores familiares nas regiões mais pobres.

... desde que foi anunciado em maio de 2010, o Programa de Produção Sustentável de Palma-de-Óleo – que deveria alavancar o plantio do dendê na Região Norte – até agora não foi regulamentado em lei. Até agora o programa da palma não passa de um projeto de intenções, na prática ele não existe. As ações se dão apenas em função das empresas que querem se instalar por lá para produzir palma... (BIODIESELBR, 2013^b).

Uma das propostas do programa da palma seria a regularização da situação fundiária de milhares de pequenos produtores rurais da região, sem a qual eles acabam ficando à margem de iniciativas governamentais como os financiamentos do Pronaf, por exemplo. Nota-se a existência de duas situações bem distintas, de uma lado a que existe no Sul e Centro-Oeste, onde o programa se mostra mais robusto e os produtores atendem a demanda industrial. De outro, a situação do Norte e Nordeste, que necessita de apoio mais efetivo do governo na estruturação das cadeias produtivas. De toda forma, aos produtores que alcançaram o programa, seu efeito foi positivo.

Ainda com relação à aquisição de matérias-primas da agricultura familiar nas regiões Norte e Nordeste, chamada atenção novamente a “triangulação”. Esta consiste na indústria comprar a matéria-prima de origem familiar, mas não chegar de fato a utilizá-la na produção de biodiesel, destinando-a a outra finalidade. As indústrias somente fazem isso para garantirem o SCS, os benefícios fiscais e a possibilidade de comercializar dentro dos 80% reservados para os primeiros dias de leilão.

Quando não operam a “triangulação” as indústrias adquirem a matéria-prima familiar de outra região. Como consequência disso, destacam César e Batalha (2010), o desenvolvimento de projetos de cunho social, associados à compra de mamona, foram abandonado no Nordeste. Diversas indústrias passaram a adquirir matéria-prima em outras regiões do país, buscando assim, evitar os riscos associados à entrega da produção pelos agricultores familiares, mais comum nessa região.

A predominância da soja como matéria-prima foi algo não previsto pelo programa, algo que nem mesmo os incentivos do SCS puderam contornar. A maior competitividade da soja se dá, não apenas pela abundância do óleo no mercado, mas especialmente, pela maturidade de sua cadeia produtiva. Quando o estado transferiu à indústria a responsabilidade da ATER necessária à produção agrícola, a solidez da cadeia produtiva foi determinante do sucesso dessa parceria.

O estudo realizado por Salomão (2013) questiona a sustentabilidade, do ponto de vista social. Ela destaca a incapacidade demonstrada pelo PNPB em estimular a descentralização produtiva, tanto em termos de categorias de produtores (pequenos e médios, principalmente) quanto nos aspectos regionais. A autora condena o fato de que as regiões agrícolas mais desenvolvidas e capitalizadas terem sido as que acabaram recebendo mais investimentos, mais usinas de biodiesel e maior número de transações de compra e venda de matéria-prima. Segundo Salomão (2013) o programa proporcionou forte transferência de renda da sociedade ao complexo soja, tornando o biodiesel mais um coproduto agroindústria.

A utilização dos óleos vegetais diretamente como combustível, ou seja, sem passar pela indústria da transesterificação, pode contribuir na manutenção de parte da renda dentro das propriedades familiares. Pode ainda, beneficiar produtores de diversas categorias, tendo em vista a maior facilidade de seu processo produtivo.

4.5 USO DE OV PELA COMUNIDADE DE IGARAPÉ AÇU DO MOJU – PA

Com o objetivo de conhecer *in loco* a realidade que envolve a utilização de OV como combustível, compreendendo melhor os benefícios e as dificuldades de sua utilização, foi realizada a visita à Comunidade Igarapé Açú do Moju – PA. Trata-se de uma comunidade que não possui eletricidade fornecida pela rede interligada (comunidade isolada), e que representaria, portanto, uma das categorias previstas de serem atendidas pelas propostas de lei apresentadas pelo Senado (PLS 81/2008 e PLS – 219/2010), para uso de OV direto nos motores.

Foi a partir da revisão da literatura que se identificou, no Estado do Pará, a Comunidade chamada Vila Soledade. Nesse local, o CENBIO – Centro de Referência em Biomassa da Universidade de São Paulo (USP) desenvolveu um projeto chamado de PROVEGAM. A partir deste projeto, foi instalado na comunidade um grupo gerador com motor MWM, adaptado para operar com óleo de palma. O projeto, devido à ligação da rede

elétrica local ao SIN – Sistema Interligado Nacional³⁷, fora então desativado desta vila e realocado na Comunidade Igarapé Açú do Moju, que foi o foco do estudo de campo.

4.5.1 Descrição do projeto de uso de OV

O projeto originalmente foi denominado de PROVEGAM, cujo objetivo foi a "Implantação e teste de uma unidade de demonstração de utilização energética de óleos vegetais". O CENBIO teve apoio da FINEP através de um convênio que também incluía o BUN - Biomass Users Network do Brasil, a Embrapa Amazônia Oriental, a Agropalma, a Prefeitura do Município de Moju e a COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O local onde foi implantado inicialmente o projeto, Vila Soledade, pertencente ao Município de Moju - PA, sua população é de aproximadamente 700 habitantes, composta majoritariamente por agricultores de subsistência e extrativistas, possuindo 120 casas. A comunidade se localiza a 140 km da sede municipal por via terrestre, sendo necessários ainda mais 30 minutos de barco. A Figura 3.12 traz a localização aproximada da Vila Soledade e de Igarapé Açú do Moju, para onde foi levado o projeto, depois de sua desativação da Vila Soledade.



Figura 3.12 – Localização das comunidades, Vila Soledade e Igarapé Açú do Moju, Pará.

O projeto consistiu em um motor funcionando em regime diário de seis horas, sendo ligado diretamente na rede de distribuição que fornecia energia elétrica para as famílias da

³⁷ O SIN é o sistema de geração e distribuição de eletricidade no Brasil, sendo formado por empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da Região Norte. Apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontram-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica (ONS, 2013).

comunidade. Nesse projeto, conduzido por Coelho *et al.*, (2004), testou-se a operação dos motores por mais de 750 horas, alimentados com óleo vegetal de dendê em substituição ao diesel convencional. No início do projeto foi utilizado o kit de troca de combustível da Biocar, no entanto, devido à viscosidade do óleo de dendê que necessitava de maior aquecimento do que o kit utilizado proporcionava, o sistema apresentou problemas.

A COPPE–UFRJ desenvolveu então um sistema que utilizava uma pré-filtragem do óleo vegetal antes do aquecimento realizado no tanque, somada a outro sistema de rea aquecimento, localizado logo antes da bomba injetora. O início do funcionamento do motor se dava com o diesel e após 15 a 20 minutos de funcionamento, tempo suficiente para o aquecimento do óleo de dendê, a válvula era comutada manualmente para o reservatório de dendê. Momentos antes do fim da operação, a válvula retornava a alimentação para o reservatório do diesel.

O grupo gerador operava diariamente por seis horas, entre as 17 e 23 horas, fornecendo energia para a comunidade e para a escola pública. Segundo Coelho *et al.* (2004), foram gerados aproximadamente 72.500 kWh/ano, a um custo de 0,382 R\$/kWh. Então, com a interligação da comunidade ao sistema elétrico nacional o equipamento de geração a partir do dendê foi desativado. Com isso, uma equipe de professores e pós-graduandos da Universidade Federal do Pará – UFPA, ligados ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM) e liderados pelo Professor Dr. Manoel Nogueira, pediram a tutela do projeto desativado, deslocando-o para Igarapé Açu do Moju.

4.5.2 A visita à Comunidade

A fim de situar o grau de isolamento da comunidade visitada, que consiste numa das condições da política proposta nos projetos de lei para uso do óleo vegetal, tem-se a seguir a descrição do percurso e condições para se chegar até o local. Diferentemente do que se esperava, as condições de acesso à comunidade foram relativamente simples, fato que afeta a viabilidade do funcionamento do projeto, pela facilidade de acesso ao PD.

A visita foi realizada em setembro de 2013, entre os dias 08 e 14. A orientação de como chegar até a comunidade foi dada pelos pesquisadores da UFPA, no entanto, o contato com a comunidade havia se perdido. Optou-se então por seguir de Belém até o município de Moju, em busca de informações de como se chegar até a comunidade. O município de Moju dista de Belém 266 km, o que levou cerca de 3h50' de carro.

Chegando a Moju, buscou-se a possibilidade de locação de uma embarcação que fizesse o transporte até a Comunidade de Igarapé Açu do Moju. Conseguiu-se então uma

moradora que trabalharia como guia, por conhecer o caminho até a comunidade e um piloto para o barco que seria utilizado no percurso final. Seguiu-se então para Vila Soledade, por meio de carro por estrada asfaltada e também por um trecho por estrada de terra, através de um caminho que atravessava os plantios de dendê da Agropalma. Chegando-se em Vila Soledade, optou-se por pernoitar na vila e partir no outro dia pela manhã até Igarapé Açu do Moju.

No dia seguinte, por volta das 5 horas da manhã, partiu-se de barco com a guia e o piloto até a comunidade. Este percurso levou cerca de 2h30', chegando a Igarapé por volta das 7h30', seguiu-se diretamente para a casa de um dos líderes da comunidade, o senhor Nei Batista Mendes. Não foi possível agendamento, pois a comunidade estava sem telefone, optou-se então por arriscar uma visita não agendada, seguindo diretamente sem combinação prévia. Além do Sr. Nei foi possível conversar com mais três pessoas da comunidade, uma conversa menos focada no funcionamento dos equipamentos, mas que buscou conhecer a opinião desses moradores sobre os benefícios do projeto, Figura 3.13.



Figura 3.13 – Imagens da visita de campo à Comunidade de Igarapé Açu do Moju – Pará.

4.5.3 O projeto pela Comunidade

Na opinião do Sr. Nei o projeto somente veio para a comunidade de Igarapé Açu do Moju por conta de um atraso ocorrido no cronograma de implantação que atenderia a outra comunidade, onde ele seria instalado. Então, depois que fora retirado da Vila Soledade, o

atraso em ser instalado na Comunidade de Conceição do Mirindeua, fez com que ele perdesse sua função, diante da chegada do programa Luz Para Todos, tornando-se desinteressante a tecnologia de geração com óleo vegetal:

O projeto inicialmente era pra Conceição do Mirindeua, mas como atrasou, e aí naquele mesmo ano chegou o luz para todos pra eles. Então eles correram para um lado, correram para outro... aí indicaram essa comunidade aqui (NAN, 2013).

Os responsáveis do projeto então o instalaram na comunidade, fizeram capacitação, adquiriam óleo e os testes com o óleo de palma. No entanto, segundo o líder comunitário, o equipamento não funcionou como na Vila Soledade, mesmo com todo empenho das equipes, o equipamento não funcionou além dos testes.

Funcionou só mesmo pra testar... quando funcionou na Soledade foi de outra forma, os equipamentos de aquecimento eram de outra forma, aqui os equipamentos eram mais modernos e não funcionou, começou a entupir os bicos dos motores (NAN, 2013).

Segundo o líder, não existe muita expectativa na volta do funcionamento da geração com óleo de palma. Mesmo porque, a rede elétrica de alta tensão está apenas a 14 km da comunidade, que já foi cadastrada no programa do governo Luz Para Todos. Existe, portanto, a expectativa da comunidade ser contemplada pelo programa de eletricidade interligada em pouco tempo. A geração atualmente é feita com motores a diesel, e o combustível é entregue no vilarejo, sendo que o diesel é colocado na comunidade a R\$ 2,40 o litro, um valor subsidiado à comunidade pelo poder público local, sendo que o preço corrente para os consumidores é de R\$ 3,00.

À época, o consumo diário de diesel era entre 16 e 17 litros. O Sr. Nei conta que se tentou uma cobrança proporcional ao uso, o que não deu certo. Segundo ele, se rateado, o valor médio dos custos, por moradia, seria ao redor de R\$ 27,00. O projeto atenderia pouco mais de 40 casas, que na ocasião estavam sendo atendidas pela eletricidade gerada pelos geradores a diesel. O valor cobrado é utilizado para cobrir, além do combustível, as despesas com filtros e lubrificantes. A prefeitura somente paga o valor proporcional ao fornecimento de eletricidade para o funcionamento da escola durante o período noturno.

O líder comunitário é o responsável pelo funcionamento do motor e pelo fornecimento da eletricidade. Ele faz a manutenção do sistema mecânico e elétrico, contando apenas com experiência adquirida na prática do dia-a-dia para proceder com reparos no motor e instalações elétricas. Segundo ele, os moradores, por desconhecimento, acabam fazendo instalações erradas, o que termina prejudicando o funcionamento do sistema elétrico. De

forma geral, as instalações se encontram em boas condições, e o equipamento em condições de funcionamento, sem estar, porém, operando com óleo de palma, Figura 3.14.



Figura 3.14 – Em sentido horário: casa de geração (no alto à esquerda), gerador, rede de distribuição da comunidade e estoque de óleo de palma.

4.5.4 Benefícios do projeto de eletrificação na comunidade

Os benefícios da eletricidade na qualidade de vida das comunidades isoladas são inquestionáveis, independentemente de qual for a sua origem, Sistema Interligado Nacional, óleo diesel, biodiesel, óleo vegetal ou qualquer outro. As entrevistas com moradores locais permitiram colher suas opiniões, como beneficiários da eletrificação de comunidades isoladas. É interessante conhecer as opiniões, pois retratam a importância destas ações e a percepção do público alvo. As entrevistas foram realizadas com um dos líderes da comunidade e com mais três moradoras:

- Nei Batista Mendes – líder comunitário;
- Senhora Neide Coutinho Costa – esposa de outro líder comunitário conhecido como Maruquito;
- Edilene dos Anjos Abreu – secretária da escola pública;
- Edinalva Coutinho da Costa – funcionária da escola pública.

Para os moradores, um dos aspectos em que a eletricidade melhora a qualidade de vida é a possibilidade de conservação de alimentos. Outro aspecto destacado foi a possibilidade de fomentar algumas atividades econômicas locais:

Um tem vontade de montar uma marcenariazinha, outro tem vontade de montar um balcão (frigoríficozinho) para vender o frio, ... para ter um freezer próprio, uma bomba, pra nós aqui eu acho que até a vila vai crescer. O problema da escola, os computador tão tudo parado (NAN, 2013).

Os benefícios da eletricidade também são importantes durante o dia, tanto em termos do funcionamento da escola, quanto para questões domésticas. Especialmente as mulheres entrevistadas destacaram importantes benefícios que podem ser proporcionados pela eletricidade:

- A energia é importante também de dia, pois possibilita a realização de trabalhos escolares e dos trabalhos da secretaria, que são realizados nos computadores;
- É bom para as “donas-de-casa”, pois permite que elas tenham mais eletrodomésticos, como máquina de lavar roupa, liquidificador, batedeira etc.;
- Ter luz contribui com o bem estar, pois permite o uso de ventilador e possibilita a refrigeração de água, o que ajuda muito a convivência com o calor da região;
- A eletricidade também ajudaria a melhorar a alimentação, pois permite conservar melhor os alimentos (geladeira e freezer), utilizando menos alimentos conservados em sal;
- Com os benefícios da eletricidade, tornar-se-ia mais fácil manter os professores da rede pública na comunidade. Com isso, seria possível viabilizar o ensino médio no local, que não ocorre, principalmente, por falta de professores interessados em residir numa comunidade sem energia elétrica.

Apesar de todos estes potenciais benefícios, o projeto se encontra comprometido, as principais dificuldades são apresentadas e discutidas a seguir.

4.5.5 Dificuldades encontradas no projeto

A partir da visita à comunidade, da leitura dos relatórios elaborados pelos grupos de pesquisa, do depoimento dos pesquisadores da UFPA e dos moradores da comunidade, foi possível identificar as principais dificuldades presentes no projeto.

A primeira dificuldade que se pôde notar no projeto é com relação ao funcionamento dos equipamentos de adaptação dos motores. Os kits não conseguiram cumprir corretamente seu papel, conseqüentemente, provocavam entupimentos nos dutos e bomba injetora, comprometendo o funcionamento do motor de modo geral. Aparentemente, a tecnologia destes equipamentos de adaptação não é muito madura, ou o que é mais provável, que os kits de boa qualidade sejam inacessíveis, com preços elevados e indisponibilidade de peças para manutenção.

Funcionou mas não aprovou, porque não estava dentro da técnica que era pra ser, aí ficou aí, mas o motor tem despesa grande, e a comunidade é pequena, comunidade desorganizada, não são organizados, unidos né (NAN, 2013),

Quando funcionou na Soledade foi de uma forma, os equipamentos de aquecimento essas coisas, foi de uma forma, aqui foi diferente, montaram com uns equipamentos mais modernos, e não funcionou, começou a entupir os bicos do motor, porque o óleo ficou grosso (o aquecimento não funcionava) (NAN, 2013).

Como segunda dificuldade se tem os problemas relacionados ao óleo utilizado. Estes óleos, palma ou dendê, representam um dos óleos vegetais mais viscosos, o que faz com que o sistema de alimentação tenha que operar muito adequadamente, caso contrário, os problemas são inevitáveis. O óleo utilizado era bruto, contendo assim muitas impurezas, e necessitando de um processamento de pré-filtragem, o que também pareceu ser fonte de problemas.

A terceira dificuldade, que é mais ligada à condição da comunidade, é que não se trata de uma comunidade produtora de óleo vegetal. O óleo de palma tinha que ser adquirido da Agropalma, e esta empresa revelou, na entrevista, não ter interesse na venda do óleo como combustível. A aquisição por parte da comunidade também não se fazia interessante, tanto pelo seu preço de mercado ser acima do diesel, quanto pela dificuldade de transportá-lo até a comunidade, comparativamente ao diesel.

Segundo o líder da comunidade, o óleo diesel é entregue na Igarapé Açu por barco, em tambores de 20 a 50 litros. Enquanto, o óleo de palma teria que ser buscado por terra na Agropalma, sendo a comunidade ainda responsável pelo pagamento do frete até sua

localidade. O óleo de palma, por sua vez, é comercializado apenas em tambores de 200 litros, o que dificulta o transporte e manuseio.

Com relação à manutenção, o Sr. Nei relata que os aspectos mais simples do funcionamento mecânico e elétrico são resolvidos por ele mesmo, e que mesmo utilizando óleo diesel os problemas aparecem. No entanto, destaca o responsável, a manutenção do bom funcionamento da rede é muito difícil, pois os moradores fazem mau uso da eletricidade, o que traz problemas ao conjunto (gerador + rede):

... É complicado, porque uma minoria é irresponsável, tá tendo umas imprudências, o cara tá ligando uma coisa que tá prejudicando, mas ele tá insistindo, dá o curto né, então dá o apagão. Às vezes pode ser um aparelho em curto, as vezes ele que ligar uma coisa e liga errado (tomada)... (NAN, 2013).

Alguns problemas mais complexos na rede elétrica são resolvidos por técnicos contratados, que são pagos com dinheiro da própria comunidade. O Sr. Nei relata que ultimamente tem pensado em deixar de ser o responsável pelo funcionamento da geração de eletricidade. Isso, tanto pelos problemas técnicos, quanto por outras dificuldades que estão presentes:

... Ih mas deu muito problema, os conectores aqueceram tudo, entraram em curto, o rapaz trabalhou oito dias, tá, e só ficou aqui porque é muito meu amigo, ele acabou ficando os oito dias, e ainda não ficou cem por cento... (NAN, 2013).

4.5.6 Discussões sobre o projeto de uso do OV em Igarapé Açú do Moju

A primeira constatação que se teve, ao visitar o projeto em Igarapé Açú do Moju, é que, apesar de estar instalado e bem conservado, nas condições apresentadas a sua operação é inviável. A partir dessa realidade são realizadas algumas conjecturas em busca de se entender os motivos que levaram à atual situação. Identificou-se então algumas premissas que se acredita que devem ser cumpridas, assim como algumas condições que devem estar presentes para que, de fato, um projeto como este possa ter viabilidade. Com isso, é possível entender os motivos do não funcionamento do projeto.

A primeira premissa, como inclusive considerado nos projetos de lei é que: a utilização do OV deve ser implementada em comunidade isolada. O projeto torna-se mais interessante quanto mais isolada for a comunidade do acesso ao diesel convencional ou à eletricidade. Isso porque, este isolamento eleva os custos e dificulta a disponibilidade das fontes tradicionais de energia, tornando assim, mais competitiva e interessante a utilização dos

combustíveis alternativos. No entanto, no presente caso, a comunidade não fica mais distante do que 300 km da capital, sendo relativamente simples o acesso a ela.

Uma condição básica, que também não foi contemplada no projeto de Igarapé Açu do Moju, é de que a comunidade seja produtora do óleo vegetal, ou ao menos que o tenha em preço e disponibilidade bem favoráveis. Ou seja, a comunidade nunca produziu óleo vegetal, e este produto era tampouco disponível a ela. Isso porque a Agropalma não se interessava em vendê-lo à comunidade na forma bruta, devido a condições mais favoráveis do mercado internacional para o óleo de palma processado.

Não obstante de serem necessários aperfeiçoamentos para a tecnologia nas condições brasileiras, o acesso a peças de reposição dos kits é um fator que dificulta sobremaneira o funcionamento da tecnologia. Segundo relato dos técnicos que implantaram o projeto na comunidade, o defeito em uma peça do kit de adaptação fez com ele ficasse por mais de 4 meses sem poder funcionar, enquanto se providenciava a aquisição da peça, encontrada apenas na Europa. Assim, ou se utiliza kits artesanais, que apesar de mais rústicos, não têm uma operação tão confiável, ou se conta com equipamentos importados, caros e com difícil manutenção. Ambas alternativas concorrem para a redução do grau de sucesso dos projetos.

Enfim, os benefícios da eletricidade nessas comunidades são indiscutíveis, a melhoria da qualidade de vida dos moradores é sensível e reconhecida por todos. Os benefícios indiretos como melhorias na educação, por meio das facilidades e da atração de melhores professores, da mesma forma com relação à saúde, também são fatores consideráveis em projetos que garantam eletricidade às comunidades isoladas.

Por outro lado, o subsídio dado por meio da CID (contribuição por intervenção de domínio econômico) reduz o preço da energia de termoelétricas para muitas localidades não interligadas ao SIN, rateando entre os demais consumidores estes custos mais elevados. Se, parte dos recursos da CID fosse voltado ao desenvolvimento de tecnologias nacionais, como a da utilização de OV para geração elétrica, a taxa de sucesso desses empreendimentos seria aumentada.

Portanto, o fato do projeto em questão não estar operando não significa que se trata de problemas de ordem de viabilidade tecnológica. Viabilidade existe, no entanto, o cumprimento das condições e premissas já destacas são imprescindíveis ao sucesso da tecnologia.

4.6 ANÁLISES E DISCUSSÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE SOCIAL

A área de cultivo para fins energéticos, da mesma forma como acontece com a produção de alimentos, é limitada pela disponibilidade de terras. Portanto, é impraticável buscar o crescimento indefinido da produção de biocombustíveis para atender integralmente à demanda energética atual, cujo crescimento parece não ter limites. Mesmo que no Brasil, diferentemente de países europeus, ainda existam áreas de fronteiras agrícolas, a abertura dessas áreas para produção de agroenergia não seria recomendável, ainda que dentro dos limites legais da legislação ambiental nacional.

O uso da terra deve ser priorizado à produção de alimentos, pois existem alternativas para atender a demanda energética, como petróleo, energia eólica ou solar. Enquanto para produção de alimentos, os solos ainda são imprescindíveis. De toda forma, as principais matérias-primas utilizadas na produção de biocombustíveis de ciclo diesel, mais de 98% da produção do biodiesel, ou são coprodutos da produção de alimentos, ou resíduos desta produção. O que indica não haver riscos muito eminentes à segurança alimentar, nesses casos.

Ao se fazer um balanço social do PNPB, torna-se evidente que, como política de biocombustíveis, o programa trouxe avanços sociais expressivos, muito além do Proálcool. Mesmo aquém de suas metas originais, o envolvimento de mais de 100 mil famílias de agricultores familiares é um feito inédito, bastante diferente do que ocorreu com o etanol. A estratégia do governo de condicionar os benefícios fiscais à aquisição e fomento da agricultura familiar também representou ação importante para efetivar a participação familiar na cadeia produtiva.

A produção de biocombustíveis, mesmo em escalas industriais, é mais eficaz na geração de empregos que a indústria petrolífera, especialmente quando a matéria-prima provém da agricultura familiar, conforme Holanda (2004). Em termos nacionais, tendo em vista que o Brasil ainda importa anualmente cerca de 10 milhões de metros cúbicos de petrodiesel, o aumento da adição de BD ao diesel utilizado no país poderia reduzir esta importação, novamente gerando empregos dentro do país.

Com relação aos moldes do PNPB, o excesso de regulamentações, as exigências do SCS, a falta do suporte em questões estruturais, dentre outros aspectos, limitaram o sucesso do programa em termos de diversificação das matérias-primas utilizadas e do custo final de produção do biocombustível. Tais condições reduziram a competitividade do BD, tornando-o viável somente mediante grandes escalas, subsídios e demanda compulsória. O

melhor desempenho do programa ainda se limitou a locais onde as cadeias produtivas já estivessem bem estabelecidas, como no caso do Centro-Oeste.

O elevado custo de produção, a proibição da venda direta e as condições impostas na regulamentação de sua produção foram fatores que tornaram a produção em pequena escala e para consumo próprio, inviáveis. O modelo desenvolvido pelo PNPB tornou o biodiesel mais como um novo produto para a cadeia de óleos, do que um combustível alternativo, o que poderia ter beneficiado classes como a dos produtores familiares. Nesse sentido, a regulamentação do OV traria benefícios para classes que pudessem produzi-lo para autoconsumo, sem afetar o PNPB, que poderia continuar operando dentro dos moldes atuais.

A viabilidade do OV como combustível, da mesma forma como foi no Proálcool ou PNPB, dependeria, ao menos inicialmente, do suporte do estado. Este suporte poderia ser no sentido de proporcionar um ambiente favorável à sua utilização, apoiando o desenvolvimento doméstico de novas tecnologias, concedendo os mesmos incentivos fiscais etc. O autoconsumo, que não interessa ao governo por questões fiscais, se favorecido, traria não apenas benefícios ambientais, mas também poderia contribuir em reduzir a transferência de renda dos agricultores para a cadeia do petróleo.

O SCS, criado para garantir a participação da agricultura familiar no fornecimento de matéria-prima, foi mais efetivo onde as cadeias produtivas e os produtores rurais se encontram mais estruturados e organizados. Sua eficácia sensivelmente se deu nas regiões Sul, Sudeste e até mesmo Centro-Oeste, não atendendo da mesma forma o Nordeste e Norte, como pretendia inicialmente o programa.

O estudo de caso foi útil para demonstrar que a utilização das tecnologias que utilizam óleo vegetal em comunidades isoladas é possível. No entanto, sua viabilidade dependerá de algumas condições, como: a disponibilidade de óleo vegetal, a disponibilidade de equipamentos que funcionem com custos de manutenção acessíveis e a competitividade do preço do óleo vegetal frente ao combustível convencional. Como no estudo de caso tais condições não foram contempladas, verificou-se a inviabilidade do projeto.

5 SUSTENTABILIDADE DOS BIOCOMBUSTÍVEIS – ASPECTOS ECONÔMICOS

Representando o último dos três aspectos de sustentabilidade considerados neste estudo, é realizada a avaliação dos aspectos econômicos do uso dos óleos vegetais como combustível. Esta avaliação é baseada em dados da literatura e na avaliação de modelo desenvolvido pela Conab e utilizado pela Embrapa para avaliação econômica de atividades rurais. O principal objetivo aqui é compreender se existem possibilidades, com a tecnologia disponível, de se usar o OV como um substituto economicamente viável ao óleo diesel mineral e ao biodiesel.

5.1 OS COMBUSTÍVEIS PARA O SETOR AGROPECUÁRIO

Para o estudo dos aspectos econômicos da sustentabilidade do uso de óleo vegetal como alternativa combustível é importante uma contextualização sobre o mercado de combustíveis, especialmente para comparações sobre o efeito de possíveis substituições sobre os custos de produção. A viabilidade econômica dar-se-á sempre que o resultado financeiro final de uma alternativa proporcione redução nos custos de produção da atividade econômica, ou simplesmente nos custos de utilização desta nova alternativa.

Como o trabalho está focado nos combustíveis de ciclo diesel, faz-se interessante destacar a representatividade do mercado de petrodiesel, biodiesel e de óleo vegetal, que são atualmente as três possibilidades tecnológicas de combustível para motores de ciclo diesel.

5.1.1 O mercado do diesel

No ano de 2012 a produção brasileira de petrodiesel superou os 45 milhões de m³, já a produção de biodiesel, segundo os dados do Balanço Energético Nacional, ficou pouco acima de 2,7 milhões de m³. É interessante destacar que a importação líquida (subtraída a exportação) de petrodiesel resultou na compra externa de 8,9 milhões de metros cúbicos. A importação de petrodiesel supera em mais de 3 vezes a produção de biodiesel (Tabela 3.10), o que pode indicar a existência de espaço para crescimento da produção deste biocombustível ou do óleo vegetal, que, da mesma forma pode contribuir com a redução das importações.

Tabela 3.10 – Mercado nacional de combustíveis de ciclo diesel para o ano de 2012.

Mercado nacional de combustíveis de ciclo diesel (2012)			
Variáveis	Diesel B5	PD	BD
	mil m³		
produção	48.294	45.576	2.717
importação	-	9.683	-
exportação	-	-792	-
consumo total	57.704	54.950	2.754
consumo transportes	44.962	42.741	2.222
consumo agropecuário	6.945	6.597	347
ajuste estoques	-	-	36

Fonte: Adaptado de EPE, 2013.

O grande consumidor de combustíveis no Brasil é o setor de transportes, responsável por 74% daquele consumo. O setor agropecuário, apesar de ocupar a segunda posição em termos de demanda por combustíveis líquidos, consumiu apenas 7% em 2004, podendo apresentar um crescimento relativo e chegar a 9% em 2030 (EPE, 2007). Ainda segundo a EPE, o consumo de diesel deve aumentar sua participação dentre os demais combustíveis consumidos no setor agropecuário.

Nesse setor, em 2004 a participação do diesel foi de 57%, as estimativas da Empresa de Pesquisa Energética sugerem que esta participação deverá chegar a 70% em 2030. É possível ainda depreender da Tabela 3.10 que o consumo de combustível de ciclo diesel do setor agropecuário representa 12% do consumo total destes combustíveis. Já o setor de transportes é responsável por consumir cerca de 78% do Diesel B5 consumido no país.

O diesel representa o principal combustível líquido utilizado no Brasil. Em 2012, o consumo de diesel foi de cerca de 46.280×10^3 tep, o que representa quase o dobro do consumo de gasolina, 24.512×10^3 tep, conforme registrado no BEN³⁸ – Balanço Energético Nacional (EPE, 2013). O maior consumo de combustível diesel se deve à demanda do transporte de cargas, especialmente do modal rodoviário de transporte, baseado em caminhões motorizados a diesel.

Voltando o foco ao consumidor final, é interessante destacar a venda de diesel pelas distribuidoras, o que significa a venda para postos de combustíveis e para grandes consumidores, como indústrias e propriedades rurais de maior porte, Tabela 3.11. Analisando os dados entre os anos de 2002 e 2011, pode-se observar o crescimento de 38,75%, e que entre os dois últimos anos foi de mais de 6%, o que demonstra não apenas a expressividade do mercado como também sua tendência de crescimento.

³⁸ Consumo Final por Fonte.

Tabela 3.11 – Vendas de diesel pelas distribuidoras no Brasil entre 2002 e 2011.

Regiões	Vendas de óleo diesel pelas distribuidoras (mil m ³)										11/10 %
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Norte	2.952	2.990	3.422	3.711	3.601	3.766	3.951	4.075	4.861	5.242	7,83
Nordeste	5.619	5.238	5.622	5.700	5.818	6.214	7.089	6.928	7.720	8.231	6,62
Sudeste	16.782	16.303	17.156	17.395	17.542	18.740	19.840	19.534	21.568	22.780	5,62
Sul	7.750	7.759	8.121	7.829	7.752	8.166	8.689	8.627	9.467	10.013	5,77
Centro-Oeste	4.565	4.563	4.906	4.532	4.294	4.673	5.195	5.134	5.624	5.998	6,67
Brasil	37.668	36.853	39.226	39.167	39.008	41.558	44.764	44.298	49.239	52.264	6,14

Fonte: Adaptado de ANP, 2012.

Notas: 1. Até 2006, inclui as vendas e o consumo próprio das distribuidoras. A partir de 2007, inclui apenas as vendas.

2. Até 2007 a mistura de 2% de biodiesel (B 100) ao óleo diesel era facultativa. A partir de 2008, passou a ser obrigatória. Entre janeiro e junho de 2008, a adição de B100 ao óleo diesel foi de 2%; entre julho de 2008 e junho de 2009, foi de 3%; e entre julho e dezembro de 2009, foi de 4%. A partir de 01/01/2010, o B100 passou a ser adicionado ao óleo diesel na proporção de 5% em volume, conforme Resolução CNPE nº 6 de 16/09/2009.

Com relação aos preços do diesel, também se registrou o crescimento real, como pode ser observado na Tabela 3.12. De 2002 a 2011, a elevação real do preço ficou acima de 90%, sendo que no período de 2008 a 2011 os preços se mantiveram estáveis. Também é interessante destacar que as regiões com preços mais elevados são a Norte e a Centro-Oeste.

Fazendo-se uma consulta sobre o preço final do diesel aos consumidores, através do site da ANP³⁹, obteve-se os valores atuais, os quais foram também confirmados por contato telefônico com alguns postos de combustível. Para o município de Sorriso – MT, por exemplo, o preço médio encontrado foi de R\$ 2,70, enquanto a variação para o estado de Mato Grosso, ficou entre R\$ 2,35 e R\$ 2,90, respectivamente para os preços mínimo e máximo praticados, ANP (2012), consultados em agosto de 2013.

Tabela 3.12 – Série histórica do preço médio do diesel em R\$ para o período de 2002 a 2011, retirado o efeito da inflação através do IPCA.

Regiões	Preço médio do óleo diesel ao consumidor em R\$ / litro, retirado o efeito da inflação (IPCA ¹).										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Norte	1,09	1,41	1,44	1,68	1,83	1,81	1,96	2,00	1,97	1,98	2,02
Nordeste	1,05	1,32	1,32	1,56	1,69	1,69	1,83	1,86	1,80	1,82	1,87
Sudeste	1,03	1,31	1,33	1,57	1,69	1,68	1,83	1,85	1,80	1,82	1,88
Sul	1,04	1,33	1,36	1,62	1,73	1,72	1,87	1,88	1,83	1,85	1,90
Centro-Oeste	1,09	1,40	1,43	1,70	1,82	1,81	1,95	1,97	1,92	1,95	2,00
Brasil	1,06	1,33	1,35	1,60	1,72	1,72	1,86	1,88	1,83	1,85	1,91

Fonte: Adaptado de ANP, 2012. Nota: 1 - Preços deflacionados mediante o IPCA de dezembro de cada ano, a preços de 2002.

Não se encontram disponíveis levantamentos mais atualizados sobre as médias de preços por estado. De modo que, valores atualizados apenas estão disponíveis para determinados municípios, os quais podem ser obtidos na página da ANP em local

³⁹ <http://www.anp.gov.br/preco/>

denominado: “Síntese dos Preços Praticados”, (ANP, 2012). Estes valores são importantes para as análises de substituição do diesel por óleo vegetal, que são desenvolvidas no tópico que trata do modelo de análise de custos da CONAB.

5.1.2 O mercado do biodiesel

A mais importante matéria-prima para produção de biodiesel é o óleo de soja. A previsão de produção de óleo de soja para a safra 2013/14 é da ordem de 7 milhões de toneladas. O óleo de soja não apenas é o óleo produzido em maior quantidade, como também apresenta o maior consumo, 5,5 milhões de toneladas, segundo as previsões da Abiove (2013^a). Na produção de biodiesel, os custos da matéria-prima representam o fator de maior peso na composição dos custos de produção, cerca de 80% destes (SOUZA, 2008).

Ainda em relação aos custos de produção do biodiesel, foi publicado um estudo pelo Centro de Estudos da Consultoria do Senado que indica que o preço do biodiesel poderia chegar a ser ao redor de R\$ 1,00 mais caro que o preço do diesel mineral. Segundo este estudo, em 2009, o preço final do biodiesel no Brasil para as distribuidoras que realizam as misturas obrigatórias era de R\$ 2,60/litro, enquanto o valor pago pelo litro no leilão da ANP foi de R\$ 2,32 (16º leilão em 17/11/09), o que somado o valor do ICMS (12%) juntamente com o transporte resultaria naqueles R\$ 2,60/litro (CECS, 2010).

Este mesmo estudo realizado pelo Senado ainda destaca que, caso fosse utilizado o óleo vegetal em substituição ao diesel comercial, devido seu preço inferior, o estado de Mato Grosso teria economia nas despesas com combustíveis. Caso o uso fosse feito pela cadeia produtiva da soja, por exemplo, haveria economia da ordem de R\$ 1,365 bilhão, o que resultaria na redução do custo da saca de soja em 18,6%.

A ANP divulga o resultado dos leilões que ocorreram desde 2005, sendo interessante trazer uma síntese desses leilões. A Tabela 3.13 permite acompanhar a evolução no volume comercializado assim como do preço obtidos nos leilões do biocombustível.

Tabela 3.13 – Histórico dos resultados obtidos na comercialização de biodiesel, do 1º ao 28º leilão organizado pela ANP.

Leilões ¹	Unidades		Volume (m ³)		Preços (R\$/m ³)	
	Ofertantes	Classificadas	Ofertado	Arrematado	Máx. Referência	Médio
1º 23/11/05	8	4	70.000	70.000	1.920,00	1.904,84
2º 30/3/06	12	8	315.520	170.000	1.908,00	1859,65
3º 11/7/006	6	4	125.400	50.000	1.904,84	1.753,79
4º 12/7/06	25	12	1.141.335	550.000	1.904,51	1.746,48
5º 13/2/07	7	4	50.000	45.000	1.904,51	1.862,14
6º 13/11/07	26	11	304.000	304.000	2.400,00	1.865,60
7º 14/11/07	30	10	76.000	76.000	2.400,00	1.863,20
8º 10/4/08	24	17	473.140	264.000	2.804,00	2.691,70
9º 11/4/08	20	13	181.810	66.000	2.804,00	2.685,23
10º 15/8/08	21	20	347.060	264.000	2.620,00	2.604,64
11º 15/8/08	20	17	94.760	66.000	2.620,00	2.609,70
12º 24/11/08	46	42	449.890	330.000	2.400,00	2.387,76
13º 27/2/09	---	39	578.152	315.000	2.360,00	2.155,22
14º 29/5/09	---	53	645.624	460.000	2.360,00	2.308,97
15º 27/8/09	---	51	684.931	460.000	2.300,00	2.265,98
16º 17/11/09	---	55	725.179	575.000	2.350,00	2.326,67
17º 01/3/10	---	49	565.000	565.000	2.300,00	2.237,05
18º 27 a 31/5/10	---	54	600.000	600.000	2.320,00	2.105,58
19º 30/08 a 3/9/10	---	49	615.000	615.000	2.320,00	1.740,00
20º 17 a 19/11/10	---	60	600.000	600.000	2.320,00	2.296,76
21º 16 a 18/2/11	---	54	660.000	660.000	2.320,00	2.046,20
22º 24 a 26/5/11	---	53	700.000	700.000	2.261,00	2.207,60
23º 24 a 29/8/11	---	101	700.000	700.000	2.493,31	2.398,75
24º 21 a 23/11/11	---	91	650.000	647.000	2.479,95	2.396,19
25º 27 a 29/2/12	---	83	700.000	679.400	2.397,38	2.105,25
26º 4 a 14/6/12	---	39	1.017.500	768.939	2.636,95	2.491,37
27º 18 a 24/9/12	---	34	848.619	773.324	2.758,17	2.734,33
28º 6 a 12/12/12	---	35	651.473	496.308	2.641,76	2.603,46

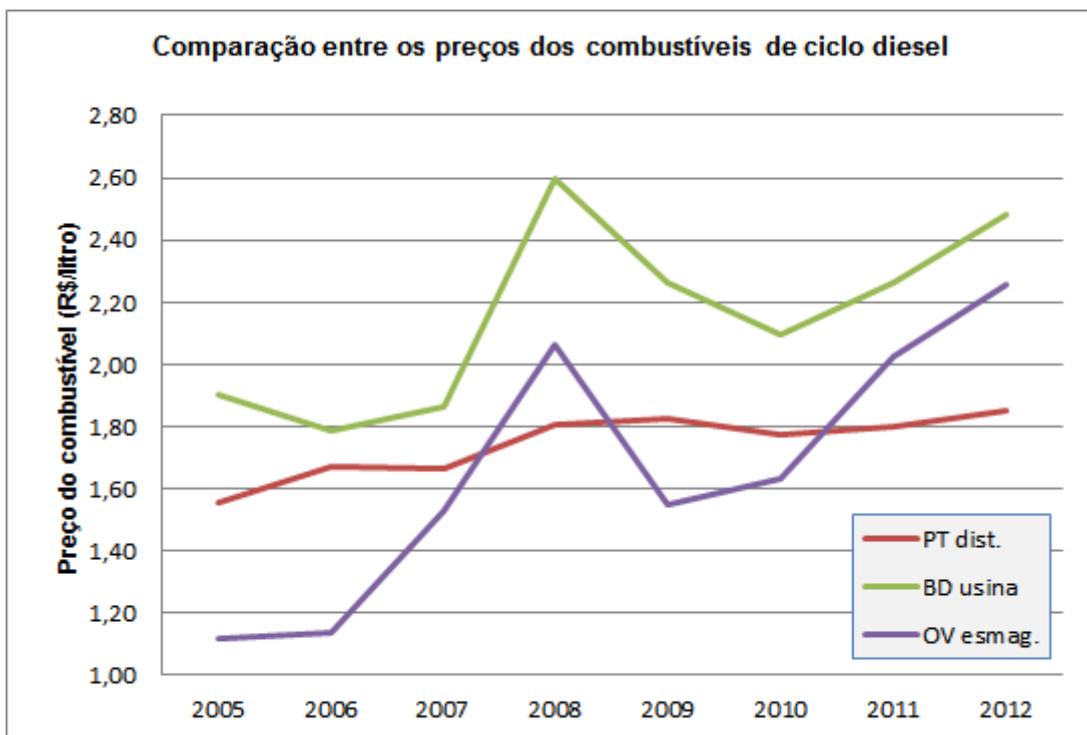
Fonte: Adaptado de ANP, 2012.

Notas: 1- Fase da mistura opcional de 2% - janeiro 2006 a dezembro 2007; Fase da mistura obrigatória (2% de janeiro a junho e 3% de julho a dezembro) - 2008; Fase da mistura obrigatória (3% de janeiro a junho e 4% de julho a dezembro) - 2009; Fase da mistura obrigatória de 5% - a partir de janeiro de 2010.

A Figura 3.15 permite a comparação entre a evolução do preço das três alternativas aqui estudadas como combustível de motores de ciclo diesel. Primeiramente, é interessante destacar que o preço do biodiesel possui forte relação com o preço do óleo de soja, o que se justifica por duas razões, a participação de óleo de soja acima de 75% no conjunto de matérias-primas que compõe o BD e o fato do custo da matéria-prima compor cerca de 80% do custo final do BD.

Pode-se notar ainda que a diferença de preço entre o OV e o BD foi reduzindo com o tempo. Isso se deve ao aumento do número de usinas produtoras de biodiesel, que tornaram o mercado mais competitivo, aumentando a demanda por óleo vegetal (matéria-prima) e conseqüentemente seu preço, e por outro lado, reduzindo as margens de lucro da indústria de transesterificação.

O aumento da demanda pelo OV (matéria-prima) foi tão expressivo que de 2005 a 2012 provocou a elevação do preço do OV em mais de 100%, passando de cerca de R\$ 1,12 para R\$ 2,26. Outro destaque deve ser dado na relação de preços entre o OV e o DC. Em 2005 o óleo vegetal custava cerca de 70% do preço do diesel, em 2012 essa relação se inverteu, passando o combustível fóssil a representar cerca de 80% do preço do produto vegetal.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da ANP (2012) e Abiove (2013⁵).

Figura 3.15 – Evolução dos preços do petrodiesel na distribuidora, do biodiesel na usina de transesterificação (leilões da ANP), e do óleo vegetal na indústria esmagadora, no período de 2005 a 2012.

No entanto, como já discutido no capítulo que analisa o ambiente tecnológico, a substituição do diesel por óleos vegetais pode trazer algumas implicações que afetam os custos operacionais. Assim, estas condições devem ser consideradas para a realização de uma análise correta sobre os efeitos desta substituição.

5.2 IMPLICAÇÕES ECONÔMICAS DO USO DE COMBUSTÍVEIS ALTERNATIVOS

Quando se utiliza tecnologias alternativas, como no caso do óleo vegetal em substituição ao combustível convencional, ao se analisar os aspectos econômicos não basta apenas comparar a relação entre o custo dos combustíveis estudados. Um estudo mais

completo deve, portanto, considerar tanto as externalidades⁴⁰ negativas e positivas, como também os benefícios ou problemas que o próprio usuário possa ter. Especificamente com relação à economicidade da atividade, além da diferença entre o custo dos combustíveis, deve se levar em conta o consumo específico, possíveis alterações nas rotinas de manutenção, além dos custos de adaptação.

A alteração nos custos de manutenção pode representar um fator crítico na substituição dos combustíveis, podendo afetar a economicidade dessa alternativa. Nesse sentido, Soares *et al.* (2000), desenvolveram estudos nos quais acompanharam o funcionamento de um motor MWM D229-6 de injeção direta, acoplado a grupo gerador com potência de 76 kVA/60kW. Os autores concluíram que devido aos maiores custos de manutenção, a utilização de óleo vegetal somente se apresenta viável em localidades onde o custo do diesel supera em mais de 25% os custos do óleo vegetal.

Wander *et al.* (2011), em estudo realizado na Universidade de Caxias do Sul, afirmaram a possibilidade da existência de uma mistura ótima entre PD e OV, haja vista que o desempenho dos combustíveis puros foi menor. Em seus estudos, os autores apontam para a mistura de OV 70% + PD 30%, como a que apresentou o melhor resultado. Os autores ainda concluem que apesar do maior consumo do OV comparado ao PD, o seu menor custo pode fazer com que esta seja uma alternativa interessante. Nesse caso, os autores optaram por não utilizarem adaptações de modo que, apenas com a realização de misturas conseguiram promover o uso do OV, o que evita o dispêndio financeiro com a aquisição de equipamentos para adaptação.

Avaliando a viabilidade de produção de BD e OV em propriedades no norte dos EUA, Fore *et al.* (2011) concluíram que o biodiesel teve custo de produção substancialmente maior que o do óleo vegetal. O que eles atribuem à necessidade de *inputs* adicionais, como a utilização de metanol para transesterificação, eletricidade e maior necessidade de mão de obra. Ainda segundo eles, no passado a utilização de OV direto em motores implicava em problemas operacionais e de desgaste nos motores, no entanto, progressos nas tecnologias de adaptação, minimizaram ou eliminaram os impactos potencialmente prejudiciais aos motores.

Fore *et al.* (2011) concluem que o OV sem transesterificar, utilizado diretamente em motores de ciclo diesel, representam o método mais econômico de produção de biocombustíveis em propriedades rurais. Já o custo de produção do biodiesel é maior que o custo do petrodiesel, é o que ZHANG *et al.* (2003) relataram em seu estudo, naquela época,

⁴⁰ Externalidades seriam os efeitos do comportamento de pessoas ou empresas no bem-estar de outras pessoas e empresas, sendo positivas quando o comportamento de um indivíduo ou empresa beneficia involuntariamente os outros, e negativa em caso contrário (CONTADOR, 1981).

eles estimaram que o custo de produção do BD era de aproximadamente US\$ 0,50/l, enquanto o PD apresentava o custo de US\$ 0,36/l.

Diversos autores destacam as diferenças provocadas na manutenção de motores operando com óleo vegetal, exemplo desses estudos foi o realizado por Soares *et al.* (2000). Os autores estudaram um grupo gerador diesel e nele substituíram o petrodiesel por óleo de dendê “*in natura*”, testando o equipamento durante 400 horas. Foram mensurados os custos de manutenção, que foram comparados com dados reportados de outros testes de maior duração. O que os levaram a concluir que o limite econômico do uso do óleo de dendê é quando este estiver, ao menos, 25% mais barato que o diesel, e quando o gerador utilizado tiver potência relativamente elevada (~100 kW).

Estes mesmos autores ainda sugerem que as manutenções e os custos a elas associados, podem ser drasticamente reduzidos através de cuidados com a filtração, decantação e controle de acidez do óleo de dendê. Tornando aqueles óleos ainda mais competitivos frente ao PD, em condições de igualdade de preços e também melhorando sua aplicação em pequenos geradores. Os autores ainda destacam:

Uma análise global destes ensaios, e de outros similares reportados, indica que é possível se operar com óleo vegetal com níveis de manutenção semelhantes ao diesel. Para isso, é necessário que alguns parâmetros de qualidade do óleo vegetal sejam mais controlados do que o se exige na comercialização normal do óleo bruto. Também, o emprego de motores de injeção indireta seria desejável, na medida de sua disponibilidade. (SOARES *et al.*, 2000).

5.2.1 Custos de adaptação

Com relação às adaptações dos motores, estas podem ser realizadas através da aquisição de kits que bastam ser instalados, ou por meio da conversão desses motores em oficinas mecânicas. Existem diversas opções fora do Brasil em termos de venda de kits. Nacionalmente, no entanto, como o uso não é regulamentado, acaba não existindo empresas comercializando estes equipamentos. Todavia, é possível importá-los e instalá-los, ou desenvolvê-los em oficinas mecânicas aptas a realizar tais adaptações.

Os kits vendidos na Europa e EUA também podem ser adquiridos no Brasil pela internet, por valores que giram em torno € 1.080,00, por exemplo⁴¹. Sobre estes valores, devem ser acrescentados as taxas e impostos de importação, além do frete, que somados podem chegar a R\$ 4.500,00. Existe variação no preço, na sofisticação dos equipamentos,

⁴¹ Alguns sites de venda de kits para adaptação de motores para uso de OV:
<http://www.biofuelstechnologies.mybigcommerce.com/>
<http://www.greasecar.com/products>
<http://www.diesel-therm.com/vegetable-oil-kit.htm>

no seu tipo – se para motores de maior potência e consumo, por exemplo. Os custos podem chegar a R\$ 25.000,00, já instalados, enquanto kits mais simples, desenvolvidos e montados por oficinas nacionais, podem custar bem menos que os importados.

Alguns projetos de pesquisa e extensão tecnológica desenvolveram kits e adaptaram os motores utilizados nos seus estudos, nesses casos, há informações de que os custos não cheguem a R\$ 2.000,00. Para o presente estudo, considera-se o valor de R\$ 4.500,00 que é um preço mediano, do que foi encontrado na rede de computadores, nos projetos desenvolvidos no Brasil e o que foi informado pelos profissionais e especialistas envolvidos com o uso do óleo vegetal combustível.

5.3 BIOCOMBUSTÍVEIS – ASPECTOS TRIBUTÁRIOS

Os impostos incidentes sobre determinados produtos podem determinar sua competitividade diante das alternativas ao seu uso. Por outro lado, isenções tributárias representam incentivos fiscais que podem promover produtos que ainda não tenham suas cadeias muito bem consolidadas. Tais aspectos reforçam a necessidade de abordar a política tributária, devido sua influência direta sobre os aspectos econômicos dos biocombustíveis.

5.3.1 Tributação de combustíveis

Com relação ao mercado doméstico, são três os principais impostos que incidem sobre os combustíveis, de forma geral, sendo dois impostos federais e um estadual. No âmbito dos impostos federais se tem a Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP⁴²) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS). Os óleos vegetais são isentos de IPI - Imposto sobre Produtos Industrializados (Decreto nº 6.006, de 28/12/2006). No caso de importação existe também o II – Imposto de Importação, que incide com alíquotas de 10% ou 12%, variando com o tipo de óleo.

No nível estadual, o imposto que incide sobre estes produtos é o ICMS, Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS). Este imposto está previsto na Constituição Federal e os entes federados podem escolher quais produtos

⁴² Modelo geral fixado por legislação: Lei nº 9.715, de 25 de novembro de 1998, Lei nº 9.718, de 27 de novembro de 1998, Lei nº 10.637, de 30 de dezembro de 2003, Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003, e Lei nº 10.865, de 30 de abril de 2004.

tributar e com que alíquotas, respeitados, porém, os parâmetros fixados na própria Constituição. Desse modo, a tributação do óleo vegetal refinado varia nos estados, por exemplo: em Mato Grosso a alíquota é de 12% (Lei nº 7.098, de 30/12/1998), na Bahia e no Mato Grosso do Sul 17% (Lei nº 7.014, de 04/12/1996 e Decreto nº 9.203, de 18/09/1998, respectivamente), Minas Gerais e São Paulo 18% (Decreto nº 43.080, de 13/12/2002 e Decreto nº 45.490, de 30/11/2000, respectivamente).

A contribuição para o PIS/PASEP e COFINS é calculada sobre a receita bruta decorrente da venda dos produtos, com as seguintes alíquotas, respectivamente:

- 5,08% e 23,44% para gasolina, (exceto gasolina de aviação);
- 4,21% e 19,42% para o óleo diesel.

A Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico, CIDE-Combustíveis, foi instituída pela Lei nº 10.336, de 19/12/2001. A tributação se dá sobre as operações de importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, (BRASIL, 2011^a). As alíquotas são assim definidas conforme a legislação (Legislação: Lei 10.336/01, arts. 5º e 9º; e Dec. 4.066/01, art. 1º):

Gasolinas e suas correntes, incluídas as correntes que, por suas características, possam ser utilizadas alternativamente para a formulação de diesel, R\$ 501,10 por m³;

Diesel e as correntes que, por suas características, sejam utilizadas exclusivamente para a formulação de diesel, R\$ 157,80 por m³;

Querosene de aviação, R\$ 21,40 por m³;

Outros querosenes, R\$ 25,90 por m³;

Óleos combustíveis (*fuel oil*), R\$ 11,40 por t;

Gás liquefeito de petróleo (GLP), inclusive o derivado de gás natural e de nafta, R\$ 104,60 por tonelada; e

Álcool etílico combustível, R\$ 22,54 por m³. (BRASIL, 2011^a)

5.3.2 Tributação do Biodiesel

O produtor ou importador de biodiesel, através da Lei nº 11.116, de 18/05/2005, pode obter o Registro Especial na Secretaria da Receita Federal do Brasil, relativo à incidência da contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS sobre as receitas decorrentes da venda do biodiesel. A contribuição para o PIS/PASEP e COFINS incide uma única vez sobre a receita bruta auferida pelo produtor ou importador, com alíquotas de 6,15% e 28,32%, respectivamente. Há ainda a opção pelo regime especial de apuração e pagamento das

contribuições, no qual os valores são fixados, respectivamente, em R\$ 120,14 e R\$ 553,19 por metro cúbico.

A lei ainda autoriza o Poder Executivo a fixar coeficiente para redução das alíquotas previstas. Atualmente, o Decreto nº 5.297, de 6/12/2004 fixa os coeficientes de redução das alíquotas, em 0,7357. Assim, estão elas estabelecidas em R\$ 31,75 para a Contribuição para o PIS/PASEP, e R\$ 146,20, para a COFINS. No Decreto, também estão estabelecidas as alíquotas diferenciadas das contribuições, fixadas em função (i) da matéria-prima utilizada na produção do biodiesel, segundo a espécie; (ii) do produtor-vendedor; (iii) da região de produção da matéria-prima; (iv) da combinação dos fatores anteriores. Desse modo, para o biodiesel fabricado a partir de mamona ou dendê (fruto, caroço ou amêndoa) produzidos nas Regiões Norte e Nordeste e no Semiárido, as alíquotas são reduzidas pelo coeficiente de 0,775.

No caso do biodiesel fabricado a partir de matérias-primas adquiridas de agricultor familiar enquadrado no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, o redutor é de 0,896. Finalmente, se há a conjugação dos dois requisitos dispostos acima, o redutor equivale a 1, zerando as alíquotas das contribuições.

5.4 ANÁLISE ECONÔMICA A PARTIR DE UM MODELO

Os modelos, em especial nas Engenharias, têm um evidente prestígio pelo seu aspecto instrumental e programático. Por exemplo, antes de serem construídos, os aviões são experimentados em túneis aerodinâmicos, reduzidos proporcionalmente às condições dos modelos utilizados. Por certo não basta experimentar o modelo para se obter, a partir de um raciocínio de analogia, todas as informações que se deseja conhecer sobre o funcionamento do avião original. Da mesma forma, os modelos econômicos não são a realidade, mas podem representar uma noção desta, sendo utilizados para avaliar de forma segura e antecipada o efeito da adoção de uma nova tecnologia, por exemplo.

O modelo de um sistema de produção é construído de algumas variáveis manejáveis, de tal modo que as relações mais significantes são mantidas e identificadas, podendo assim ser estudadas. Trata-se, portanto, de uma estruturação simplificada da realidade que em teoria apresenta, de modo geral, características ou relações importantes. No contexto deste estudo, o modelo adotado para avaliação dos custos de produção pode ser considerado

como um: “Modelo Simbólico⁴³”. Este, por sua vez, compreende um conjunto de expressões matemáticas, que procuram refletir o funcionamento do sistema que representam.

Tendo em vista a lógica capitalista vigente, os resultados econômicos de uma nova tecnologia se tornam determinantes na sua adoção, muitas vezes, antes mesmo do que os seus resultados ambientais ou sociais. Por conseguinte, o resultado econômico está diretamente ligado ao contexto no qual essa tecnologia é inserida e em variantes técnicas do sistema de produção que a adotou. Um modelo serve, portanto, para tentar prever os resultados desta tecnologia a partir de um contexto muito bem definido.

Para realizar este exercício de comparação, foi medida a influência da substituição do diesel por óleo vegetal sobre os resultados econômicos de um modelo. Este modelo busca representar uma propriedade que pode ser considerada um padrão de referência mediana para a sua realidade regional. Para tanto, foi adotado o modelo de análise de custos de produção desenvolvido pela CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Este modelo é também utilizado pela Embrapa no AVETEC⁴⁴ (Sistema de Avaliação da Viabilidade Econômica de Tecnologias), o qual é utilizado no cálculo do desempenho econômico de diversas atividades agropecuárias por todo o país.

Com base nas planilhas de cálculo, foi possível substituir o valor do diesel de petróleo pelo óleo vegetal, considerando ainda as diferenças entre os coeficientes técnicos de rendimento e de manutenção para cada combustível. Destaca-se ainda que as simulações focaram somente as questões econômicas, não considerando alterações de ordem social, ambiental ou mesmo benefícios econômicos indiretos que possam vir a ser percebidos por esta substituição. Faz-se importante a conceituação de alguns termos para compreensão da metodologia utilizada, os quais são trazidos adiante.

5.4.1 Os Custos de Produção

Algumas considerações são pertinentes com relação aos custos de produção, a começar pela sua definição, que segundo Reis (2007), é a soma dos valores de todos os recursos (insumos e serviços) utilizados no processo produtivo de uma atividade agrícola, em certo período de tempo e que podem ser classificados como de curto e de longo prazo.

⁴³ Modelo Simbólico ou modelo quantitativo: é aquele que utiliza dados, variáveis e relações matemáticas para representar situações abstratas, como um modelo da economia de um país, por exemplo. (MOORE e WEATHERFORS, 2005).

⁴⁴ <https://sistemas.sede.embrapa.br/avetec/faces/jsp/Central.jsp>.

O autor destaca que a estimativa dos custos está ligada à gestão da tecnologia, ou seja, à alocação eficiente dos recursos produtivos e ao conhecimento dos preços destes recursos.

Já Castro *et al.* (2009), utiliza o conceito de custo econômico, que considera os custos explícitos, que se referem ao desembolso efetivamente realizado, e os custos implícitos que dizem respeito àqueles para os quais não ocorrem desembolsos efetivos. Nesse segundo caso, tem-se a depreciação e o custo de oportunidade, este último se refere ao valor que um determinado fator poderia receber em algum uso alternativo. Utilizou-se para o presente estudo o conceito empregado por Castro *et al.* (2009).

Para a simulação, análise e comparação entre os custos de produção com a utilização do OV em substituição ao PD, utilizou-se o método de cálculo adotado pela CONAB. Este método busca contemplar todos os itens de dispêndio, explícitos ou não, que devem ser assumidos pelo produtor, desde as fases iniciais de correção e preparo do solo até a fase inicial da comercialização do produto. O cálculo do custo de uma determinada cultura está associado a características da unidade produtiva, aos diversos padrões tecnológicos e preços de fatores em uso nas diferentes situações ambientais. O custo é então obtido se observando as características da unidade produtiva, mediante a multiplicação da matriz de coeficientes técnicos pelo vetor de preços dos fatores.

5.4.2 Utilização do Método adotado pela CONAB

A CONAB adota, em termos de mensuração dos custos de oportunidade social, os seguintes critérios:

- a) custos explícitos – cujos valores podem ser mensurados de forma direta, são determinados de acordo com os preços praticados pelo mercado, admitindo-se que os mesmos representam seus verdadeiros custos de oportunidade social. Situam-se nessa categoria os componentes de custo que são desembolsados pelo agricultor no decorrer de sua atividade produtiva, tais como insumos (sementes, fertilizantes e agrotóxicos), mão de obra temporária, serviços de máquinas e animais, juros, impostos e outros;
- b) custos implícitos – não são diretamente desembolsados no processo de produção, visto que correspondem à remuneração de fatores que já são de propriedade da fazenda, mas não podem deixar de ser considerados, uma vez que se constituem, de fato, em dispêndios. Sua mensuração se dá de maneira indireta, através da imputação de valores que deverão representar o custo de oportunidade de seu uso. Nessa categoria, enquadram-se os gastos com depreciação de benfeitorias, instalações, máquinas e implementos agrícolas e remuneração do capital fixo e da terra (CONAB, 2010).

Segundo a CONAB (2010), a metodologia de elaboração dos custos de produção busca observar o comportamento médio dos diversos pacotes tecnológicos relacionados às culturas temporárias, semiperenes e permanentes. Por sua vez, as planilhas de custos estão organizadas de maneira a separar os componentes de acordo com a natureza contábil e econômica. De modo que, em termos contábeis, os custos variáveis são separados em despesas de custeio da lavoura, despesas de pós-colheita e despesa financeira (incidente sobre o capital de giro).

De forma semelhante, os custos fixos são diferenciados em depreciação do capital fixo e demais custos fixos envolvidos na produção e remuneração dos fatores terra e capital fixo. Assim, em termos econômicos, os componentes do custo são agrupados, de acordo com sua função no processo produtivo, nas categorias de custos variáveis, custos fixos, custo operacional⁴⁵ e custo total.

Por sua vez, nos custos variáveis são agrupados todos os componentes que participam do processo, na medida em que a atividade produtiva se desenvolve, ou seja, aqueles que somente existirão se houver produção. Enquadram-se aqui os itens de: custeio, despesas de pós-colheita e despesas financeiras. Constituindo-se, no curto prazo, numa condição necessária para que o produtor continue na atividade (CONAB, 2010).

Nesse mesmo trabalho, são enquadrados na categoria de custos fixos, os elementos de despesas que são suportados pelo produtor, independentemente do volume de produção, tais como depreciação, seguros e outros. Já o custo operacional é composto de todos os itens de custos variáveis (despesas diretas) e a parcela dos custos fixos que está diretamente associada à implementação da lavoura. Sua diferença para o custo total é apenas por não contemplar a renda dos fatores fixos, consideradas aqui como remuneração esperada sobre o capital fixo e sobre a terra.

Finalmente, o custo total de produção vem a compreender o somatório do custo operacional à remuneração atribuída aos fatores de produção. Numa perspectiva de longo prazo, todos esses itens devem ser considerados na formulação de políticas para o setor. Representação detalhada destes itens está presente no Quadro 3.4.

⁴⁵ Trata-se do somatório dos recursos que exigem desembolso monetário da atividade produtiva para sua recomposição, inclusive depreciação (REIS, 2007).

Quadro 3.4 – Composição dos custos de produção da soja.

ITENS QUE COMPÕE OS CUSTOS DE PRODUÇÃO DE SOJA	
A - CUSTO VARIÁVEL	B - CUSTO FIXO
I - Despesas de custeio da lavoura	IV – Depreciações e exaustão
1 – Operação com máquinas e implementos	1 – Depreciação de benfeitorias e instalações
2 – Mão-de-obra, encargos sociais e trabalhistas	2 – Depreciação de máquinas
3 – Sementes	3 – Depreciação de implementos
4 – Fertilizantes	4 – Exaustão do cultivo
5 – Agrotóxicos	V - Outros custos fixos
6 – Despesas com irrigação	1 – Mão-de-obra, encargos sociais e trabalhistas
7 – Despesas administrativas	2 – Seguro do capital fixo
8 – Outros itens	
II - Despesas pós-colheita	C - CUSTO OPERACIONAL (A + B)
1 – Seguro agrícola	VI - Renda de fatores
2 – Transporte externo	1 - Remuneração esperada sobre capital fixo
3 – Assistência técnica e extensão rural	2 - Terra
4 – Armazenagem	
5 – Despesas administrativas	D - CUSTO TOTAL (C + VI)
6 – Outros itens	
III - Despesas financeiras	
1 – Juros	

Fonte: Adaptado de CONAB, 2010.

Para avaliação da influência na mudança de combustíveis apenas os fatores ligados às operações mecanizadas foram alterados nas planilhas de custo de produção. Os demais fatores foram considerados constantes. Portanto, as alterações ocorreram na variável “operações com máquinas e implementos”, mais especificamente no consumo de combustível e no fator relativo a despesas com filtros e lubrificantes.

5.4.2.1 Máquinas e implementos agrícolas

No método utilizado pela CONAB, as máquinas e implementos agrícolas são considerados como tendo sido projetados para executar operações em diversas fases do cultivo (correção e preparo do solo, plantio, trato cultural, colheita e pós-colheita), devendo ser utilizadas de acordo com as suas características e com as necessidades do plantio.

O levantamento dos coeficientes técnicos, que são observados a partir do seu uso, se traduz em impactos importantes nos custos de produção agrícola. As principais informações e coeficientes técnicos considerados pela CONAB são: tipo, fabricante, marca, modelo, especificação, potência, tração, preço do bem novo, quantidade do bem, fase de cultivo, época e intensidade de uso, horas trabalhadas por hectare, preço do combustível, salário do operador e seus encargos sociais, além de informações relacionadas com a vida útil dos bens e os gastos com sua manutenção, (CONAB, 2010).

5.4.2.2 A hora/máquina

A hora/máquina é um fator de participação no custo de produção e corresponde aos gastos com insumos, operadores e manutenção. A CONAB considera os valores de hora trabalhada no custo variável. Para calcular o valor da hora trabalhada pelas máquinas é preciso definir o preço e a quantidade consumida (coeficientes técnicos) dos itens de cada equipamento, em cada hora de trabalho, levando em consideração a potência, os gastos com o óleo diesel, filtro/lubrificantes, energia elétrica e os salários e encargos sociais e trabalhistas dos seus operadores, (CONAB, 2010).

Nessa metodologia, o coeficiente técnico do diesel é uma função da potência da máquina. Sendo considerado o consumo de diesel a partir deste coeficiente, que é igual a 12% da potência da máquina. O método ainda entende que os gastos com filtros e lubrificantes podem ser estimados em 10% das despesas de combustível, fator determinado ao se tomar por base pesquisa em manuais de proprietário e na planilha de manutenção proposta por fabricantes. Por sua vez, a remuneração dos operadores das máquinas geralmente é expressa em valores por mês, o que deve ser convertido para a unidade de custo, que é hora. Para tanto, deve-se dividir o valor mensal por 220, que corresponde à média de horas trabalhadas num mês, considerando-se 8 horas de trabalho por dia, durante 5 dias por semana. Assim, o salário será o valor modal praticado na região, (CONAB, 2010).

Com relação aos custos da hora/máquina, o ensaio sobre os efeitos no custo de produção através da substituição do diesel pelo óleo vegetal foi realizado a partir da alteração de dois coeficientes nas planilhas de custos da CONAB. Os coeficientes alterados foram o custo do combustível e o seu consumo específico. Referente ao custo, foram utilizados dados de preços do diesel e do óleo vegetal obtidos, respectivamente, da ANP e da ABIOVE.

Como a literatura apresenta referências da diferença entre o consumo específico de motores operando com diesel e com o óleo vegetal, esta diferença foi considerada nas simulações. Considerou-se o aumento em 10% no consumo específico, de acordo com: Coelho *et al.*, 2004; Soares *et al.*, 2000 e Schlosser *et al.*, 2007. Como não foi possível⁴⁶ majorar os 10% nos coeficientes de consumo específico dentro do sistema da CONAB, optou-se pela majoração em 10% no custo do óleo.

⁴⁶ Esta impossibilidade de que trata o texto é por conta de que o consumo de combustível é calculado por meio de planilhas que formam o sistema de cálculos da CONAB. Estas planilhas não puderam ser alteradas diretamente, pois são resultado de índices e coeficientes obtidos a campo, que formam um sistema complexo. Tampouco, pôde-se ter acesso ao código fonte do sistema de cálculo, para realizar tais alterações, por questões de propriedade intelectual da Companhia.

Como a influência dos combustíveis nos resultados do custo de produção é dada pela relação entre consumo e o valor do combustível, numa multiplicação direta dos dois valores, entendeu-se que a majoração em 10% no custo do combustível tem o mesmo efeito que o aumento em 10% no consumo específico. A Tabela 3.14 traz, na coluna da esquerda os valores originais, baseados nos preços praticados no mercado, ABIOVE (2013^a). A segunda coluna representa este valor corrigido em 10%.

Tabela 3.14 – Fator de correção para compensar o aumento do consumo específico de OV.

Correções no preço do óleo vegetal (R\$)	
valor original	valor corrigido (10%)
1,50	1,36
1,75	1,59
2,00	1,82
2,25	2,05
2,50	2,27
2,75	2,50

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa.

A simulação do custo de produção no sistema da CONAB foi efetuada lançando o valor original, sendo que o custo de produção foi depois relacionado com o valor corrigido em 10%, o que compensou o maior consumo do OV. O trabalho foi realizado pessoalmente na sede da CONAB, juntamente com os responsáveis pelas análises de custo de produção, Gerência de Custos de Produção.

5.4.2.3 A manutenção

A manutenção compreende o conjunto de procedimentos que visa manter as máquinas e implementos nas melhores condições possíveis de funcionamento e prolongar sua vida útil. A manutenção tem também reflexo nos custos de produção, tanto pelo custo direto que ela implica, quanto na influência sobre a depreciação dos equipamentos. Resumidamente, esta atividade representa: o abastecimento, lubrificação, reparos, coleta de óleo, proteção contra ferrugem e deterioração.

No método utilizado, as máquinas e implementos são considerados bens novos e de primeiro uso, o que indica o uso da manutenção como preventiva e corretiva. Assim, pode-se construir o método de cálculo do custo de manutenção. Na composição do custo, a CONAB apura os gastos com a manutenção e com os filtros e lubrificantes de acordo com as horas trabalhadas em hectare. Para tanto, utiliza como gasto de manutenção, observando o valor do bem novo, 1% para máquinas e 0,80% para implementos, com

inclusão de 100% no custo variável, considerando, ainda, os gastos com filtros e lubrificantes estimados em 10% das despesas de combustível (CONAB, 2010).

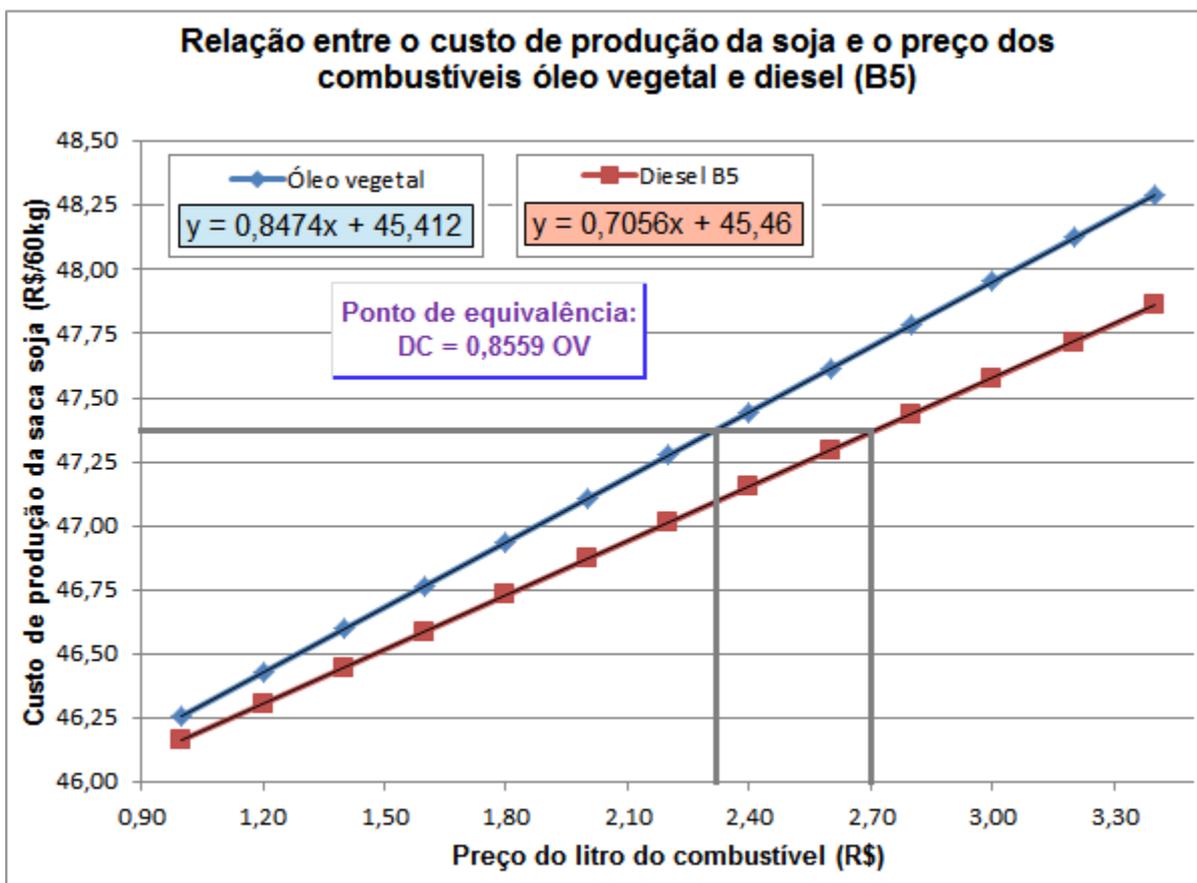
Com relação aos gastos com manutenção, a substituição de filtros e lubrificantes consiste nos principais itens afetados pelo uso de um combustível alternativo. A literatura indica desde custos de manutenção semelhantes, conforme Soares *et al.* (2000), e elevação entre 20 e 25% nesses custos, Coelho *et al.*, 2004. No modelo utilizado neste estudo os coeficientes de gastos com manutenção foram majorados em 50%. Ou seja, os gastos com filtros e lubrificantes que no modelo original eram calculados em 10% dos gastos com combustíveis, foi elevado para 15% deste valor.

5.4.3 Resultados

A partir do modelo de custos de produção desenvolvido pela CONAB foram realizados os testes para avaliar as alterações provocadas nos custos de produção da soja com a substituição do diesel pelo óleo vegetal de soja. Primeiramente foram estabelecidas, por regressão linear simples, duas funções, relacionando o custo do litro do combustível com o custo de produção da saca de 60 kg de soja. Para tanto, utilizou-se seis valores arbitrados de combustível, óleo diesel (Diesel B5) e óleo vegetal de soja.

Para o estabelecimento das funções foram utilizados valores de referência, entre R\$ 1,37 e R\$ 2,50 para o litro do óleo de soja, e para o litro do diesel utilizou-se valores entre R\$ 2,20 e R\$ 3,00. Estes valores traduzem, em parte, a variação do preço destes dois produtos nos últimos 5 anos. As funções, originadas a partir regressão linear simples, encontram-se nos anexos. A plotagem destas funções no mesmo gráfico, Figura 3.16, permitiu a comparação entre os custos de produção a partir do OV e DC, e estabelecer, para o preço atual do diesel comercial, qual seria o preço do óleo vegetal que refletiria no mesmo custo de produção da saca de soja.

Os cálculos foram realizados considerando-se o município de Sorriso – MT, para o qual foi levantado o preço médio do DC por meio do SLP - Sistema de Levantamento de Preços, na data de 14/08/2013 (ANP, 2012). O valor do OV foi ainda corrigido para compensar o maior consumo específico deste combustível em 10% e o aumento dos índices de manutenção. Ao final, foi determinada a equivalência entre os combustíveis, que representa, em valores percentuais, a que proporção do preço do DC, o OV promove o equivalente custo de produção de soja. Em outras palavras, considerando o maior consumo específico e maior manutenção dos motores utilizando OV, foi determinado quanto ele deverá custar, para que o custo de produção da saca de soja se mantenha inalterado.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa.

Figura 3.16 – Relação entre a variação do preço dos combustíveis, diesel e óleo vegetal, e o custo de produção da soja, em R\$ / 60 kg de soja.

Portanto, nas condições atuais do preço do diesel a R\$ 2,70 / litro⁴⁷, o ponto de equilíbrio com o óleo vegetal, acontece quando este último estiver a R\$ 2,31. Em outras palavras, nas condições testadas, sempre que o OV estiver a menos que 85,59% do preço do DC será vantajoso o seu uso, mesmo considerando o maior consumo em 10%, e o aumento nos custos de manutenção (filtros e lubrificantes) em 50%, conforme a Figura 3.16. É interessante destacar que, conforme se eleva o preço dos combustíveis, as retas tendem a se distanciar. Isso acontece porque os custos de filtros e lubrificantes foram tomados como sendo 10% do valor do diesel, e em 15% para o óleo vegetal. Esta diferença faz aumentar a divergência entre as retas com o aumento do preço dos combustíveis.

⁴⁷ Preço médio para o município de Sorriso – MT, em agosto de 2013, segundo ANP 2013.

5.5 ANÁLISES E DISCUSSÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

Pode-se constatar que para o mercado o fator decisivo na adoção de uma tecnologia ainda são os seus aspectos econômicos. Ou seja, uma nova tecnologia ou insumo, se não for economicamente mais interessante que o padrão usual, dificilmente será adotada, a menos que seja obrigatória (biodiesel), ou que tenha incentivos que compensem esta menor competitividade. No entanto, as análises econômicas devem ser mais abrangentes do que simplesmente a relação de custo/benefício, pois existem externalidades positivas econômicas que devem ser consideradas. Uma delas é a questão de onde é produzida determinada mercadoria, se domesticamente ou além das fronteiras, gerando riquezas dentro ou fora do país.

No caso do diesel, a necessidade de importação já indica haver espaço para crescimento do mercado de biocombustíveis de ciclo diesel por meio de substituição do combustível fóssil, o que contribuiria em termos da balança comercial. No caso de uma eventual substituição do diesel pelo óleo vegetal, certamente o setor onde esta substituição ocorreria de forma mais expressiva seria o agropecuário. O que, em termos absolutos, ainda não representa nem 9% do consumo de diesel, de modo que uma substituição parcial deste montante implicaria em impacto ainda menor no mercado nacional do diesel. Fato que não deveria preocupar as cadeias fósseis.

As regiões com preço de combustível mais elevado são a Norte e a Centro-Oeste, regiões mais distantes das refinarias. Os estados do Centro-Oeste são grandes consumidores de diesel, tanto para a agricultura como para transporte. Estudos, como o realizado pelo Centro de Estudos da Consultoria do Senado Federal, indicam que nessa região, mais especificamente no estado de MT, a redução nos custos de produção promovida pela substituição do diesel por óleo vegetal, poderia representar, para o ano de 2009, mais de 1,3 bilhão de economia ao setor agropecuário (CECS, 2010).

É interessante destacar que no início do PNPB o óleo vegetal custava cerca de 70% do preço do diesel comercial, e somente com o aumento da demanda desses óleos vegetais pela produção de biodiesel que essa relação se inverteu, de modo que em 2012 o diesel passou a custar cerca de 80% do preço do óleo de soja. Merece destaque ainda o fato de que, na produção de biodiesel, o maior custo é o da matéria-prima, que pode representar cerca de 80% do custo de produção. Como as regiões produtoras de grãos apresentam menores preços de óleo vegetal, tal cenário deveria ser levado em conta, favorecendo sua utilização.

As análises realizadas a partir do modelo de previsão de custos de produção desenvolvido pela CONAB permitem encontrar um ponto de equivalência, que representa o ponto onde, mesmo com maior consumo e maior custo de manutenção, o óleo vegetal é vantajoso economicamente, frente ao PD. Para Soares *et al.* (2000), este ponto de equivalência é quando o óleo mineral tiver o preço, ao consumidor, acima de 25% em relação ao óleo vegetal, o que se dá em virtude do maior consumo específico e aumentos nos custos de manutenção. No entanto, alguns estudos indicam que misturas entre OV e PD podem, inclusive, apresentar melhor desempenho que o próprio petrodiesel em uso exclusivo.

No âmbito deste estudo, identificou-se um ponto de equivalência, que representa, a partir dos índices e condições consideradas no estudo, o momento em que a alternativa renovável passa a proporcionar menor custo de produção que o diesel convencional. A partir do modelo da CONAB foi possível determinar que o preço do óleo vegetal a menos de 85% do preço do diesel convencional proporciona menores custos de produção para a soja. Considerando o preço do diesel para agosto de 2013 a R\$ 2,70, o OV passaria a ser mais interessante quando estivesse abaixo de R\$ 2,31.

Fore *et al.* (2011) e Zhang *et al.* (2003) recomendam o óleo vegetal como a alternativa mais adequada de produção de biocombustíveis nas propriedades rurais, sendo que a atenção a alguns parâmetros de qualidade podem ser determinantes na redução dos custos de manutenção. Por sua vez, os custos das adaptações podem variar de R\$ 2.000,00 a mais de R\$ 20.000,00, a depender da qualidade e do aperfeiçoamento dos equipamentos, tais custos afetarão diretamente a economicidade das novas tecnologias, devendo ser considerados também nas avaliações econômicas. O desenvolvimento de tecnologias nacionais reduziriam estes custos, elevando a competitividade do uso de OV.

6 CONCLUSÕES SOBRE A SUSTENTABILIDADE DAS CADEIAS

Tendo em vista que inevitavelmente as intervenções humanas provocarão impactos ambientais, resta cuidar para que eles sejam os menores possíveis, de modo que os ciclos naturais possam absorvê-los, com os menores danos aos ecossistemas. Contudo, nas atividades econômicas, dificilmente os atores elevarão seus custos de produção em busca de maior sustentabilidade se o estado não estiver regulando suas atividades. Quando o próprio estado está inserido nas atividades produtivas, como no caso da Petrobras, este papel de controle fica mais confuso e mais difícil de ser exercido.

A produção do combustível próxima à localidade de seu uso apresenta vantagens pela simplificação logística, por proporcionar um ciclo fechado de matérias-primas e produtos, o que reflete em menores emissões de GEE e poluentes. Os circuitos menores também podem reduzir riscos inerentes ao transporte daqueles produtos, como contaminações por acidentes e vazamentos. De toda forma, pelos estudos revisados os impactos ambientais são menores para as alternativas renováveis, especialmente quando são desenvolvidas em menores escalas e atendendo circuitos fechados de produção e consumo. A associação da produção de alimentos e biocombustíveis é capaz de minimizar mais ainda os impactos desta alternativa energética, isso por dividir com ela sua responsabilidade nos impactos.

A maioria dos estudos levantados demonstrou, comparativamente, que o uso de óleos biocombustíveis é mais interessante que o uso de diesel de petróleo, e que devido a sua maior simplicidade no processo produtivo, o OV estaria ainda em vantagem frente o biodiesel. Tal vantagem ocorre, tanto pelo menor uso de insumos quanto por menores emissões. Nos casos revisados, o balanço energético se mostrou sempre superior para o óleo vegetal frente ao biodiesel proveniente do respectivo óleo.

Em termos de segurança alimentar, diante do atual contexto brasileiro e das matérias-primas utilizadas na produção de biocombustíveis de ciclo diesel, pode-se entender que não existem riscos eminentes. Ao contrário, o fato de as principais matérias-primas atualmente utilizadas representarem coprodutos de culturas alimentícias, pode indicar até mesmo o contrário. Ou seja, o aumento da produção de biocombustível a partir desses materiais, soja e sebo bovino, poderão favorecer a produção de alimentos.

O biodiesel, sem dúvidas, em termos sociais, representou um grande avanço em relação ao Proálcool, promovendo a inclusão de mais de 100 mil famílias de produtores familiares. Por outro lado, o PNPB não atingiu as metas esperadas, e não se apresenta economicamente competitivo, o que tem sido contornado por meio dos subsídios fiscais e da obrigatoriedade do mercado. O óleo vegetal combustível, pelo seu menor custo de produção, melhores índices ambientais, pela possibilidade de proporcionar autonomia energética, além de manter renda nos setores agrícolas, deveria ser considerada como alternativa pelo governo. O fato de o OV ser uma tecnologia mais simples torna-o mais acessível às condições locais de comunidades isoladas, diante de alternativas como fotoeletricidade, geração eólica e até mesmo o biodiesel.

No contexto de comunidades isoladas, ou para uso agrícola, faz todo sentido a substituição de diesel fóssil por bio-óleos, no entanto, algumas condições devem ser atendidas para que de fato estas alternativas sejam competitivas. O estudo de campo em Igarapé Açu do Moju, que afinal não se mostrou uma comunidade isolada, comprovou que a

ausência de isolamento, e a presença de outras facilidades torna o uso de OV inviável frente a outras alternativas como a eletricidade, por exemplo.

Dentre as condições para que exista viabilidade do uso de OV estão: a disponibilidade de óleo vegetal na comunidade (produção ou fácil acesso); o acesso a equipamentos com tecnologia e custos competitivos; existência de óleo vegetal com custo competitivo frente ao combustível convencional, entre outras. Como no estudo de caso, tais condições não foram contempladas, verificou-se o desuso do projeto e a opção pela geração elétrica com diesel convencional.

Nas condições estudadas, a viabilidade econômica do uso de óleos vegetais começa a ocorrer quando seu preço se encontra menor que 85% do preço do diesel mineral. O que tornaria a região Centro-Oeste a mais indicada devido à produção de soja e o preço mais elevado do diesel. Para a região Norte, em comunidades isoladas, o uso do OV ainda pode representar uma alternativa interessante, especialmente se o diesel para geração elétrica não tivesse ainda maior subsídio nessa região.

O direcionamento de políticas de CT&I no sentido do desenvolvimento de tecnologias para produção e uso de combustíveis alternativos poderia favorecer o aperfeiçoamento e a competitividade destas alternativas. Com isso, além do desenvolvimento da indústria nacional de equipamentos e motores, a possibilidade de combustíveis alternativos contribuiria na redução de custos de produção e na competitividade das próprias cadeias produtivas, além de poder torná-las mais sustentáveis.

CAPÍTULO IV – ÓLEOS COMBUSTÍVEIS: AMBIENTE INSTITUCIONAL

Este capítulo aborda o ambiente institucional no qual estão inseridos a produção e o consumo de combustíveis, em especial dos biocombustíveis. Ele faz um levantamento das principais políticas públicas e dos principais marcos regulatórios do setor. A partir do que são realizadas análises sobre como os atores e suas organizações influenciam na definição das instituições, ou seja, das regras do jogo. Portanto, para entender o sucesso ou o fracasso de uma tecnologia, não basta analisar apenas seus aspectos técnicos ou tecnológicos. A consideração dos fatores institucionais são tão importantes quanto aqueles primeiros, e determinantes para sua implementação. O capítulo traz então uma revisão sobre a Nova Economia Institucional – NEI, buscando relacioná-la com a realidade em questão. Seu objetivo é demonstrar como os interesses do governo e das organizações mais influentes acabaram por determinar o atual ambiente institucional brasileiro. Tal ambiente, no que tange a combustíveis, é refratário a propostas de alternativas que ameacem o controle central do estado e a participação dos grupos com maior poder político, que atuam nesse mercado.

1 INTRODUÇÃO

A produção e consumo de combustíveis no Brasil, desde sua gênese, representa uma atividade extremamente regulada pelo estado. Tanto que, entre 1953 e 1997, as atividades de exploração, produção, refino e transporte do petróleo no Brasil eram realizadas exclusivamente pela Petrobras, o que configurava o chamado monopólio estatal do petróleo. Ainda assim, mesmo depois de 1997, quando a Lei 9.478, deste mesmo ano, permitiu a realização dessas atividades a partir de concessão a empresas privadas, o governo brasileiro manteve uma forte regulação sobre o setor. Com este mesmo objetivo, de manutenção do controle, o governo cria, pela mesma lei, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), e a Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Bueno (2004), ao fazer uma releitura do processo histórico de formação das instituições no Brasil a partir de alguns princípios da NEI, contribui sobremaneira para o entendimento desta cultura de controle estatal vigente no país. Segundo ele, a estrutura de governança estabelecida nos países latino-americanos foi distinta das colônias inglesas. Enquanto nos países colonizados pela Inglaterra, buscou-se proteger os direitos de propriedade incentivando a inovação tecnológica e a acumulação de capital, nos países de colonização Ibérica partia-se de um modelo de governo soberano que não negociava com os demais atores sociais. Assim, optou-se por criar enormes e custosas estruturas burocráticas com o objetivo de administrar e manter os fluxos de riquezas das colônias.

As atividades ligadas à energia, por possuírem uma importância estratégica e econômica para o país, reproduzem lógica semelhante à descrita por Bueno (2004), retratado pelo modelo de governança do estado sobre este setor. Nesse ambiente, os atores públicos, privados e mesmo suas organizações, buscam criar regras que reproduzam o controle estatal e das organizações ligadas a ele. As enormes e custosas estruturas descritas por Bueno podem ser entendidas como as instituições criadas para manutenção do controle central, como: Ministério das Minas e Energia, Petrobras, ANP, Conselho Nacional de Política Energética etc. O conjunto dessas regras, formais e informais, e o comportamento desses atores, desenham o ambiente institucional no qual a produção e consumo de biocombustíveis está inserida.

Analisando ainda as diferenças entre o desenvolvimento das instituições da América inglesa para a latina, Bueno (2004) destaca que as colônias inglesas seguiram um modelo mental de desenvolvimento da metrópole. Com isso, suas instituições se formaram de maneira semelhante às inglesas, principalmente com relação às garantias do direito de propriedade e o predomínio do controle local sobre o central. Tais características permitiram um grau de liberdade econômica muito maior do que nas colônias latino-americanas.

... [Nas colônias portuguesas e espanholas] Nessas últimas, formadas quando nas metrópoles o rei recuperava seu poder após os descobrimentos, perpetuaram-se as características associadas à estrutura de governança burocrática adotada por Portugal e Espanha para administrar seus impérios coloniais: personalismo nas relações econômicas e políticas, regulação estatal, direitos de propriedade mal definidos e nem sempre adequadamente defendidos pelo Estado, e outras que, ao invés de estimular, restringiram a atividade econômica. O resultado em termos de desempenho econômico desse tipo de evolução institucional é que a matriz institucional dos países latino-americanos irá favorecer o desenvolvimento de organizações *rent-seeker* e desestimular organizações produtivas capazes de elevar a produtividade da economia. (NORTH, 1990, *apud* BUENO, 2004).

Portanto, para entender como instituições de uma sociedade se formam por meio de complexos processos de negociação entre indivíduos e seus grupos, o que é feito, tanto para preservar benefícios como para reduzir os custos de transação, é que se recorreu à teoria na Nova Economia Institucional – NEI.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para entender o papel das instituições sobre o setor de combustíveis são utilizados alguns conceitos da NEI. Esta corrente do pensamento econômico se apresenta como ferramenta analítica que se propõe identificar a influência dos arranjos institucionais sobre o comportamento dos agentes econômicos. Assim, ela contribui com a compreensão de como as “regras do jogo” e suas possíveis alterações, impactam sobre o resultado das operações realizadas entre estes agentes.

Portanto, no contexto deste estudo, a NEI ajuda a entender os fenômenos ligados à produção de combustíveis como atividade econômica e social. Ela auxilia na compreensão da decisão do estado ou de organizações, em apoiarem, promoverem ou vetarem, determinadas opções tecnológicas. A teoria contribui, então, no entendimento dos motivos que levaram à adoção do biodiesel como alternativa ao diesel fóssil, e não o óleo vegetal refinado, por exemplo.

A relação entre as instituições e a eficiência dos agentes econômicos é abordada pela NEI a partir de duas vertentes, a que trata do ambiente institucional e a que trata das instituições de governança. A primeira delas estuda o papel das instituições, investigando os efeitos das mudanças no ambiente institucional sobre o resultado econômico ou ainda sobre as teorias que criam as instituições, podendo-se dizer que ela se dedica mais especificamente ao estudo das “regras do jogo”. Já a segunda vertente analisa as

transações focando nas estruturas de governança, as quais coordenam os agentes econômicos, nesse caso, as regras gerais da sociedade, são consideradas como dadas. Portanto, a vertente das instituições de governança, busca identificar como estas diferentes estruturas de governança lidam com os custos de transação e com os níveis distintos de eficiência (WILLIAMSON, 2000).

Os principais conceitos e pressupostos da teoria dos custos de transação foram apresentados nos trabalhos dos economistas Ronald Coase e Oliver Williamson. Os autores defendiam que a compreensão a respeito das várias formas de arranjo entre firmas pressupõe o conhecimento das relações contratuais e dos custos de transação associados a cada uma delas. Segundo Williamson (*apud* POSSAS *et al.*, 1995), os custos de transação são os dispêndios de recursos econômicos para planejar, adaptar e monitorar as interações entre os agentes, garantindo que o cumprimento dos termos contratuais se faça de maneira satisfatória para as partes envolvidas e compatível com sua funcionalidade econômica. Devido à diversidade de fatores que são tidos atualmente como custos de transação, Azevedo (2000) apresenta uma proposta para classificá-los:

- 1 - elaboração e negociação de contratos;
- 2 - mensuração e fiscalização de direitos de propriedade;
- 3 - monitoramento do desempenho;
- 4 - organização de atividades;
- 5 - custos decorrentes da incapacidade de reagir rápida e eficientemente a mudanças no ambiente econômico (AZEVEDO, 2000).

Williamson (1985) destaca ainda, com relação aos atributos das transações, o conceito de especificidade dos ativos. Esta especificidade consiste na perda considerável de valor do ativo, quando se faz necessário seu uso alternativo. Assim, quanto maior for a especificidade de um ativo, tanto maior será a possibilidade de ocorrência de custos de transação. A especificidade dos ativos pode representar uma barreira à entrada e a saída de determinada atividade econômica pelas empresas, assim como da própria adoção de uma nova tecnologia por estas empresas.

As instituições, pela NEI, podem ser compreendidas como as regras inventadas pela sociedade, e que estruturam a interação política, econômica e social. Elas consistem tanto das regras informais (sanções, tabus, costumes, tradições e códigos de conduta) como das regras formais (constituições, leis, direitos de propriedade etc.). É importante destacar a diferença entre os dois termos, “organização” e “instituição”, que atualmente são utilizados de forma livre, quase sempre como sinônimos, porém, sendo bastante diferentes.

Nesse sentido, Salimon (2007) contribui no entendimento dos conceitos de organização e instituição, o qual é adotado neste estudo. Segundo ele, deve-se entender organização como o construto que surge quando um grupo de pessoas se une, mobilizando recursos humanos e/ou materiais, com um objetivo comum e declarado. De outro lado, por instituição deve se entender como sendo a base legal e/ou normativa, mesmo quando tácita, sobre a qual se desenvolvem os processos, negócios e relações das organizações e de indivíduos.

Ao longo da história, as instituições foram sendo criadas pela sociedade para proporcionar ordem e reduzir a incerteza nos negócios (trocas). Juntamente com as restrições usuais da economia, elas definem o conjunto de escolhas e, portanto, determinam as transações e os custos de produção e, conseqüentemente, a rentabilidade e a viabilidade das atividades econômicas (NORTH, 1991). Para North, a história é, em grande parte, a história da evolução das instituições. Estas, por sua vez, fornecem a estrutura de incentivos de uma economia e a forma como ela evolui, moldando então a direção da mudança econômica para o crescimento, estagnação ou declínio.

Ainda entendendo melhor a NEI como instrumento de análise, destaca-se a proposta de Williamson, que considera a existência de quatro níveis de análise social. O primeiro deles é o das questões socialmente enraizadas, composto pelas normas, costumes, tradições, crenças, religião etc. O segundo nível é representado pelo ambiente institucional, fruto do processo evolutivo das instituições, compreendendo as regras formais (constituições, leis, direitos de propriedade etc.) e determinado pelos poderes públicos em suas diferentes esferas: federal, estadual e municipal.

No terceiro nível, encontram-se as instituições de governança, onde os contratos são executados e geridos diretamente pelas organizações, no esforço de se criar ordem, mitigar conflitos e proporcionar ganhos mútuos, a partir da redução dos custos de transação. O quarto nível é onde se encontra em operação a teoria Neoclássica, considerando a alocação de recursos (preços, quantidades etc.). Segundo o autor, a NEI predominantemente se preocupa com os níveis 2 e 3 (WILLIAMSON, 2000).

Com base na análise, em especial, desses dois níveis destacados por Williamson, será desenhado o ambiente institucional relativo ao mercado de combustíveis. O termo ambiente institucional, por sua vez, foi criado como contraponto ao de ambiente técnico ou de tarefa, que vinculava a gestão das organizações à disponibilidade de recursos e tecnologia (SCOTT, 2001).

A partir das perspectivas que valorizam o ambiente institucional, as organizações não dependem apenas do acesso a recursos econômicos, mas também dos aspectos

institucionais do ambiente. Portanto, na perspectiva de “ambiente institucional” é possível introduzir componentes “exógenos” às organizações. Ou seja, considerar a configuração dessas organizações quando expostas às várias racionalidades sociais e políticas, além dos embates travados pelos diferentes interesses dos vários atores organizacionais e sociais.

Ao considerar que as instituições são negociadas entre os atores e suas organizações de modo a reduzirem os custos de transação, a NEI também é reconhecida como Economia dos Custos de Transação – ECT. Dois pressupostos são tomados por essa teoria, os quais afetam diretamente estes custos: a Racionalidade Limitada e o Oportunismo. A racionalidade limitada é um pressuposto que está em consonância com o comportamento otimizador, ou seja:

Racionalidade limitada se refere ao comportamento que pretende ser racional, mas consegue sê-lo apenas de forma limitada. Resulta da condição de competência cognitiva limitada de receber, estocar, recuperar e processar a informação. Todos os contratos complexos são inevitavelmente incompletos, devido à racionalidade limitada (WILLIAMSON, 1993).

Por oportunismo, compreende-se um pressuposto comportamental, resultante da ação dos indivíduos na busca ávida do seu auto-interesse. No entanto, auto-interesse pode ser buscado de maneira não oportunista, enquanto o oportunismo parte de um princípio de jogo não cooperativo. Nessa situação, a informação que um agente possa ter sobre a realidade não acessível ao outro, pode permitir que o primeiro desfrute de algum benefício sobre este segundo.

A racionalidade limitada somada ao oportunismo dos agentes promove um processo que torna complexos os contratos, na tentativa de evitar situação que possam prejudicar alguma das partes. Esta complexidade das estruturas criadas nas transações é estudada pela teoria dos custos de transação, que é uma abordagem interdisciplinar, que abrange áreas como o direito, economia e teoria das organizações. Esta teoria estuda os diferentes arranjos entre as firmas, na busca de maior eficiência em determinados estágios da competição em seus mercados específicos (DOWELL e CAVALCANTI, 2001).

A apropriação da concepção institucionalista, de que a eficiência e a competitividade de um agente econômico se vincula à sua capacidade de economizar custos, em especial os custos de transação, é pertinente a este trabalho, pois contribui diretamente na análise de como se coordena as transações para viabilizar o uso de alternativas energéticas. A NEI representa um avanço nas teorias econômicas, pois busca compreender o funcionamento do sistema econômico a partir de sua estrutura institucional. No entanto, nem sempre as estruturas de governança efetivamente adotadas estão relacionadas exclusivamente à redução dos custos de transação.

O trabalho desenvolvido por Valle e Salles Filho (2001), onde analisam os atributos das redes de inovação, destaca a existência de outras funções da governança. Eles sugerem que nem sempre a governança existe com o objetivo exclusivo de reduzir os custos de transação, e que há um conjunto de elementos adicionais que compõe seus objetivos. Estes novos elementos, que devem ser agregados à análise institucionalista, como, por exemplo, a criação de arranjos cooperativos para a pesquisa e inovação, nem sempre reduzem os custos de transação. A partir desta ótica, é possível compreender outras motivações para o estabelecimento de arranjos, como no caso os criados para a coordenação e o controle pelo Estado. No caso dos biocombustíveis, estes arranjos não reduzem os custos de transação, pelo contrário, os elevam, mas preservam o controle central.

Nesse sentido, as políticas públicas representam os instrumentos pelos quais os agentes públicos operam as ações do Estado sobre o mercado e a sociedade. Para Heidemann (2010), elas são o conjunto de decisões formuladas e implementadas pelos governos, juntamente com as demais forças vitais do Estado, sobretudo as do mercado. Por sua vez, estas políticas retratam um conjunto de processos, métodos e expedientes utilizados por indivíduos ou seus grupos, para influenciar, conquistar e manter o poder. Nas circunstâncias reais, a conjuntura passa a preponderar sobre a estrutura, de modo que os interesses particulares e conjunturais prevalecem, o que pode não apenas comprometer, mas corromper as instituições.

3 O AMBIENTE INSTITUCIONAL DOS ÓLEOS COMBUSTÍVEIS

O presente capítulo se limita a estudar o ambiente institucional dos biocombustíveis de ciclo diesel, ou seja, dos óleos combustíveis. Nesse sentido, é feita uma breve contextualização do ambiente institucional internacional, especialmente da Europa e dos Estados Unidos. Sobre o Brasil é trazida uma contextualização mais detalhada, tanto das organizações como das instituições – as regras do jogo.

3.1 PANORAMA INTERNACIONAL DOS ÓLEOS VEGETAIS COMBUSTÍVEIS

A Europa teve aprovada em 2003 a Diretiva 2003/30/CE, com a finalidade de contribuir para o cumprimento dos compromissos assumidos pela União Europeia (EU) com relação às mudanças climáticas. Um dos objetivos da diretiva foi o de fomentar o uso de

biocombustíveis e outros renováveis em substituição aos combustíveis fósseis. Uma das metas estabelecidas fora a de comercializar ao menos 5,75% de combustíveis renováveis no setor de transportes até 31 de dezembro de 2010.

Em 2009, uma nova diretiva, a 2009/28/CE, elevou a porcentagem de energia renovável no setor de transporte para um mínimo de 10% até o ano de 2020. Ela ainda estabeleceu requisitos para assegurar que os biocombustíveis utilizados fossem produzidos de acordo com critérios de sustentabilidade, definidos pela diretiva. Esses requisitos abrangem biocombustíveis produzidos dentro do território da UE ou em outras nações que exportem para o mercado europeu (CARDWELL, 2010).

As metas da UE são ambiciosas, elas estabeleceram que os biocombustíveis devem reduzir ao menos 35% das emissões em relação aos combustíveis fósseis até 2013. Este patamar deve ser elevado para 50% até 2017, e 60% até 2018. Tais metas estão embasadas no potencial de redução dos biocombustíveis de 2ª e 3ª geração, o que demonstra a confiança europeia no desenvolvimento dessas tecnologias.

No âmbito internacional, é importante destacar que diversos países regulamentaram o uso do biodiesel, assim como também do óleo vegetal combustível, como no caso da Alemanha e Áustria. Cada país possui suas normas e políticas próprias, em alguns casos, porém, são seguidas normas internacionais, como a ASTM D6751⁴⁸, em especial quando a produção do país busca o mercado internacional. Nos EUA, o BD é o único combustível alternativo a obter completa aprovação no *Clean Air Act* de 1990 e a ser autorizado pela Agência Ambiental Americana (EPA) para venda e distribuição.

A norma europeia para biodiesel, EN 14214, foi desenvolvida a partir da norma alemã, DIN 51.606, sendo regulamentada pelo CEN (Comitê Europeu para a Normalização). Elas se assemelham em muitos aspectos, apenas diferindo em especificações técnicas como massa de água (mg/kg), índice de cetano mínimo e contaminação total (mg/kg) (BIODIESEL FILLINGSTATION, 2008). A República Tcheca, Islândia, Noruega e Suíça seguem também outra norma, conhecida como EN 590.

Segundo Chiaranda *et al.* (2005), diversos países adotaram políticas nacionais de fomento ao uso de biocombustíveis, como a Alemanha, Áustria, França, Itália e Reino Unido. Além disso, o Parlamento Europeu, no ano de 1994, concedeu isenção de 90% nos impostos dos biocombustíveis, além de subsídios a produtos agrícolas não alimentícios plantados em áreas antes sem uso.

⁴⁸ Normas e especificações para biodiesel misturado com combustíveis destilados médios. Especifica vários métodos de ensaios para determinação de propriedades de misturas de biodiesel, como: ponto de inflamação e viscosidade cinemática.

A produção europeia de biodiesel, segundo dados e estimativas da USDA, que acompanha a produção de biocombustíveis no continente, apresentou crescimento. Já o número de usinas e sua capacidade produtiva apresentaram redução, no entanto, ainda se nota uma capacidade ociosa do parque industrial acima de 50% para o ano de 2013, Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Evolução do mercado europeu de biodiesel de 2006 a 2013.

Evolução do mercado europeu de Biodiesel (1.000 Mt)								
	2006	2007	2008r	2009r	2010r	2011e	2012f	2013f
Produção	4,76	5,87	8,41	8,68	9,43	9,43	9,55	10,10
Importação	0,60	0,93	1,78	1,93	2,11	2,78	2,70	2,14
Exportação	-	-	0,60	0,67	0,10	0,88	0,10	0,11
Consumo	4,82	6,80	9,16	10,80	11,68	12,10	12,15	12,13
Estoques	-	-	0,97	0,71	0,47	0,49	0,49	0,49
No. de usinas	119	187	240	248	260	256	257	252
Capacidade	5,81	11,22	16,18	20,45	20,86	21,54	21,43	21,36

Fonte: Adaptado de USDA, 2012.

r = revisado / e = estimado / f = previsto; para conversão de unidades considerar: 1 MT = 1.136 litros.

É interessante destacar a relevância dos países em termos de produção de biodiesel no continente europeu. Nesse sentido, a Tabela 4.2, adaptada de USDA, traz a relação dos principais países produtores. Destaque deve ser dado aos três principais produtores, Alemanha, França e Espanha, os quais juntos produzem mais de 56% do biodiesel europeu. Chama atenção também o fato de que, no período estudado, 2006 a 2013, a Alemanha, pioneira na produção de BD apresentou redução em sua produção, enquanto a França e Espanha aumentaram-na. A produção francesa aumentou cerca de 270% e a espanhola aumentou por quase 10 vezes.

Tabela 4.2 – Principais produtores europeus de biodiesel para o período de 2006 a 2013.

Principais produtores de biodiesel na Europa (milhões de litros)								
Países	2006	2007	2008r	2009r	2010r	2011e	2012f	2013f
Alemanha	2,730	3,280	3,250	2,600	2,880	2,790	2,670	2,560
França	0,650	1,090	2,000	2,610	2,270	2,350	2,390	2,390
Espanha	0,140	0,170	0,280	0,700	1,370	0,740	0,800	1,480
Benelux ¹	0,050	0,290	0,430	0,840	0,910	1,140	1,140	1,140
Itália	0,680	0,530	0,760	0,900	0,830	0,570	0,680	0,680
Polônia	0,100	0,060	0,310	0,420	0,430	0,430	0,470	0,490
Outros	1,060	1,250	2,520	1,790	2,010	2,680	2,700	2,735
Total	5,410	6,670	9,550	9,860	10,700	10,700	10,850	11,475

Fonte: Adaptado de USDA, 2012.

r = revisado / e = estimado / f = previsto; para conversão de unidades considerar: 1 MT = 1.136 litros.

1 - Bélgica, Países Baixos e Luxemburgo

Com relação à utilização direta de óleo vegetal como combustível, o Parlamento e o Conselho Europeu consultaram o CESE⁴⁹ a respeito de alterações que pretendiam realizar na “Diretiva 2009/28/CE” – relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis. O Comitê (CESE) emitiu parecer no qual demonstrou seu agrado e apoio aos objetivos gerais da diretiva, no entanto, fez algumas críticas com relação à utilização de bioenergias no setor de transportes.

... O CESE já abordou a questão das energias renováveis na agricultura em vários outros pareceres, tendo referido, entre outros aspectos, que a utilização de óleos vegetais puros proporciona alternativas interessantes. Por exemplo, a Áustria, com base nos resultados de um projeto financiado pela Comissão ao abrigo do 7º Programa-Quadro de Investigação e Desenvolvimento relativo à utilização de óleos vegetais puros não sujeitos a processos químicos, pretende estender a sua utilização à agricultura... (CESE, 2013).

A União Europeia há mais de uma década não apenas reconhece como também tem destacado, em diversos documentos, a possibilidade do uso de óleos vegetais diretamente em motores:

O óleo vegetal puro, produzido a partir de plantas oleaginosas, por pressão, extração ou métodos comparáveis, em bruto ou refinado, mas quimicamente inalterado, pode também ser utilizado como biocombustível em casos específicos, quando a sua utilização for compatível com o tipo de motor e os respectivos requisitos relativos às emissões (UE, 2003).

Na Europa, foi criado um consórcio entre 10 organizações⁵⁰ que desenvolvem projetos com o uso de óleo vegetal combustível. Este consórcio tem apoiado pesquisas e demonstrações com óleo vegetais combustíveis de segunda geração em motores avançados. Ele tem desenvolvido uma estratégia dupla, na qual tanto os motores quanto o combustível estão sendo adaptados, e pretende com isso conseguir uma alta performance dos motores, com o mínimo de consumo de combustível, atendendo ainda os limites de restrições de emissões vigentes (2ndVegOil, 2013).

O consumo de óleo vegetal na Europa, no ano de 2008, chegou a cerca de 4% dos biocombustíveis consumidos no continente (EUROSERVER, 2009). Já os biocombustíveis representaram 3,3% do total de combustíveis utilizados no setor de transportes, havendo variações entre os diferentes países. Diante dessa crescente importância dos biocombustíveis no cenário mundial, faz-se interessante destacar as políticas adotadas pelos principais países produtores, nos quais o biodiesel é o de maior destaque.

⁴⁹ O Comitê Econômico e Social Europeu é um órgão consultivo da União Europeia, o qual tem como uma de suas principais funções o papel de ser "ponte" entre os órgãos da UE (Comissão Europeia, Conselho da União Europeia e Parlamento Europeu) e aquela a que chama "sociedade civil organizada".

⁵⁰ John Deere; VWP; LVK-TUM; Lubrizol Corporation; Waldland; RAEE; FRCUMA; ITP; NEN; IBDI – Regineering.

3.1.1 Alemanha

Os pioneiros em produzir e comercializar em escala industrial o biodiesel foram os alemães, em 1991. Este país foi também o único a disponibilizar o B100 direto nas bombas dos postos de combustível, fato que permitiu ao consumidor definir a mistura que achasse mais adequada (CHIARANDA *et al.*, 2005).

No início da década de 1990, pequenos agricultores começaram a se dedicar à produção do biodiesel, segundo Chiaranda *et al.* (2005), e no mês de junho de 1991 as primeiras bateladas foram produzidas em usina próxima de Leer. Ainda desconhecido, o biodiesel precisou contar com apoio de uma política de marketing, desenvolvida pelo governo e por instituições como a UFOP (*Union for Support of Oilseed and Proteinplants*). Buscava-se desenvolver mercado a partir da conquista da confiança e do esclarecimento das principais dúvidas dos novos consumidores. Foi também criado o grupo de trabalho com o objetivo de garantir a qualidade do biodiesel (*AGQM – Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e. v.*). O grupo fornece o selo de garantia para o biodiesel que estiver de acordo com as normas definidas pela organização, certificando toda a cadeia de produção e divulgando nas bombas ao consumidor final.

Aspecto peculiar da política alemã para biocombustíveis é que é possível a aquisição do produto B100 e mesmo o OV em diversos postos ao longo do país. Ao consumidor é possível tanto o uso de BD quanto de OV, assim como de se preparar misturas em quaisquer proporções no ato do abastecimento dos veículos. O governo alemão ainda promoveu a isenção de impostos até 2007; tal isenção fez com que o BD, por exemplo, estivesse cerca de 12% mais barato que o petrodiesel nas bombas em 2003, (EBB, 2007). Em janeiro de 2007, o governo alemão começou um processo de equalização das tarifas dos combustíveis, a partir da elevação das taxas até o ano de 2012 (Biodiesel Quota Act).

Os efeitos dessa alteração na tarifação sobre a cadeia produtiva já havia sido previsto pela UFOP numa publicação de 2007. Segundo eles, o aumento da taxa sobre o BD e o OV, Tabela 4.3, tornaria estes biocombustíveis pouco competitivos frente ao petrodiesel, o que seria um risco para esta indústria. Tal previsão foi constatada, o trabalho da Euroobserver (2012) destaca como a alteração tarifária afetou a Alemanha. Nesse país, a participação de OV na matriz de combustíveis, era de 377.203 (tep) em 2008, representando 15,22% do biodiesel consumido no país naquele ano. Com a mudança no ambiente institucional alemão, através da elevação das tarifas, o consumo de OV caiu drasticamente para 17,675 (tep) em 2011 (EUROSERVER, 2012).

Tabela 4.3 – Evolução dos impostos sobre os biocombustíveis europeus.

Impostos sobre os biocombustíveis europeus €/litro		
Ano	biodiesel	óleo vegetal
2007	0,09	0
2008	0,15	0,1
2009	0,21	0,18
2010	0,27	0,26
2011	0,33	0,33
após 2012	0,45	0,45

Fonte: Adaptado de UFOP, 2007.

Com a implementação da taxaço, a relaço de preos dos biocombustíveis alterou, passando o biodiesel a custar cerca de 15% a mais que o petrodiesel. Como resultado, ocorreu a reduo da demanda por estes biocombustíveis, que ficaram restritos ao mercado de mistura com o petrodiesel, provocando, como consequência, o fechamento de algumas indústrias (BIODIESELBR, 2008). O trabalho de Galiassi (2008), no qual ele realizou entrevistas com atores ligados ao biodiesel, traz a opinião de um executivo da UFOP. Segundo este entrevistado, apesar de estarem num momento de crise, os óleos vegetais ainda deverão ter mercado garantido na Europa, seja pelo uso de biodiesel ou de outras formas de biocombustível misturados no PD, como mistura compulsória.

A obrigatoriedade da mistura se deu a partir de janeiro de 2004, instaurada por lei que passou a exigir mistura de pelo menos 5% de biodiesel no diesel (B5). A VDB (*Association of German Biofuel Industry*) destaca que 70% do biodiesel alemão é distribuído para grandes consumidores (transportadoras, táxis e veículos públicos), enquanto os outros 30% são vendidos por mais de 1900 postos de combustíveis, de uma rede com cerca de 16.000 postos distribuídos por todo o país. Chiaranda *et al.* (2005) relatam que a distância média entre os postos que comercializam o biocombustível é de aproximadamente 30 km, retratando a cobertura de sua oferta.

3.1.2 França

A França é o segundo maior produtor de biocombustível da Europa. Essa condição se reforou depois de 1992, quando a partir de alteraço na legislaço francesa sobre óleos vegetais, elevou-se a oferta desse produto no mercado. Isso fez desenvolver a indústria de biocombustíveis no país. A produço francesa foi estimada em 2,39 milhões de litros em 2013, segundo USDA (2012²). O mercado consumidor da França é representativo, pois a proporço de veículos com motor de ciclo diesel é de cerca de 63% (NBB, 2008).

O suporte governamental francês à produção local se dá por meio de subsídios, sendo que atualmente são concedidos 33 centavos de euro para cada litro do produto, esse número deve aumentar para 35 euros para cada 100 litros, como forma de alavancar o setor ainda em desenvolvimento (MELLO, 2007).

O principal objetivo do biodiesel na França é a redução das emissões, tanto de GEE quanto de poluentes, como os derivados de enxofre. A nomenclatura utilizada na França é di-éster, que seria uma junção entre os nomes dados ao biodiesel (éster de ácido graxo) e o diesel de petróleo, tendo em vista que o biodiesel é comercializado em mistura com o diesel. O uso está regulamentado em 1,5% para a mistura com o petrodiesel, para uso geral, ou então para frotas cativas, onde pode se ter mistura de até 30% (B30).

No início da década de 1990, os subsídios à produção de óleo vegetal para consumo humano foram cortados; isso fez com que os produtores de oleaginosas buscassem alternativas para sua produção. Então, estes produtores começaram a utilizá-lo como combustível, em mistura com etanol de batata, para abastecer seus tratores. Em 2006, esta prática que era ilegal foi legalizada, mas apenas para o setor agrícola. A partir daí, ficou evidente a possibilidade dos motores diesel operarem com óleo vegetal, contudo, este combustível ainda não era disponível para os consumidores em geral. No entanto, toda vez que seu preço se torna competitivo frente ao petrodiesel, é possível encontrar um comércio extraoficial de óleo vegetal combustível (WTTF, 2006).

A utilização geral do biodiesel na França se restringe então a 1,5% de mistura, existindo forte divulgação sobre esta política, em especial pelas empresas de petróleo, sobre a renovabilidade do combustível francês. No entanto, tanto estas indústrias quanto o governo, são contrários ao uso de B100 ou do óleo vegetal no país. O governo, especialmente pela arrecadação de impostos, pois sobre o diesel, ele chega a arrecadar 70,83% de impostos na bomba (42,84% TIPP - imposto de consumo sobre os produtos petrolíferos e 19,6% de VAT – imposto sobre valor adicionado).

Em 1994, foi criada na França uma associação denominada “Parceiros do Biodiesel⁵¹”; ela é composta por membros de diferentes setores, representantes da sociedade civil organizada, de empresas com frotas cativas (ex.: transporte público), empresas ligadas à agricultura, entre outras. Entre seus principais objetivos está a divulgação dos benefícios do uso do biodiesel em centros urbanos, em especial nos transportes coletivos. Uma das iniciativas atualmente promovidas pela associação é a regulamentação do nível de mistura de biodiesel no petrodiesel, para 30%. A entidade sugere, em alguns casos, o uso de kits de

⁵¹ *Partenaires Diester.*

adaptação e propõe, aos parceiros, até mesmo a cobertura de garantias que possam ter sido perdidas devido ao uso do biocombustível.

3.1.3 Itália

Até o ano de 2009, a Itália se posicionava como o terceiro maior produtor europeu de biodiesel. Então, a partir de 2010, sua produção reduziu, enquanto a produção da Espanha e Benelux cresceu, a partir deste mesmo ano, a Itália passou a ocupar a quinta posição em termos de produção (USDA, 2012). A necessidade da redução de emissões de GEE e a busca pela redução de emissões de poluentes fez com que a Itália optasse pelo biodiesel, que comercialmente apresenta-se misturado ao petrodiesel na proporção entre 5% e 30%.

A principal matéria-prima nesse país também é a colza e em menor quantidade de soja, ambas em grande parte importadas, devido à reduzida produção nacional italiana (CHIARANDA *et al.*, 2005). O fato de a matéria-prima ser importada fez o governo reduzir os incentivos à produção de biodiesel, o que ocorreu em 2005 e foi responsável por derrubar a produção em 40% para o ano de 2006. Na tentativa de reverter esta situação, o governo italiano havia conseguido aprovar junto a União Europeia o desconto de até 80% nas taxas sobre o biocombustível daquele país. Foi criada também mistura compulsória ao petrodiesel, contudo, até 2013, a Itália não conseguiu recuperar sua antiga 3ª posição no ranking de produtores europeus de biodiesel (BRASILAGRO, 2008).

3.1.4 Reino Unido

Em 2003, o Reino Unido criou o *Energy White Paper*, que representa um conjunto de medidas a serem tomadas para diminuir os níveis de emissões de CO₂ e promover a produção e consumo de energia renovável e limpa. O foco principal desta política é o setor de transportes, sendo seu horizonte de ação o longo prazo. A colza também representa a principal matéria-prima.

Em 2002, o Reino Unido implementou incentivo de 20 pences por litro de biodiesel, o que deveria durar até 2009. Em 2004, o país lançou o "*Energy Act*" que ainda sobretaxaria 15 pences as empresas que não alcançassem a meta de substituição de 5% de petrodiesel por biodiesel (CORDER *et al.*, 2010). O governo daquele país ainda se comprometera a disponibilizar £2 milhões para pesquisas em cultivares não alimentares e £15 milhões para pesquisa e desenvolvimento em biocombustíveis da segunda geração.

O uso de biocombustíveis no Reino Unido é regulamentado pela legislação denominada *Renewable Transport Fuels Obligation*. Ela tornou, até abril de 2013, obrigatória a mistura de 5% de biocombustíveis (em termos de volume) aos derivados de petróleo (DFT, 2012). O governo anunciou que contribuiria para o alcance dessas metas através do financiamento de parte dos valores gastos na construção de instalações produtoras.

3.1.5 Portugal

Com vistas a promover o desenvolvimento da produção e consumo de biocombustíveis no país, o governo português aprovou, em 2005, lei que isenta os impostos de combustíveis provenientes de fontes renováveis a partir de 2008. Sobre a cadeia de biocombustíveis incidia carga tributária até maior que a incidente sobre os fósseis. Para obter a isenção de impostos, o produtor de biodiesel necessita utilizar no mínimo 50% de matéria-prima portuguesa.

Como um de seus principais objetivos, o programa busca a redução de GEE no país, atendendo a diretriz europeia 2003/30/CE (redução de 5,75% dos combustíveis fósseis no setor de transportes). No país, é comercializado o B5, e seu uso é maior para frotas cativas de transporte. O biodiesel português contribui em diminuir a dependência do país com a importação de petróleo e seus derivados, haja vista que este é um dos países europeus mais dependentes de importação desses produtos.

Quanto a matérias-primas para o biodiesel, Portugal tem o óleo de colza, soja e palma, além de óleos residuais provenientes de restaurantes ou do uso doméstico, os quais são recolhidos pelos próprios fabricantes ou por cooperativas de recolhedores. Segundo Silva e Fernandes (2006), em Portugal há dois importantes produtores que concentram juntos a capacidade produtiva de cerca de 160 mil toneladas anuais de BD, a Torrejana e a Iberol.

3.1.6 EUA

Os Estados Unidos aprovaram em 2007 a lei de independência e segurança energética – *Energy Independence and Security Act* – EISA, com a qual o programa de biocombustíveis se expandiu e passou a incluir os requisitos para a mistura diesel. O EISA determinou que todo o combustível comercializado nos Estados Unidos, para uso em

transporte, deveria conter um volume mínimo de combustíveis renováveis, biocombustíveis avançados⁵², biocombustível celulósico ou diesel produzido a partir de biomassa.

Os EUA possuem 171 unidades industriais (NBB, 2008), fruto de forte política de incentivos, que, em 2005, subsidiava a produção com valores entre U\$0,01 à U\$0,99 por galão (3,8 litros) do combustível. No entanto, para obter a autorização de comercialização de biodiesel, o produtor necessita cumprir normas de padronização, no caso a ASTM D6751. O atendimento a esta norma implica numa bateria completa de testes que pode custar cerca de US\$ 1.000,00 por amostra.

Segundo Fore *et al.* (2011), o atendimento a norma ASTM D6751 impacta negativamente a rentabilidade, tornando os custos proibitivos para a maioria dos pequenos produtores rurais de biodiesel daquele país. Por outro lado, o autor relata que existem diversos testes indicadores da qualidade do biodiesel para pequena escala, os quais podem ser usados por produtores que não desejam comercializar. Tais testes, baseados na ASTM, indicam a qualidade do biocombustível produzido e consumido na propriedade.

Nos EUA, a principal matéria-prima utilizada é o óleo de soja, o qual é misturado ao óleo de fritura usado. Mello *et al.* (2007) destacam que, em 2005, foram produzidos 248 mil toneladas do biocombustível, sendo que apenas um ano depois, esta produção chegou a 826,5 mil toneladas. A partir de dados da NBB (2013), a produção em 2012 chegou a 1,1 bilhão de galões, cerca de 3,64 milhões de toneladas. Esta produção está bem próxima da divulgada oficialmente pela USDA (2013), que é de 0,97 bilhões de galões; Os dados podem divergir devido a diferenças na densidade considerada para o biodiesel.

3.2 AMBIENTE INSTITUCIONAL DOS BIOCOMBUSTÍVEIS DE CICLO DIESEL NO BRASIL

O ambiente institucional dos combustíveis, semelhante produtos e serviços, do tipo automóveis ou transporte público, não apenas no Brasil, é marcado por ser um sistema altamente regulamentado. A regulamentação se dá por meio de subsídios, impostos ou isenção destes, controle de preços, licenças entre outros meios. Segundo Nitsch (2001), isso ocorre dentro de um quadro de estipulações institucionais muito complexo, resultante mais de um longo processo de evolução do que de algo deliberadamente projetado. No caso brasileiro, especialmente nos tempos de governo militar, a falta de transparência e controle

⁵² Para o EISA, um biocombustível avançado é aquele que produz um percentual mais baixo que 50% de emissões de GEE, para a linha de base definida pela EPA.

tornaram ainda menos nítido o limite entre interesses públicos e privados, especialmente quando se tratava do mercado de combustíveis.

No mercado nacional, o principal combustível comercializado é o diesel, que na verdade consiste em 95% de petrodiesel e 5% de biodiesel. Levando em consideração as dimensões continentais do Brasil e sua opção pelo modal rodoviário para transporte de cargas, baseado em caminhões com motores de ciclo diesel, é compreensível a importância que este combustível apresenta. O diesel, além do transporte de cargas, é utilizado no transporte de passageiros, em embarcações, na indústria, na geração de energia, nas máquinas para construção civil, nas máquinas agrícolas, locomotivas etc.

Apesar das novas descobertas de petróleo e do aumento da produção, o Brasil ainda não se tornou autossuficiente em diesel. Em 2012, o balanço entre a exportação e importação de petrodiesel representou aquisições no mercado internacional da ordem de 8,9 milhões de metros cúbicos (EPE, 2013). Porém, esse déficit na produção de petrodiesel é histórico, e foi um dos motivos que fez com que, desde 1976, seu uso fosse proibido para algumas categorias de veículos.

A Portaria nº 23, de 1994, do extinto Departamento Nacional de Combustíveis (DNC) proíbe “o consumo de óleo diesel como combustível nos veículos automotores de passageiros, de carga e de uso misto, nacionais e importados, com capacidade⁵³ de transporte inferior a 1.000 kg” (SENADO, 2006). Porém, esta proibição já acontecia desde a década de 1970, através da Portaria nº 346, de 19/11/1976, do Ministério da Indústria e Comércio – MIC (COMPANHIA DA IMPRENSA, 2013). Tais ações já representavam estratégias do governo frente à elevação dos preços do petróleo e da necessidade de reduzir a dependência internacional dos seus derivados, demonstrando como as regras definem o ambiente institucional e conseqüentemente as opções dos atores sociais.

Ainda no rol de ações para reduzir a dependência externa, em meados de 1970 o governo brasileiro lançou o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos – PROÓLEO, coordenado pelo Ministério da Agricultura. Na década seguinte, o programa foi transformado em programa nacional, a partir da Resolução nº 7, de 1980, do Conselho Nacional de Energia (ANSELMO e ARRUDA, 2009). Segundo os autores, o objetivo do programa era substituir 30% do óleo diesel por óleos vegetais de soja, amendoim, colza e girassol. No entanto, a re-estabilização dos preços do petróleo e o bom funcionamento do Proálcool⁵⁴, além dos altos custos da produção e do esmagamento dos grãos, fez com que o programa fosse abandonado.

⁵³ Computados os pesos do condutor, tripulantes, passageiros e da carga.

⁵⁴ O Programa Nacional do Alcool ou Proálcool foi criado em 14 de novembro de 1975 pelo decreto nº 76.593,

Outras iniciativas foram desenvolvidas na década de 1980, como o PRODIESEL. Este projeto envolveu instituições de pesquisa, a Petrobras, o Ministério da Aeronáutica e o Programa de Óleos Vegetais – OVEG, do Governo Federal (CECS, 2010). Segundo este mesmo trabalho, no ano de 1991, o então Presidente Fernando Collor lançou oficialmente o Projeto Dendiesel. Este programa nasceu de iniciativas que vinham sendo desenvolvidas desde a década de 1970 por diversas instituições, como: a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, o Instituto Nacional de Tecnologia – INT, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT e a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC. Novamente, o programa foi abandonado, em especial devido ao menor custo do combustível fóssil.

Em 2004, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB, cujo principal diferencial foi o aspecto de inclusão social. O governo federal, através de políticas fiscais, promoveu uma estratégia de inclusão de produtores familiares nas cadeias produtivas do BD. Assim, as indústrias produtoras de BD que adquirissem parte da matéria-prima proveniente de produtores familiares obteriam redução de PIS/COFINS como forma de incentivos fiscais. A própria ANP teve suas atribuições alteradas através da Lei nº 11.097, de 13/01/2005, às quais foram somadas as competências relativas aos biocombustíveis, passando a se chamar Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

3.2.1 Política Energética Nacional e o Mercado de Combustíveis

A Política Energética Nacional foi estabelecida pela Lei 9.478/97 de 1997 (que também trata das atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo, entre outras). Em 2005, esta primeira lei foi alterada pela Lei 11.097/2005, a qual dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e entre outras providências, atribuiu à Agência Nacional do Petróleo a responsabilidade de estabelecer as normas energéticas aplicáveis, bem como o papel de fiscalizar o comércio e o registro das atividades relacionadas aos biocombustíveis.

Assim, a principal instância reguladora do mercado de combustíveis é representada pela ANP, a qual, através de suas portarias, define as principais questões correlatas a combustível. Contudo, a regulação do mercado de combustíveis, segundo a Constituição Federal, deveria se dar por meio de leis, ou seja, a partir de emanações do poder legislativo:

com o objetivo de estimular a produção do álcool (etanol), visando o atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos.

... Art. 238 - A lei ordenará a venda e revenda de combustíveis de petróleo, álcool carburante e outros combustíveis derivados de matérias-primas renováveis, respeitados os princípios desta Constituição... (BRASIL, 1988).

No entanto, este aparato legal (na forma de leis) até hoje não foi desenvolvido, ficando por conta do poder executivo federal, a partir de decretos e portarias, a regulamentação da atividade, como a portaria da ANP nº 116, de 05/07/2000. Esta portaria regula o exercício da atividade de revenda varejista de combustível automotivo, possuindo grande impacto no mercado, ao limitar as formas e os possíveis agentes comerciais. Ela define, por exemplo, que os combustíveis somente podem ser vendidos no varejo por um posto revendedor, que este posto apenas pode adquirir o combustível de distribuidoras, e que estas não podem exercer a atividade varejista de revenda de combustíveis. A portaria ainda determina que a mistura de biodiesel ao petrodiesel, assim como do etanol à gasolina, sejam realizadas nas distribuidoras, ou refinarias, desde que, para fornecimento exclusivo às distribuidoras.

Com relação ao consumo de combustíveis de ciclo diesel no Brasil, segundo BiodieselBR (2013⁵⁵), o mercado pode ser dividido em três grandes setores: o de transportes, que compreende mais de 75% do total consumido; o agropecuário, com cerca de 16%; e o de transformação, que utiliza o produto na geração de energia elétrica e corresponde a cerca de 5% do consumo total de diesel. Após a desregulamentação da cadeia de “*downstream*” ocorrida no Brasil a partir de janeiro de 2002, os preços dos derivados foram liberados da intervenção governamental, ocorrendo inclusive a interrupção de diversos subsídios. Outra importante alteração foi a permissão da participação de agentes privados na exportação e importação de derivados de petróleo.

Apesar da liberalização do mercado, a atuação das empresas de capital privado continuou tímida, o que se deve tanto por restrições legais quanto pela dominação do mercado por parte da Petrobras. O aparato legal vigente restringe a integração vertical nas áreas de distribuição e varejo, e cria um agente intermediário entre refino e distribuição – os formuladores⁵⁵. A Petrobras controla cerca de 96% do parque de refino, o que retrata a clara intenção do governo em continuar controlando o mercado nacional de derivados de petróleo.

Nesse sentido, ainda é destacável que, das 13 refinarias existentes no país, 11 pertencem à Petrobras e duas à iniciativa privada: a pioneira Ipiranga, no Sul (do Grupo Ipiranga) e a de Manguinhos no Rio de Janeiro (do consórcio formado pela Repsol e pela Yacimientos Petrolíferos Fiscales- YPF, da Argentina). A capacidade de refino destas duas usinas é relativamente pequena, representando menos que 2% da capacidade total de

⁵⁵ **Formulador:** empresa autorizada pela ANP a exercer as atividades de Formulação de Combustível Líquido de Derivados de Petróleo.

refino no país, de modo que, devido à escala, elas tendem a atender nichos de mercado bem específicos (EPE, 2007).

Com relação aos preços do diesel no mercado doméstico, estes eram reajustados trimestralmente até 2002, com base em cotações internacionais do óleo cru e na taxa de câmbio. Estes ajustes compunham a Parcela de Preço Específica (PPE), não sendo repassados diretamente aos consumidores. A PPE foi posteriormente substituída pela Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE. O fim da regulação no setor não implicou na adoção de um sistema de paridade de importação, o qual ajustaria os preços domésticos em função dos internacionais. Pelo contrário, o governo continuou influenciando a baixa dos preços através do controle exercido pela Petrobras, o que cria distorções e afeta as ações comerciais das empresas privadas.

Especificamente, em termos de políticas para biocombustíveis, é interessante destacar os marcos regulatórios do biodiesel e do óleo vegetal, no caso deste último, apenas em termos de propostas de lei.

3.2.2 Marco regulatório do biodiesel

O biodiesel apresenta um marco regulatório desenvolvido, sendo uma atividade completamente regulamentada e regulada. Na prática, o produto biodiesel não é encontrado para aquisição por consumidores, ou seja, para os consumidores finais o produto apenas pode ser adquirido como parte do integrante do diesel de petróleo, na proporção atualmente obrigatória de 5%. Da mesma forma, as empresas produtoras apenas podem comercializá-lo a partir dos leilões organizados pela ANP. Assim, a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira ocorreu por força da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005.

Esta última lei alterou a Lei Federal 9.847/99, a qual passou a determinar que o abastecimento nacional de combustíveis fosse considerado de utilidade pública. Outro aspecto relevante da Lei nº 11.097 foi indicar alguma preocupação com a qualidade do meio ambiente ao fixar que recursos da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) poderiam ser utilizados para o fomento de projetos voltados à produção de biocombustíveis, com foco na redução dos poluentes relacionados à indústria de petróleo, gás natural e seus derivados.

Por sua vez, o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, desde o decreto 3.520, demonstra tais preocupações com questões ambientais em sua estruturação e políticas. Porém, foi o decreto nº. 5.793 que inclui aspectos relativos à produção e consumo

de biocombustíveis nas políticas deste conselho, adequando-o à nova realidade da energia renovável.

Em 2003, o interesse governamental pela adição de óleo vegetal ao diesel fóssil foi retomado, agora com o nome de biodiesel. Em julho deste mesmo ano, por meio de decreto, a Presidência da República criou um Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de estudar a viabilidade da utilização do biodiesel como fonte alternativa de energia. Este grupo realizou audiências públicas, consultas aos representantes de institutos de ciência e tecnologia, universidades, fabricantes de óleos vegetais, produtores e trabalhadores rurais, indústria automobilística, fabricantes de autopeças, bem como aos Governos Estaduais (BRASIL, 2003).

Como resultado deste Grupo de Trabalho foi elaborado um relatório, o qual veio a constituir as bases para a criação do que seria o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). Pelo Decreto de 23/12/2003, definiu-se a Comissão Executiva Interministerial como unidade gestora do programa. Em 2004, após o término dos trabalhos desenvolvidos sobre o tema, que também resultaram em relatório, o Conselho de Altos Estudos da Câmara dos Deputados apresentou o Projeto de Lei 3.368/0453, visando à inserção do biodiesel na matriz energética nacional.

Nesse mesmo ano, o Poder Executivo submeteu ao Congresso Nacional a apreciação da Medida Provisória 214, a qual versava sobre os mesmos temas abordados pelo PL. Após a tramitação da MP, o PL foi arquivado por perda do objeto em 02/2005. Assim, através da MP 214/04, inseriu-se o biodiesel na matriz energética brasileira. Por força do Projeto de Lei de Conversão 60/0454, esta MP foi posteriormente convertida na Lei Federal 11.097/2005. É destacável que por meio de uma MP, o governo consegue imprimir à norma, o texto que atender melhor seu interesse, por ser ele seu único autor. Na forma de lei (PLS, por exemplo) a norma seria discutida, negociada e votada, de modo que seu conteúdo poderia ser diferente dos interesses do governo, e até mesmo diferente do que foi planejado inicialmente pelo seu proponente.

A implementação deste programa veio por meio da criação de uma estrutura grande e complexa, em especial pelo governo federal, na qual a Comissão Executiva Interministerial, Figura 4.1, representa a esfera de decisão política mais elevada. Na época de sua criação, ela foi composta por 16 representantes, o que de certa forma reflete o grau de comprometimento do governo com o programa, além de permitir uma ideia do custo e da burocracia de tamanha estrutura.



Fonte: Adaptado de MME, 2013.

Figura 4.1 – Estrutura Organizacional da Comissão Executiva Interministerial do PNPB.

Ainda entre os anos de 2003 e 2004, o Governo Federal, sob a coordenação do MCT, criou a Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel (RBTB). Formada inicialmente pela parceria entre 22 estados brasileiros, os quais firmaram acordo de cooperação, a Rede teve aporte de doze milhões de reais no mesmo ano de sua criação, provenientes de fundos setoriais. O programa foi dividido nos seguintes temas: Agricultura; Armazenamento; Caracterização e Controle de Qualidade; Coprodutos e Produção. Como ações financiadas, estavam inclusas: a estruturação de laboratórios e formação de recursos humanos (BIODIESEL, 2013).

Para garantir controle, o estado desenvolveu procedimento que obriga a comercialização ocorrer sempre por meio de leilões. Acima de tudo, os leilões fazem com que as empresas produtoras não tenham canais de distribuição direta junto aos consumidores. Esta medida, aliada à obrigação da adição do biodiesel ao petrodiesel, torna o mercado cativo e pouco competitivo. Os leilões de biodiesel são eventos que ocorrem, via

de regra, trimestralmente, e têm o objetivo de comercializar a produção de biodiesel dentro do mercado nacional.

Existem dois tipos de leilões, um é o realizado pela ANP para a aquisição do biodiesel pelas distribuidoras, seu objetivo é suprir a mistura obrigatória de BD ao PD. Existem ainda os leilões e que a Petrobras adquire BD para formação de estoques, os quais são utilizados para solucionar eventuais problemas de fornecimento. Tais problemas ocorrem quando as usinas que se comprometeram a fornecer BD às distribuidoras não conseguem cumprir seus contratos. Então, para evitar desabastecimento, a Petrobras fornece este biodiesel a partir de seu estoque regulador, acionando depois a usina não cumpridora do contrato. É interessante destacar que, caso estes estoques não sejam suficientes para garantir a mistura compulsória e o parque industrial não tenha capacidade de produzi-lo em tempo hábil, a importação de BD será inevitável.

3.2.3 Marco Regulatório do Óleo Vegetal

O uso de óleo vegetal como combustível não possui um marco regulatório no Brasil, apesar de já existirem estudos sobre o seu uso como alternativa combustível há décadas, inclusive a partir de programas oficiais do governo. No entanto, o recente aumento do preço do diesel, por volta de 2006, fez novamente surgir o interesse pelo uso deste óleo como combustível.

É importante destacar que a circulação de veículos utilizando óleo vegetal combustível é proibida, a menos que seja previamente autorizada pela autoridade competente. O artigo 98 do Código de Trânsito Brasileiro dispõe que:

"nenhum proprietário ou responsável poderá, sem prévia autorização da autoridade competente, fazer ou ordenar que sejam feitas no veículo modificações de suas características de fábrica" (BRASIL, 1997).

Portanto, no caso de qualquer modificação, é necessário apresentar requerimento ao órgão de trânsito onde o veículo está registrado, solicitando autorização para tal mudança. Para tanto, a autoridade de trânsito exige o Certificado de Segurança Veicular - CSV, expedido por organismo credenciado pelo INMETRO e homologado pelo DENATRAN. Por sua vez, no caso de alterações no tipo de combustível, este certificado é emitido somente para combustíveis homologados.

A autorização para circular com combustíveis alternativos, que não os homologados, pode ser concedida em casos de pesquisa, geralmente quando vinculada a instituições de que atuam nesse fim. No entanto, por não existir uma fiscalização ostensiva, que busque verificar nas propriedades rurais o uso de combustíveis não autorizados, é provável que ele ocorra em número maior do que se imagina.

Nesse sentido, um dos entrevistados da primeira fase do Estudo de Campo, destacou que, enquanto funcionário do MAPA, entre 2006 e 2007, coordenou estudo sobre o consumo do diesel pelo setor agropecuário. Este estudo buscou identificar os motivos pelos quais o consumo de diesel tinha comportamentos diferenciados em algumas regiões, especialmente quando o seu preço estava em alta. Segundo o entrevistado, o trabalho confirmou o que já suspeitavam, que em locais com grande produção de oleaginosas (soja na região Centro-Oeste, por exemplo), onde o preço dos óleos vegetais eram menores que o do diesel, os produtores os utilizavam em substituição ao combustível fóssil.

Tais fatos estimularam grupos políticos ligados ao agronegócio a reativarem antigos planos de regulamentação do uso de óleos vegetais diretamente como combustíveis. Nesse sentido, foi criado o Projeto de Lei do Senado – PLS 81/2008, que fora apresentado pelo Senador Gilberto Goellner àquela casa em 18/03/2008. O PLS, por recomendações e solicitações, foi submetido às Comissões de Agricultura e Reforma Agrária; de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática; e à Comissão de Serviços de Infraestrutura (SENADO, 2013^a).

Após emendas, o projeto, que era terminativo, foi aprovado, mas por força de um recurso, que requisitou sua votação em plenário, ele não pôde caminhar à Câmara dos Deputados. No dia 23/04/2010, o PLS estava pronto para ser incluído na ordem do dia, mas desde então ele se encontra “parado”, aguardando a votação no plenário do Senado para seguir à outra casa legislativa. É interessante destacar que nesses casos se faz imprescindível a disposição política, caso contrário, esta votação pode nunca ocorrer. No Senado, o projeto pode ficar até oito anos aguardando apreciação, ou seja, o PLS 81/2008 tem que ser votado até 2015, que é o início da próxima legislatura, caso contrário, ele será arquivado. O projeto final traz em seu *caput*:

Dispõe sobre a produção, comercialização e o uso de óleo vegetal refinado, como combustível para máquinas e equipamentos, geradores de energia, veículos de transporte de pessoas e de mercadorias, utilizados em atividades agropecuárias e florestais; transporte rodoviário, hidroviário e ferroviários de produtos e insumos agropecuários e florestais; veículos de transporte público coletivo urbano, e dá outras providências (NR) (SENADO, 2013^a).

Ainda por iniciativa do Senado Federal, em 2010, através da Comissão de Serviços de Infraestrutura, outro projeto de lei foi proposto. Nesse caso, foi constituído um “Grupo de Trabalho sobre Biocombustíveis”, que realizou seis audiências públicas com diversos setores, os quais deram suas contribuições. Como resultado desses trabalhos foi elaborado o PLS – 219/2010, que dispõe sobre a Política Nacional para os Biocombustíveis, a qual trata, além dos biocombustíveis de forma geral, de alternativas como a cogeração a partir de biomassa, diferentemente do PLS 81/2008, que trata especificamente do uso de óleo vegetal como combustível.

Assim, o projeto mais recente aborda questões gerais como: garantia da competitividade e sustentabilidade da matriz de combustíveis; promoção da concorrência nas atividades produtivas; incentivo à cogeração a partir da biomassa e subprodutos; desenvolvimento do comércio internacional de biocombustíveis; estímulo ao investimento em infraestrutura, em pesquisa e desenvolvimento; estímulo das reduções de emissões de GEE; criação de mecanismos para garantir crescimento participação dos biocombustíveis na matriz; garantia do abastecimento nacional de biocombustíveis; incentivo à participação de iniciativas nacionais e internacionais de certificação; garantia de relações de trabalho dignas; redução de desigualdades sociais regionais; indução de ocupação do solo conforme o ZEE; além de outras (SENADO, 2013^o).

O PLS 219/2010 foi sendo alterado, como naturalmente ocorre ao longo do processo de tramitação dentro da casa legislativa. Percebe-se, pelas alterações sofridas, que a possibilidade do uso de OV foi sendo dificultada, e finalmente excluída do texto atual aprovado em 12/12/2013 pela Comissão de Agricultura e Reforma Agrária do Senado. O Quadro 4.1 permite visualizar as alterações sofridas pelo projeto na casa legislativa desde 2009.

Quadro 4.1 – Diferenças no conteúdo dos projetos de lei em tramitação Senado.

Projetos	Referência ao uso de OV combustível no texto do PLS	Fonte
Minuta do PLS que deverá dispor sobre a Política Nacional para os Biocombustíveis	Cap. IV - Art. 13. Ficam autorizados, em todo o território nacional, a comercialização e o uso de óleo de origem vegetal, puro ou com mistura, como combustível para tratores, colheitadeiras, veículos, geradores de energia, motores, máquinas e equipamentos automotores utilizados na extração, produção, beneficiamento e transformação de produtos agropecuários, bem como no transporte rodoviário, ferroviário ou hidroviário desses mesmos produtos e de seus insumos em geral, quando houver tecnologia apropriada, nos termos de regulamento da ANP.	Senado, 2013 ^b
Projeto de Lei do Senado Nº 219, de 2010, dispõe sobre a Política Nacional para os Biocombustíveis	Cap. IV - Art. 10. Poderão ser autorizados, em situações especiais, a comercialização e uso de óleo vegetal como combustível para tratores, colheitadeiras, geradores de energia, motores, máquinas e equipamentos automotores utilizados na extração, produção, beneficiamento e transformação de produtos agropecuários, bem como no transporte rodoviário ou hidroviário desses mesmos produtos e de seus insumos em geral, quando houver tecnologia apropriada, e nos estritos termos do regulamento (SENADO, 2013).	Senado, 2013 ^c
Emenda Nº 3 – CRA (Substitutivo) Projeto de Lei do Senado Nº 219, de 2010	NÃO HÁ REFERÊNCIAS À UTILIZAÇÃO DE ÓLEO VEGETAL COMO COMBUSTÍVEL.	Senado, 2014

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das fontes citadas.

A partir do conteúdo final dos projetos fica claro que a utilização do óleo vegetal como combustível não será contemplada na política nacional de biocombustíveis. Caso aprovada, a lei deverá fortalecer especialmente o PNPB, pois em sua nova redação ela prevê o aumento da mistura de BD ao diesel até a proporção de 20%:

Art. 13. O percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional passa a ser fixado em 20% (vinte por cento) em volume.

§ 1º O prazo para aplicação do disposto no *caput* deste artigo, na forma do regulamento, observará o seguinte cronograma:

I - percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final de 7% (sete por cento), a partir da vigência desta lei;

II - percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final de 10% (dez por cento), no prazo de 8 (oito) anos a partir da vigência desta lei;

III - percentual mínimo de que trata o *caput* deste artigo, no prazo fixado no regulamento (SENADO, 2014).

As políticas públicas emanadas do poder federal, seguindo o que apregoa a NEI, atendem aos interesses dos atores e de suas organizações. Nesse sentido, é interessante

trazer descrição sobre as principais organizações ligadas à produção de biocombustíveis, que consistem em importantes condicionadoras do ambiente institucional.

3.2.4 Organizações na cadeia dos biocombustíveis de ciclo diesel no Brasil

É importante destacar o papel de algumas instituições relevantes na cadeia produtiva dos biocombustíveis e de atividades correlatas a elas, tanto no âmbito nacional quanto internacional. Elas possuem um papel decisivo na configuração do ambiente institucional e representam interesses de diversos segmentos ligados aos biocombustíveis.

No Brasil, diversas organizações merecem destaque quando se trata de governança e da configuração do ambiente institucional dos biocombustíveis, entre elas: as representantes do setor agroindustrial, de distribuição, entre outros. A seguir são destacadas algumas das principais instituições que influenciam o ambiente institucional do uso de biocombustíveis.

UBRABIO – União Brasileira de Biodiesel e Bioquerosene: Criada em 2007, como uma entidade representante dos produtores do biocombustível e matérias-primas, da indústria esmagadora, de fornecedores de equipamentos, agroindústrias de extração de óleo vegetal e de farelos, indústrias de insumos químicos, tecnologias e serviços relacionados ao setor. A Figura 4.2 traz os associados da Ubrabio.

A Ubrabio define como seus principais objetivos o estímulo à produção, comercialização, realização de pesquisas, e a elaboração de projetos e propostas, em especial do novo Marco Regulatório para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que irá contribuir para o aperfeiçoamento e regulamentação de toda a cadeia produtiva.

A organização consiste em instância interlocutora entre sociedade e governo para mobilizar e unir esforços, recursos e conhecimentos na busca pelo desenvolvimento do setor de biocombustíveis. Um de seus principais trabalhos tem sido a negociação junto ao governo em busca do aumento do teor de biodiesel no diesel comercial, a proposta vigente busca elevar para 7% (Diesel B7). Por outro lado, a possibilidade de uso de óleo vegetal como combustível, sem transesterificar, não atenderia os interesses da organização, pois prescindiria da atividade da qual seus associados pertencem, a produção de biodiesel, ou a fabricação de equipamentos para este fim.



Fonte: Adaptado de Ubrabio, 2013.

Figura 4.2 – Empresas associadas à Ubrabio.

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais: a associação foi fundada em 1981 e reúne 12 empresas associadas que são responsáveis por 60% do volume de processamento de soja do Brasil. O seu objetivo é representar as indústrias de óleos vegetais, cooperar com o governo brasileiro na execução das políticas que regem o setor, promover os produtos brasileiros, fornecer suporte para seus associados, gerar estatísticas e preparar estudos setoriais. A Figura 4.3 traz os associados da Abiove.

Para a associação, segundo entrevista concedida por um de seus representantes, tanto a política do biodiesel quanto a possibilidade da utilização de óleo vegetal direto em motores, faz-se interessante. Isso porque, no elo agroindustrial onde se inserem os associados, a comercialização do óleo vegetal para combustível poderia representar novas possibilidades de negócio.



Fonte: Adaptado de ABIOVE, 2013⁹

Figura 4.3 – Empresas associadas à Abiove.

APROBIO – Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil: criada em 2011, em São Paulo, para representar e defender os interesses da atividade no país. A entidade tem 28 empresas associadas, Figura 4.4, com 36 usinas responsáveis pela produção anual de 3,73 bilhões de litros, e capacidade autorizada de 6,3 bilhões de litros/ano. Diferente da Ubrabio, a associação possui apenas indústrias produtoras de biodiesel associadas.



Fonte: Adaptado de Aprobio, 2013.

Figura 4.4 – Empresas associadas à Aprobio.

SINDICOM – Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes: Fundado em 1941, representa, nacionalmente, as principais companhias distribuidoras de combustíveis e de lubrificantes, Figura 4.5. Suas associadas respondem por mais de 80% do volume distribuído de combustíveis e lubrificantes no Brasil. Segundo a

entidade, ela consiste no fórum apropriado para discussões de assuntos jurídicos, fiscais, operacionais, de suprimentos, de transportes, de segurança industrial, de saúde ocupacional e de proteção ao meio ambiente, que sejam comuns às suas associadas. A entidade ainda representa a categoria junto ao governo. Segundo o sindicato das distribuidoras, sua participação no mercado é a seguinte:

78,5% do mercado de distribuição de combustíveis automotivos no Brasil; 94,5 bilhões de litros de combustíveis automotivos, industriais, de aviação e lubrificantes comercializados em 2012; 20.600 postos de serviço com as marcas das associadas; 130 locais de armazenamento para distribuição de combustíveis; Faturamento anual de mais de 175 bilhões de reais; Arrecadação de tributos na ordem de R\$ 55 bilhões/ano Sindicom (2013).

Trata-se de um sindicato muito consolidado e fortalecido, que devido ao volume comercializado por suas associadas, movimenta elevado montante econômico. Esta condição dá à organização muita força econômica e efetividade na defesa de seus interesses, sendo ela muito ativa em termos políticos junto ao governo.



Fonte: Adaptado de Sindicom, 2013.

Figura 4.5 – Empresas associadas ao Sindicom.

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores: a associação foi fundada em 1956, reúne atualmente empresas fabricantes de autoveículos (automóveis, comerciais leves, caminhões, ônibus) e máquinas agrícolas automotrizes (tratores de rodas e de esteiras, colheitadeiras e retroscavadeiras) com instalações industriais no Brasil, Figura 4.6. Entre suas atribuições, a entidade destaca o estudo de temas da indústria e do mercado de autoveículos e máquinas agrícolas automotrizes; a coordenação e defesa dos interesses coletivos das empresas associadas; o patrocínio de exposições automotivas e outros eventos de caráter institucional.

Para as associadas da Anfavea, a criação ou modificação de motores para operarem com combustíveis alternativos não representa um negócio interessante, pois tais mudanças

tecnológicas não aumentariam a demanda, e implicariam em elevação dos custos operacionais das indústrias montadoras. O comportamento destas indústrias no Brasil costuma ser refratário a mudanças no seu processo produtivo, especialmente as que afetem a economia de escala.



Fonte: Adaptado de Anfavea, 2013.

Figura 4.6 – Empresas associadas à Anfavea.

A partir da breve descrição das associações e sindicatos é possível se ter ideia da representatividade dessas organizações. Não apenas a participação de importantes empresas, mas também a estruturação de um organismo muito bem articulado, faz com que as intervenções em decisões políticas desses atores sejam bastante contundentes. De modo que, mudanças nos cenários políticos envolvendo a produção, comercialização e consumo de combustíveis, não serão concebidas nem implementadas se não estiverem alinhadas aos interesses destas organizações.

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

O ambiente institucional delimita, portanto, as bases da regulamentação, produção, distribuição e consumo dos combustíveis. Como consequência, as possibilidades de ação das firmas são delimitadas por este ambiente, em especial por se tratar de uma atividade não apenas regulamentada, mas com forte participação do estado na produção e distribuição.

Internacionalmente, poucos países optaram pela regulamentação do OV combustível, os com maior destaque são a Alemanha e a Áustria. A Alemanha inicialmente até mesmo

fomentou este combustível a partir de redução da carga tributária. Em outros países como a França, seu uso é conhecido, apesar de não autorizado. Pela facilidade e baixo custo dos kits de adaptação, os produtores costumam recorrer ao OV sempre que seu custo é competitivo.

No Brasil, a regulamentação criada para o setor, provê aos órgãos governamentais forte influência no mercado de biocombustíveis. O Ministério das Minas e Energia – MME, o Conselho Nacional de Política Energética, e a ANP são as principais instâncias onde é definida a Política Energética Nacional. Com relação aos biocombustíveis, o MDA e o MAPA são órgãos que também possuem influência nas definições da Política Energética Nacional. A NEI é usada a seguir para contribuir na análise deste ambiente institucional.

4.1 PNPB CONSIDERAÇÕES A PARTIR DA NEI

Como toda vez que existe assimetria de informações nas transações os seus custos serão majorados, os chamados custos de transação, então, em busca da manutenção da competitividade, os agentes buscarão reduzir estes custos. Na prática, isso pode acontecer através da integração, verticalização, ou simplesmente da busca por agentes que estejam mais estruturados, fornecendo mais confiança e reais garantias do cumprimento dos acordos ora pactuados. Isso foi o que ocorreu no caso do fornecimento de matérias-primas para o PNPB.

A matéria-prima representa a maior parte do custo de produção do biodiesel, por sua vez, os custos de transação ligados à aquisição desta matéria-prima, são derivados de questões logísticas, de manutenção dos contratos, de negociação e da assistência técnica prestada aos produtores familiares (SALOMÃO, 2013). Por outro lado, nas regiões Norte e Nordeste, as oleaginosas incentivadas eram a palma e mamona, cujos produtores familiares tinham pouca experiência, apresentavam produção pulverizada e cadeia produtiva não estruturada.

Tais fatos geravam grande incerteza quanto ao cumprimento dos contratos de fornecimento, o que poderia cancelar o SCS das indústrias, caso ficassem restritas aos produtores familiares daquelas regiões. Outra norma que encarece sobremaneira a produção é obrigação das empresas adquirirem 50% da matéria-prima dos produtores familiares nessas regiões. Assim, com o objetivo de reduzir os custos de produção, a aquisição de matérias-primas se deslocou para as regiões tradicionalmente produtoras de oleaginosas, conforme observado.

Conseqüentemente, como preconiza a NEI, os produtores se movimentaram em busca de reduzir seus riscos e custos de transação. Isso fez com que a maior parte dos contratos fosse transacionada com os produtores familiares das regiões Centro-Oeste e Sul. Estes produtores não apenas estavam mais estruturados (cadeia da soja), como também estavam mais organizados em cooperativas, proporcionando maior segurança em contratos comerciais. Com isso, um dos principais objetivos do PNPB não foi completamente atendido, que era o atendimento preferencial das regiões mais carentes, NE e N.

4.2 AS POLÍTICAS PÚBLICAS COMO FORMA DE INFLUÊNCIA DO ESTADO

A partir das políticas públicas são então criadas restrições ou oportunidades que definem o conjunto de alternativas a que os agentes econômicos se sujeitam ou se beneficiam. Este ambiente institucional favorece, ou não, a elevação dos custos de transação, de transformação e a lucratividade, existentes no sistema econômico. Assim, no que concerne a combustíveis, o estado pode influenciar das seguintes formas:

- **No preço do combustível** – ao diferenciar tributos ou subsidiar o preço final, no caso do diesel;
- **Nas opções de uso** – ao restringir o tipo de combustível, como no caso da proibição de diesel para veículos de passeio, ou na proibição da comercialização de biodiesel puro (B100) para o consumidor final, ou ainda na não regulamentação do óleo vegetal como alternativa;
- **Na oferta e demanda** – ao criar misturas compulsórias como para o biodiesel e para o etanol, ou ao promover ações de importação ou exportação;
- **No incentivo indireto** – ao diferenciar impostos de veículos conforme o tipo de combustível.

No que tange a produção e consumo de biocombustíveis, as políticas públicas sempre trabalharam o lado da oferta, buscando garantir o fornecimento e buscando alternativas menos custosas. Ações no sentido de aumentar a eficiência no uso do combustível, como melhorias tecnológicas que elevassem o desempenho dos equipamentos ou mesmo racionalização do modal de transportes têm sido incipientes.

A lógica do estado pode ser compreendida considerando os seguintes fatores e consequências da estratégia adotada:

- A opção pelo modal rodoviário, apesar de menos eficiente em termos de kg transportados por litro de combustível consumido, proporciona forte impulso à indústria automobilística;
- O transporte rodoviário eleva a necessidade da construção de rodovias, o que para o setor público sempre foi atividade muito interessante, devido à promoção política que ela proporciona;
- Incremento na arrecadação de impostos, o que ocorre sempre que se favorece o mercado de combustíveis e o de veículos;
- O governo tem participado do mercado de combustíveis como agente econômico através da Petrobras, de modo que, quando se tem oferta, a elevação do consumo nunca foi problema, e sim um bom negócio.

4.3 INCOMPATIBILIDADES DA ESTRATÉGIA FÓSSIL REPLICADA AOS BIOCOMBUSTÍVEIS

É interessante destacar que o aparato legal desenvolvido para os biocombustíveis (biodiesel e etanol) buscou perpetuar o modelo de cadeia produtiva centralizada, vigente para o petróleo e seus derivados. Porém, o fato de a produção de matéria-prima para os biocombustíveis ser descentralizada geograficamente (propriedades rurais por todo país), ao contrário dos combustíveis fósseis (jazidas de petróleo pontuais), torna este modelo logístico ineficiente para os biocombustíveis.

O que acontece em termos espaciais com a produção de biodiesel é que, no caso da soja, a matéria-prima produzida por milhares de propriedades ao longo do país é levada para as esmagadoras de grãos, o que consiste na primeira centralização da matéria-prima. Em seguida, o óleo vegetal produzido pelas esmagadoras é transportado até as usinas de biodiesel, que existem em menor número, novamente implicando em concentração geográfica. Mais uma vez, para se compor a mistura compulsória, nova concentração é realizada, transportando-se o biodiesel até as distribuidoras, para composição do Diesel B5. Este produto então é distribuído a todos os consumidores do país, seguindo muitas vezes o caminho inverso, retornando para ser consumido pelos próprios equipamentos que participaram da produção da matéria-prima.

O modelo para uso do OV como biocombustível deve ser coerente com a condição de produção distribuída da matéria-prima desta cadeia produtiva. Atento a tais características, este modelo deve permitir a possibilidade do consumo sem que haja necessidade de acionar toda a logística necessária ao modelo fóssil. Diferentemente do biodiesel, a utilização do OV não deve ser oferecida a toda sociedade, ela deve ficar restrita aos nichos onde de fato se faz interessante. Portanto, para viabilizar o uso do OV, faz-se necessária a mudança no arcabouço legal de biocombustíveis, o que necessariamente deixará de lado o uso do sistema centralizador vigente para o diesel e biodiesel.

4.4 A POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS E OS CONFLITOS DE INTERESSES

No Brasil, a implementação do programa de biodiesel teve, desde seu início, uma configuração mais social que ambiental. Tanto que, diferentemente de outros países, a participação de agricultores familiares no programa se mostrava mais importante que os próprios índices ambientais provenientes dessa produção. O alinhamento com a questão da inclusão social, proeminente na linha de governo que criou o programa, fez com que a produção familiar fosse priorizada. Nesse sentido, as principais matérias-primas oficialmente privilegiadas pelos incentivos fiscais representavam tecnologias mais aptas à agricultura familiar. No entanto, estas culturas, mamona e pinhão-manso, não consistiram nas opções tecnicamente mais adequadas ao propósito de biocombustíveis.

O mérito que o PNPB teve em incluir produtores familiares na cadeia produtiva é um fato inquestionável, o que embora tenha ocorrido, em grande parte, pelo esforço da iniciativa privada em manter o selo social, tendo ficado a cargo do poder público apenas a coordenação dessas iniciativas. Isso porque o governo transferiu às indústrias de biodiesel a responsabilidade de assistência técnica e extensão rural (ATER). Há tempos, a ATER pública não tem tido êxito em prestar um bom serviço de apoio aos agricultores familiares. Tanto que, o governo federal em 1990 extinguiu a Empresa Federal de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater), ficando a cargo dos estados esta atividade.

Certamente, um dos motivos do relativo sucesso do PNPB em incluir os agricultores familiares foi a estratégia de vincular os incentivos fiscais, dados às usinas, ao apoio e fomento da produção familiar por parte destas. Com isso, conseguiu-se atingir bons resultados com a ATER, ancorados na necessidade das empresas em manter o selo social, que se tornara especialmente dependente da assistência técnica à produção rural e da

satisfação do produtor atendido. O envolvimento da agricultura familiar na cadeia produtiva já representa uma boa razão para a continuidade do programa, o que é inclusive fortalecido no projeto de lei substitutivo, apresentado pelo Senado.

No entanto, apesar dos números positivos com relação ao atendimento à agricultura familiar e à produção de biodiesel que o programa atingiu, existem diversos problemas, em especial quanto à estrutura, funcionamento e sustentabilidade no longo prazo. Tais problemas se refletem em sérias críticas, como por exemplo, na descrita na Carta de Búzios⁵⁶:

... Em face da legislação vigente, a comercialização de biodiesel ocorre por meio de leilões trimestrais realizados pela ANP. A sistemática impõe arranjos logísticos específicos, seleção adversa de fornecedores em determinados casos e artificialismo de preços, apresentando, por consequência, sinais de extenuação. Esse quadro sugere revisão do arcabouço legal, composto por atos do Conselho Nacional de Política Energética, do Ministério de Minas e Energia e da própria ANP, sem perder de vista, por um lado, as metas sociais implícitas ao Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, por outro, a garantia da qualidade e do abastecimento do biocombustível... (ANP, 2009).

Contudo, as alterações na versão final do PLS 219/2010 mudam completamente a proposta original da política de biocombustíveis, não só mantendo o formato do PNPB como ampliando a participação do BD na matriz de combustíveis. Num primeiro momento, as alterações apenas dificultaram a regulamentação do uso do OV, sendo que no PLS Substitutivo, simplesmente foram retiradas quaisquer menções àquela tecnologia. A alteração no texto original reflete a influência das organizações sobre o segundo nível da análise social sugerida por Williamson – Ambiente Institucional. Nesse nível, as regras formais (normas e leis) refletem os interesses dos atores com maior poder de influenciar, criando regras que protegem os interesses destes grupos.

O choque com os interesses do governo e de instituições ligadas à cadeia produtiva de combustíveis representa forte barreira no sentido de obstruir e alterar iniciativas. Por contrariar os interesses destes grupos, a proposta da utilização do OV foi barrada, tendo o PLS 81/2008 ficado paralisado e o PLS 219/2010 sido profundamente alterado. A seguir, são apresentados os grupos e os interesses afetados.

⁵⁶ Documento elaborado durante Workshop conduzido pela ANP sobre o atual cenário do mercado de combustíveis no Brasil.

4.4.1 Governo

O governo é afetado tanto no seu papel de regulador e arrecadador de impostos, como enquanto no papel de produtor, na figura da Petrobras.

Queda de arrecadação – o governo claramente é sensível ao fato de que a produção descentralizada dificulta o controle e a fiscalização da comercialização, o que certamente afetaria a arrecadação de impostos, o que ainda é mais certo no caso de produção para autoconsumo. Optando-se pelo biodiesel, praticamente não existiria produção para autoconsumo, pois os custos da transesterificação tornam o BD mais caro que o óleo mineral, inviabilizando tal alternativa. No caso do óleo vegetal, a viabilidade de escalas industriais menores permitiria a produção para consumo próprio.

Com relação aos aspectos tributários, sobre o biodiesel, apesar do selo combustível social, ainda incidem os impostos estaduais, por exemplo, ICMS, e mesmo impostos federais como o imposto de renda sobre a empresa produtora. Devem ser considerados ainda os “quase impostos”, que são taxas e outros valores que as agências e empresas estatais arrecadam sobre o biodiesel, e que dificilmente obteriam sobre alternativas como o OV, por permitirem autonomia aos consumidores, ou seja, produção para autoconsumo.

Redução de controle – a produção de combustíveis fósseis é tradicionalmente controlada pelo estado, de modo que o governo não vê com bons olhos a possibilidade de um combustível alternativo ser produzido, comercializado e consumido sem sua participação. No caso do biodiesel, o governo contorna este problema através da regulação da comercialização, de modo que não existe comércio que não seja através dos leilões oficiais do governo. Portanto, discursos de que tais proibições acontecem por conta da preocupação com o controle sobre a qualidade são falaciosos, o que pode ser facilmente comprovado pela qualidade ruim e irregularidade dos combustíveis disponíveis no mercado.

Competição por matéria-prima: outro problema que afetaria indiretamente o governo está relacionado com o mercado de óleos sem transesterificar, ou seja, com a matéria-prima para o biodiesel. Com a regulamentação do uso de OV combustível, seria criada nova demanda para estes óleos, sua disponibilidade no mercado poderia ser afetada e, conseqüentemente, seu preço tenderia a se elevar. Tanto a escassez de matéria-prima quanto a elevação de seu custo poderiam ameaçar o programa oficial, PNPB.

4.4.2 Iniciativa Privada

Organizados, os grupos privados atuam junto ao governo no sentido de formatar o ambiente institucional. Por possuírem forte poder econômico e influência política, estes grupos podem interferir junto às agências reguladoras, e estas, que teriam o papel de proteger a sociedade e garantir o livre mercado, podem passar a servir aos interesses dos grupos privados. Muitas vezes, estas organizações legitimam suas ações com discursos de proteção da sociedade ou do meio ambiente, vedando iniciativas que, ao contrário do que elas afirmam, seriam benéficas.

Um dos entrevistados, um procurador que atuou junto ao CADE (Conselho Administrativo de Defesa Econômica), diante do cenário de regulamentação do mercado de combustíveis, especialmente do biodiesel, destaca:

Toda vez que se tem um mercado muito regulado, os empresários que estão estabelecidos, vão sempre usar a regulação existente e às vezes pedir mais regulação, como forma de assegurar um *status quo*, porque se você cria mais regulação você impede a entrada de novos concorrentes, de novas tecnologias, de qualquer ameaça que possa surgir naquele mercado. Trata-se esse, de um típico caso de captura regulatória, onde as empresas passam a defender a regulação porque elas já as cumprem, não gerando mais custos com seu atendimento, mas representando uma barreira institucional muito forte à entrada de novos concorrentes.

O papel do governo deve ser o de garantir a criação de um ambiente institucional seguro, de um marco regulatório bem definido, e que permita uma competição empresarial saudável. Quando o estado se mete a fazer mais que isso ele acaba criando condições para privilegiar certos grupos empresariais, é a chamada captura regulatória, ou seja, o regulador é capturado por interesses econômicos, geralmente grupos empresariais com boas conexões políticas, e a regulação passa a ser editada com o grande propósito de favorecer estes grupos.

Às vezes, as medidas regulatórias são até propostas engendradas pelos próprios grupos que são regulados. O estado ainda sempre terá um discurso de legitimação, que estará oculto atrás de um discurso social, mas que na verdade oculta medidas que tem um objetivo claro, proteger um determinado grupo empresarial que tem muita força no governo. (Dados da pesquisa, AUM)

Produção descentralizada: a produção descentralizada reduz o papel das distribuidoras de combustíveis, que atualmente são fundamentais na cadeia produtiva dos combustíveis fósseis e do biodiesel. Em outras palavras, no modelo atual não ocorre comercialização sem a participação desses atores, que consistem em um grupo organizado, Sindipetro, com forte articulação e que tem demonstrado sua contrariedade às iniciativas de desregulamentação do mercado e de produção descentralizada;

Interferências no mercado – as indústrias de biodiesel já possuem um parque industrial consolidado, e em muitos casos ainda não recuperaram os investimentos realizados, assim, temem pela concorrência que a possibilidade do uso dos óleos vegetais possa oferecer às suas atividades. Nesse sentido, é compreensível que as indústrias e seus representantes atuem politicamente junto ao poder executivo e legislativo federal, no sentido de não permitir o surgimento de vias alternativas ao programa em que estão diretamente associadas, o PNPB. Tampouco, estas entidades seriam a favor da liberação do mercado para produtores independentes ou autoprodutores, um exemplo claro de captura regulatória.

O mesmo ocorre com os atores da cadeia de combustível fóssil, especialmente a Petrobras. Pois, a utilização de óleos vegetais, mesmo que restrita à determinada parcela de consumidores, implicaria na perda de mercado que sempre fora cativo às indústrias de petróleo. No caso do biodiesel, a participação da Petrobras se manteve efetiva, através de sua participação nos leilões, recebendo por metro cúbico comercializado, da produção de biodiesel em si, ou através da atividade de distribuição realizada pela BRDistribuidora.

Custo de novas alternativas – as indústrias montadoras de veículos, e nesse caso, mais especificamente de tratores e motores pesados, não têm interesse no desenvolvimento de equipamentos que fujam de um padrão mundial que já adotam. Portanto, alternativas para situações específicas, como motores mais adequados à combustão de óleos vegetais, por exemplo, representam um nicho de mercado muito restrito. O atendimento a estas demandas implicaria em mudanças na dinâmica das indústrias, que fugiriam de um padrão de produção de peças e equipamentos adotados mundialmente, o que refletiria em elevação dos custos operacionais, sem maiores vantagens às empresas.

A quem de interesse – Os grupos de atores potencialmente beneficiados com a implementação de política que regulamente o uso de óleo vegetal combustível, apesar de reconhecerem os potenciais benefícios desta alternativa, não se mobilizaram em sua aprovação. Certamente, a falta de mobilização ocorre primeiramente por não se tratar do objeto de ação dessas classes, ou seja, combustível é apenas um dos muitos insumos em seus processos produtivos, não o foco de suas atividades. Também não se trata apenas da liberação do uso do OV, é preciso ainda que sejam tomadas ações no sentido de aperfeiçoar o seu funcionamento, desenvolver e disponibilizar tecnologias, capacitar para o uso, esclarecer sobre suas vantagens etc.

Para um país como o Brasil, de dimensões gigantes e de realidades ainda maiores, não se pode pensar em soluções únicas, padronizadas. Há de se sensibilizar às mais diversas realidades existentes, por menos favorecidos que sejam os grupos nelas representados. Assim, o papel do governo deveria ser o de ofertar alternativas e apoiar o

desenvolvimento de tecnologias inovadoras que atendam as mais diversas necessidades. Ao invés disso, o governo bloqueia o desenvolvimento de novas alternativas e tenta justificar tais atitudes como tendo sido tomadas em defesa da sociedade.

5 CONCLUSÕES SOBRE O AMBIENTE INSTITUCIONAL

A atividade de exploração de petróleo é estratégica ao governo federal, tanto pela arrecadação de impostos, como pelo negócio em si, afinal, mesmo com a queda de 36% em relação ao ano anterior, a Petrobras apurou em 2012 um lucro líquido de 21,18 bilhões de reais. Portanto, torna-se evidente a importância de controlar e coordenar as atividades de produção, distribuição e consumo de combustíveis.

Diante disso, o ambiente institucional de combustíveis no Brasil se tornou fortemente regulamentado. Este fato, além de manter o “quase monopólio” estatal nas atividades de extração e refino de petróleo, protege os interesses de diversos grupos ligados a atividades correlatas, como transporte, distribuição e vendas no varejo. Este cenário se mostra refratário a qualquer iniciativa que concorra ou que prescindida da participação dos atores já estabelecidos.

Portanto, alternativas no sentido de utilização de biocombustíveis por questões ambientais poderão ser, no mínimo, inócuas. Pois, diante da matriz de transportes adotada e promovida pelo governo, qualquer melhoria no combustível consistirá em maquiagem sobre profundos problemas deste modelo logístico trágico. Por outro lado, reconhecendo o potencial de arrecadação de impostos, multas e de negócios com a venda de combustíveis, é compreensivo o desinteresse por alternativas mais sustentáveis. Um dos entrevistados resgatou uma frase proferida por um alto dirigente da Petrobras em uma reunião reservada, que traduz, de certa forma ou em partes, o posicionamento do governo:

“... como cidadão e motorista me incomoda ver os enormes congestionamentos que temos que enfrentar diariamente nas grandes cidades (no caso, o Rio de Janeiro), mas como dirigente de uma empresa de combustíveis, sendo este nosso negócio, fico contente quando imagino o quanto passamos a vender a mais por causa deles...” (Dados das entrevistas).

Assim, é compreensível que as políticas públicas tenham sempre se voltado para ações que contemplassem a oferta de combustível, não buscando trabalhar com melhorias em termos de eficiência do transporte, como modais mais sustentáveis ou mesmo alternativas de transporte coletivo, em vez do favorecimento ao veículo individual. A opção

pelo modal rodoviário impulsiona, além da indústria automobilística, um forte mercado para a indústria nacional de combustível. Com isso, garante-se a arrecadação de impostos tanto sobre os veículos quanto sobre os combustíveis.

Diante disso tudo é possível prever que a regulamentação do OV combustível não deve ocorrer tão cedo, pois o interesse do governo e dos grupos organizados não coincide com este tipo de política. Alternativas apenas serão admitidas quando couberem dentro de estratégias que possam ser controladas e que beneficiem atores já estruturados, como ocorre com o PNPB, ainda que sejam menos sustentáveis. Esta inação do governo quanto à regulamentar o uso de OV não só deixa de beneficiar diretamente algumas classes sociais, como dificulta a abertura de precedentes que poderiam tornar a sustentabilidade prioritária aos interesses econômicos.

Finalmente, o papel do governo deveria ser o de fomentar a criatividade e o surgimento de inovações, enquanto a decisão por quais alternativas são mais válidas deveria caber ao consumidor. Pois, sendo tantas as realidades, não se pode acreditar que de maneira central seja possível identificar e escolher as melhores soluções para um contexto tão vasto. Decisões centralizadas fazem com que o governo, por ser mais sensível às pressões dos grupos organizados, desenhe regras que, antes de mais nada, preservem os interesses desses grupos, o que quase sempre se traduz em prejuízos ao restante da sociedade.

Novamente, como preconiza a NEI, o ambiente institucional está sendo formatado pelos atores e suas organizações, que buscarão contemplar seus interesses, em convergência com os do próprio governo. Portanto, o governo certamente não promoverá mudanças radicais na política de combustíveis, para isso, seria necessário que tais mudanças se tornassem parte da agenda política, contando com o interesse dos formuladores das políticas. Outra forma de alternar o atual cenário pode ser por meio de uma situação de crise (KINGDOM, 2006), o que aparentemente não deverá acontecer, ao menos, no curto e médio prazo.

CAPÍTULO V – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

Capítulo V – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

O quinto capítulo traz o resultado dos estudos de campo, fazendo uma descrição e também analisando a percepção de alguns dos principais agentes institucionais e suas organizações. Foram realizadas entrevistas com atores ligados à produção e ao consumo dos biocombustíveis de ciclo diesel, assim como com especialistas ligados às áreas de pesquisa, regulação e políticas públicas. Os resultados foram submetidos à análise de conteúdo, sendo úteis na compreensão dos demais capítulos do estudo.

1 INTRODUÇÃO

Para compreender a forma que a sociedade, no papel dos atores envolvidos com a cadeia produtiva de biocombustíveis, percebe a sustentabilidade do uso do óleo vegetal como alternativa combustível, foi realizada a pesquisa de campo. Esta pesquisa foi concebida a partir de uma ótica qualitativa e sobre o enfoque interdisciplinar.

A partir da pesquisa bibliográfica e de entrevistas iniciais com especialistas da área foi possível identificar as principais categorias de atores que participam ou que influenciam a cadeia de produção e consumo dos óleos vegetais combustíveis. Identificaram-se seis categorias de atores, a partir das quais foram sendo buscadas e contatadas as organizações e pessoas que poderiam contribuir na melhor contextualização da percepção desses atores.

As entrevistas foram realizadas no período de março a setembro de 2013. Foram entrevistados ao todo 36 indivíduos, os quais podem ser classificados ainda em dois grupos, o dos atores, que consistem basicamente no público alvo da política, e o dos especialistas, que são os profissionais ligados aos órgãos reguladores, formuladores de políticas ou instituições de pesquisa. É importante destacar que, em ambos os grupos, os entrevistados representam indivíduos que estão diretamente envolvidos com a atividade, de produção, controle, pesquisa ou consumo de biocombustíveis. Dentre o grupo dos especialistas estão as categorias de: Academia e Pesquisa e Governo. Dentro do grupo denominado de atores (público alvo) estão as categorias: Consumidor; Indústria Automotiva; Indústria de Óleos e Biocombustíveis; e Serviços de Abastecimento.

A realização do trabalho de campo aconteceu ao longo de 12 municípios em seis estados. Após a identificação da entidade que participaria da pesquisa, foi feito contato e solicitada a indicação de alguém que poderia responder pelo tema. Após esta indicação foram agendadas as visitas. Todas as entrevistas ocorreram presencialmente, a partir do questionário semiestruturado, desenvolvido para o estudo. Todas as entrevistas foram gravadas em meio digital, e também anotadas em fichas que contem os dados dos entrevistados.

As entrevistas foram então degravadas e as informações foram integradas àquelas que foram também anotadas nas fichas durante as entrevistas. Seu conteúdo foi submetido à Análise de Conteúdo, que foi realizada a partir da identificação dos trechos mais relevantes contidos nas respostas dos entrevistados, tanto nas gravações quanto nas anotações. Este conteúdo, por sua vez, teve dois destinos, a transcrição na íntegra ao longo do texto, para ser analisado, e a análise pelo *Software Sphinx Léxica para Windows*, versão 5.0 em francês. O uso do software permitiu realizar comparações entre as categorias e demais características dos entrevistados, buscando correlações entre elas.

2 OBJETIVOS E MÉTODO

O trabalho de campo teve como objetivo investigar e sistematizar a opinião dos principais atores ligados à produção, consumo, transporte, distribuição, regulação, pesquisa & desenvolvimento e formulação de políticas públicas, relativas aos biocombustíveis de ciclo diesel. A análise do conteúdo das entrevistas permitiu conhecer a percepção dos entrevistados sobre a viabilidade técnica, a sustentabilidade (ambiental, social e

econômica), e as questões institucionais da regulamentação e uso de óleo vegetal como combustível para motores de ciclo diesel.

Optou-se então por uma pesquisa interdisciplinar baseada em método qualitativo, por se entender que a maioria dos fenômenos não pode ser explicada de forma isolada por uma única disciplina, sendo fruto de realidade complexa e da inter-relação de diversos fenômenos (FLICK, 2004). Tal complexidade se torna ainda maior quando se considera o olhar interdisciplinar sobre o objeto, “biocombustíveis”, que no trabalho foi analisado quanto a cinco diferentes aspectos: ambiental, econômico, social, tecnológico e institucional.

Com relação aos objetivos da pesquisa, o presente trabalho pode ser considerado, a partir da classificação proposta por Gil (2007) como sendo uma “pesquisa exploratória”. Pois proporciona maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e contribuindo na construção das hipóteses, de modo que, este representa um tipo de pesquisa útil no aprimoramento de ideias. O aspecto exploratório se caracteriza ao trazer à tona a realidade a partir da percepção dos atores avaliados no trabalho de campo. Ao mesmo tempo a pesquisa também pode ser considerada como “Explicativa”, por ter como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para ocorrência de fenômenos.

Estudo de Campo, assim também é classificada a pesquisa de campo a partir dos procedimentos técnicos utilizados (GIL, 2007). Este tipo de estudo procura fazer um aprofundamento sobre as questões propostas, diferente, por exemplo, dos levantamentos que são conhecidos por apresentarem maior alcance, lidando com aspectos de distribuição de características da população segundo determinadas variáveis. Por sua vez, os estudos de campo, focam determinada comunidade, que no caso deste estudo é a de especialistas em combustíveis ou políticas públicas, e a de atores ligados à produção e consumo de biocombustíveis.

Assim, o estudo de campo compreendeu as entrevistas com os atores representantes dos principais setores ligados à produção e consumo de biocombustíveis, o qual seguiu o modelo de entrevistas semiestruturadas, do tipo “Entrevista com Especialistas”. Este tipo de entrevista é mais focado na capacidade do especialista sobre determinado assunto, do que no entrevistado em si (MEUSER e NAGEL, 1991, *apud* FLICK, 2004).

Finalmente, como ferramenta para análise dos resultados da pesquisa de campo foi utilizada a Análise de Conteúdo. A aplicação desta técnica, nas ciências sociais, permite a interpretação das percepções dos atores sociais, tanto de forma quantitativa como qualitativa, nesses casos com aplicações diferentes. No presente estudo utilizou-se a forma qualitativa, tendo como enfoque a presença ou a ausência de dada característica de

conteúdo, ou de um conjunto de características de determinado fragmento de mensagem que é levado em consideração (BARDIN, 1994).

2.1 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DAS INFORMAÇÕES DE CAMPO

A partir da definição das categorias de atores foi realizado o planejamento para coleta dos dados a campo. Esses dados foram coletados entre os meses de março e setembro de 2013. Foram entrevistados atores em 12 municípios ao longo de seis estados, Figura 5.1. Algumas entidades que não responderam positivamente aos primeiros contatos realizados foram descartadas, sendo substituídas por outras que pertencessem à mesma categoria.

Nos seis estados foram entrevistados especialistas, mas a regionalização destacada na Figura é especialmente relevante com relação aos atores, pois ela traz especialmente os consumidores de regiões produtoras, como a CO, e representantes de comunidades isoladas, no Pará. O questionário semiestruturado utilizado como guia está representado no Quadro 5.1.

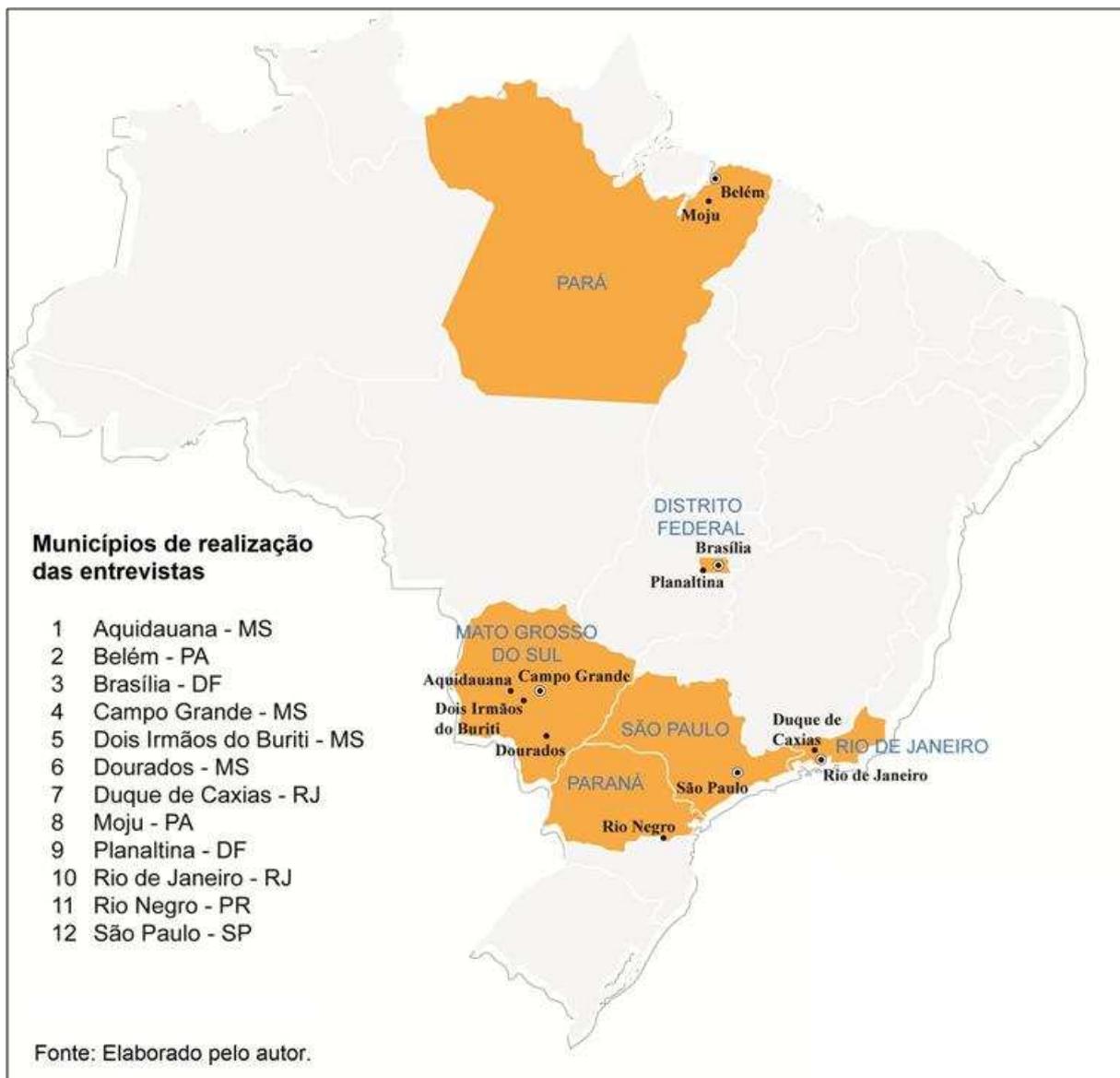


Figura 5.1 – Municípios onde foram realizadas as entrevistas.

Quadro 5.1 – Questionário semiestruturado utilizado nas entrevistas.

DOUTORADO EM POLÍTICA E GESTÃO AMBIENTAL - CDS / UnB Data: / / .	
O objetivo deste questionário é captar a percepção do entrevistado quanto ao uso de óleo vegetal como combustível de motores de ciclo diesel.	
Identificação	
Nome:	
Formação:	
Instituição:	
Atividade:	
Cargo / função:	
Contatos:	
Obs.:	
Área: Indústria de óleos e [bio]combustíveis () / Serviços abastecimento () / Governo () / Academia e Pesquisa () / Consumidor () / Indústria automotiva () / Indústria de óleo ()	
1	Conhece a possibilidade do uso de óleo vegetal (OV) como combustível (sem transesterificar)? Em caso positivo, como?
2	Qual sua opinião sobre a viabilidade técnica do uso de OV como combustível?
3	Qual sua opinião sobre os aspectos ambientais do uso de OV como combustível?
4	Qual sua opinião sobre os aspectos sociais do uso de OV como combustível?
5	Qual sua opinião sobre a viabilidade econômica do uso de OV como combustível?
6	Qual sua opinião sobre a criação e implementação de política de uso de óleo vegetal como combustível?
7	Na sua opinião qual deve ser o papel do estado quanto à utilização do óleo vegetal combustível?
8	Na sua opinião a implementação da política de óleo vegetal combustível afeta os atuais atores do setor? Se sim, quais e como?
9	Comentário geral:

Os entrevistados foram então enquadrados em seis categorias, o Quadro 5.2 traz ainda a identificação de suas entidades e do código de identificação dos respondentes. Optou-se apenas pela divulgação do código no intuito de preservar a identidade dos entrevistados.

Quadro 5.2 – Relação das categorias, entidades, atividades e siglas dos entrevistados.

Relação dos entrevistados, suas instituições e categorias.				
NO	Categoria	Entidade	Atividade	Sigla
1	Academia e Pesquisa	Coppe - UFRJ	Ensino e pesquisa	SER
2		Embrapa CPAC	Pesquisa	MIA
3		Embrapa CPAE	Pesquisa	SAV
4		UFPA	Ensino e pesquisa	RIR
5		Embrapa CPAO;	Pesquisa	AIC
6		Embrapa CPAO;	Pesquisa	COL
7		UFMS	Ensino e pesquisa	FRI
8	Consumidor	Produtor Rural	Pecúaria	LAU
9		Produtor Rural	Pecúaria	WAR
10		Produtor Rural	Agricultura	BAG
11		Vila Igarapé Açú do Moju	Comunidade isolada	NAN
12	Governo	CADE	Regulação	AUM
13		INMETRO	Normatização	RAR
14		Laboratório Combustíveis ANP	Regulação	LNv
15		MAPA	Políticas públicas	TIU
16		MAPA	Políticas públicas	JBR
17		Sec. Des. Econômico C&T	Políticas públicas	FMG
18	Indústria automotiva	BioTec	Indústria de equipamentos	REI
19		Fendel	Indústria de equipamentos	TEN
20	Indústria de óleos e [bio]combustíveis	BioCar Biodiesel	Usina biodiesel	OUR
21		Bsbios	Políticas públicas	FOR
22		Pbio	Usina biodiesel	PCR
23		Petrobras - CENPES	Indústria Petróleo	CIM
24		Abiove	Associação classe	LOL
25		Agropalma	Indústria produtora de óleo	SIN
26		Agropalma	Indústria refinadora de óleo	HAU
27	Serviços abastecimento	Grupo Ultra	Distribuição combustíveis	MAR
28		Postos Gasper	Posto de combustível	PAL

Fonte: Dados da pesquisa.

2.2 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS DE CAMPO

Após a tentativa da utilização de dois diferentes métodos para condução das pesquisas de campo (Método Q e Teste de Kolmogorov-Smirnoff) optou-se pela Análise de Conteúdo. Por sua vez, a Análise de Conteúdo foi conduzida de duas maneiras. A primeira delas a partir da audição e gravação das entrevistas, a partir do que foram retirados e analisados os trechos de maior importância para descrever a percepção dos entrevistados.

A segunda maneira se deu a partir da aplicação do software “*Sphinx*”, o qual utilizou informação das gravações para criar relações entre os respondentes, suas classes ou características. A definição do método para analisar os dados de campo foi ocorrendo ao

longo do desenvolvimento dos trabalhos, que compreendeu a tentativa de se empregar três diferentes métodos.

É importante relatar os passos que foram trilhados até a definição do método finalmente utilizado, destacando, as opções inicialmente utilizadas e que acabaram sendo descartadas por não se adequarem perfeitamente aos objetivos do trabalho proposto. A tentativa inicial se deu com o uso do Método Q. Este método foi desenvolvido por Willian Stepherson, físico e psicólogo Inglês, e foi apresentado na década de 1930 à Revista Nature (FRATE, 2011).

O método Q, apesar de se tratar de uma abordagem qualitativa, é suportado por uma análise fatorial. De forma que torna possível se revelar a partir de uma diversidade de discursos, como determinados grupos entendem seus comportamentos e sua realidade socioeconômica e ambiental. Porém, mais do que apenas comparar discursos comuns entre grupos, Q se destina a determinar em quais grupos esses discursos estão presentes e quais suas estruturas internas.

Ainda na fase inicial, percebeu-se que este não seria o método mais adequado. Isso porque a pergunta orientadora buscava na verdade estimular a resposta a 5 questões cruciais referentes ao uso do OV. O que trazia um número muito grande de informações a serem analisadas pelo método. Outro aspecto conflituoso é que as respostas que estavam sendo fornecidas tratavam tanto do óleo vegetal como do biodiesel, o que obrigaria a realização das etapas seguintes em duplicata, ou seja, para ambos os biocombustíveis. Por estes motivos se descartou o método.

A segunda opção foi trabalhar com estatística não paramétrica, que apesar de não utilizarem parâmetros como: média, desvio-padrão etc., dispõe de ferramental suficiente para a realização de testes com extensa aplicação nas ciências sociais. Tentou-se então a aplicação de prova de aderência denominada "Teste de Kolmogorov-Smirnoff". O objetivo deste teste seria o de verificar se uma amostra retirada de uma determinada população apresenta aderência a algum modelo de distribuição teórica. Em outras palavras, esta prova de aderência busca verificar o grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais com uma determinada distribuição teórica (SIEGAL e CASTELLAN, 2006).

Também se declinou do uso deste método, especialmente ao se notar que não ocorria um padrão de distribuição a ser comparado, e ao entender que não se fazia relevante a quantificação dos dados da pesquisa. Ou seja, as respostas qualitativas por si já representavam uma maneira rica o suficiente para traduzir a percepção dos atores sobre o objeto pesquisado. Portanto, optou-se pela utilização da análise de conteúdo, por

compreender que seria a ferramenta mais adequada ao escopo do estudo e dos resultados que se pretendia alcançar.

3 – ANÁLISE DE CONTEÚDO

A análise de conteúdo é uma técnica que permite a interpretação das percepções dos atores sociais, tanto de forma quantitativa quanto qualitativa. Neste estudo, utilizou-se sua forma qualitativa, buscando identificar e interpretar determinadas características das entrevistas com os atores e especialistas em biocombustíveis.

A realização das análises se deu de duas maneiras, primeiramente através da análise e transcrição de trechos das entrevistas, organizados a partir das questões que foram apresentadas por meio do questionário semiestruturado. Estes trechos foram selecionados, conforme sua contribuição e analisados ao longo do desenvolvimento do texto.

A segunda etapa da análise se deu a partir da utilização do software *Sphynx*, o qual permitiu criar relações entre as respostas, as classes e as características dos respondentes, ou seja, a relação entre as variáveis analisadas.

3.1 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS E DISCUSSÕES

Seguindo a sugestão de Laville e Dionne (1999) já de posse dos dados coletados a partir de entrevistas, são realizados os procedimentos de análise e interpretação das informações. As questões são apresentadas no texto a partir das sequências em que foram dispostas no questionário utilizado como guia para as entrevistas. O conteúdo das respostas foi analisado e, oportunamente, realizadas as transcrições de trechos selecionados. Finalmente, seguindo a referida sugestão, passa-se à etapa de conclusão.

A análise de conteúdo pode ocorrer em três fases fundamentais: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados (BARDIN, 1994). Na primeira fase é estabelecido um esquema de trabalho que deve ser preciso, com procedimentos bem definidos, embora flexíveis. A partir do conhecimento sobre o objeto, obtido inclusive na aplicação do primeiro método que utilizou na pesquisa (Método Q), desenhou-se o esquema de trabalho e os procedimentos. A segunda fase consistiu então no cumprimento das decisões tomadas anteriormente. Finalmente na terceira etapa, apoiado nos resultados

brutos, procurou-se torná-los significativos e válidos, o que foi feito através da análise das 9 questões, apresentadas a seguir:

3.1.1 – Conhece a possibilidade do uso de óleo vegetal (OV) como combustível (sem transesterificar). Em caso positivo, como?

A primeira questão apresentada aos entrevistados buscava saber se o interlocutor possuía conhecimento prévio da utilização do óleo vegetal como combustível, sem ser transesterificado, e em caso positivo questionava como. A resposta a esta questão demonstrou que a grande maioria dos entrevistados conhece o uso direto do óleo vegetal. Os que afirmaram não conhecer o uso de óleo vegetal somaram quatro respondentes. Dos indivíduos que afirmaram saber desta utilização, as respostas de como conheciam tal uso variaram entre:

- Notícia do uso na região no entrevistado, que pode ser por meio da mídia ou por conversas com usuários do óleo;
- Conheceu pessoalmente um usuário, que consistiu em produtores rurais;
- Conheceu experiências internacionais com o uso do óleo;
- Teve conhecimento a partir de trabalhos científicos;
- Já trabalhou com motores operando com óleo vegetal (sem transesterificar);
- Já trabalhou em experimentos científicos com o uso de óleo vegetal direto em motores.

Através das falas dos entrevistados, a respeito de seu conhecimento sobre o uso do óleo vegetal, percebe-se que se trata de uma prática conhecida entre o grupo amostrado, em todas as categorias. A maior parte dos pesquisados conhece por meio da mídia, de forma geral, como relata um produtor rural:

LAU - Um curioso lá pegou uma certa quantidade de óleo de fritura, e foi amplamente divulgado na televisão isso, e ele colocou no tanque do carro dele e o carro funcionou com óleo de fritura, o que me causou um espanto tremendo...

Outros apesar de não ter presenciado o uso, conhece por meio de relato de terceiros, como um representante do seguimento de serviço de distribuição e abastecimento e academia e pesquisa:

FRI - Esse negócio eu acompanhei de perto e em Mato Grosso ... eles misturavam gasolina e etanol junto com o óleo e abasteciam os tratores que funcionavam da mesma forma...;

PAL - Alguns clientes comentam que já utilizaram, mas reclamam que o motor fica ruim depois...

Um entrevistado, funcionário do governo de São Paulo, relatou que entre a década de 1970/80 em obras de infraestrutura no município de Guarulhos, nas quais ele atuou, foi utilizado óleo de soja degomado para abastecer alguns equipamentos:

FMG - Sim eu rodei, nós rodamos aqui em 1979, 1980, nós rodamos aqui (com o OV), veja, a Caterpillar ... tinha um motor de motoniveladora, que tinha a versão pré-câmara e a versão direta, nós rodamos com óleo de soja, num motor de 1,5 l por cilindro com pré-câmara.

3.1.2 Qual sua opinião sobre a viabilidade técnica do uso de OV como combustível?

A segunda questão trata da opinião do entrevistado sobre a viabilidade técnica do uso de óleo vegetal combustível. O entrevistado afirmava sua opinião, baseado em seus conhecimentos pessoais, sua experiência ou mesmo a partir de trabalhos científicos etc.. Independente de a resposta ser negativa ou positiva, ele era estimulado a desenvolvê-la qualitativamente, esclarecendo o porquê desta sua percepção quanto à viabilidade, ou não, do uso do OV combustível. As opiniões se dividiram entre a viabilidade e a inviabilidade técnica. Os que entendem ser viável complementaram suas respostas condicionando esta viabilidade aos seguintes aspectos, Quadro 5.3.

Quadro 5.3 – Quatorze condições indicadas pelos entrevistados como condicionantes à viabilidade técnica do uso do óleo vegetal como combustível.

Condições indicadas como necessárias à viabilidade do uso do óleo vegetal combustível			
1	adaptação dos motores;	8	utilização dos kits com duplo tanque (petrodiesel);
2	adequação da viscosidade;	9	utilização em motores com elevadas pressões de injeção;
3	desenvolvimento tecnológico para uso do óleo;	10	utilização em motores com pré-câmara;
4	necessidade de transferência de tecnologia e assistência técnica;	11	utilização em motores de baixa rotação;
5	qualidade e padronização do uso de óleo vegetal;	12	utilização em motores estacionários;
6	realização de mais estudos sobre durabilidade e manutenção;	13	utilização em motores maiores;
7	realizar um mínimo processamento do óleo (não utilizar óleo bruto);	14	utilização em motores mais rústicos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Um dos respondentes, ligados ao governo, mais especificamente na área de políticas públicas, destaca que a utilização de OV compreende uma solução interessante para o interior do país. Nesses locais geralmente são, ou poderiam ser utilizados equipamentos mais rústicos, os quais, apesar de alguma perda de rendimento, seriam beneficiados pelo preço mais barato do óleo, e poderiam funcionar sem maiores problemas técnicos. Em locais mais distantes dos grandes centros, o combustível também pode apresentar qualidade inferior, o que é mais um ponto positivo para a utilização de motores com pré-câmara, o que também ajuda na combustão do óleo vegetal:

FMG - Pra gente aqui no Brasil, com a dispersão que a gente tem, no interior, sistemas com pré-câmara seriam adequados, são mais rústicos... Motores mais rústicos perdem um pouco de rendimento no campo, mas aguentam desaforos, não dá problema lá no campo.

Então se tiver um pouco de água no diesel porque não tava bem limpo, um pouco de goma porque tava mais velho, enfim... ele engole e funciona. É uma questão de você otimizar para aquilo que você tem.

Em motores com pré-câmara a combustão do OV é melhor, porém, cai o rendimento entre 10 a 15%.

Concordando com a viabilidade, representantes dos consumidores e da categoria de academia e pesquisa, chamam atenção para a necessidade de se fazer chegar a tecnologia até os consumidores finais, assim como de capacitá-los para utilizarem-na:

FRI - A tecnologia não é problema... Tecnologia a gente tem sobrando... O problema é fazer chegar ela até o produtor.

WAR - Tem que ver como seria essa queima, mas eu acho que funciona se melhorar a tecnologia do óleo, se melhorar ou adaptar.

A gente tem que ver também se aprende a usar, as empresas teriam que ensinar isso também.

Relatos sobre a experiência com motores operando com óleo vegetal trazem a importância da operação com equipamentos e técnicas adequados, à custa de desacreditar a tecnologia, em caso de uso fora da técnica correta:

NAN - ...na época podia até ser, dar né, porque a comunidade na época podia ganhar com isso.

Se tiver dentro da técnica toda não dá problema, mas não conseguiu (funcionar muito bem)...

SIN - Na época funcionou normalmente, só tinha que ter 5 minutos de diesel antes de entrar o óleo de palma por causa do aquecimento, então você tinha que ligar o motor com óleo diesel, passava 5 minutos para aquecer com resistência o óleo de palma no tanque, para aquecer óleo, aí o óleo pulverizava normalmente... e na hora de parar tinha que tirar o óleo de

palma e botar o diesel para limpar os dutos e não ficar o óleo de palma dentro...

COL - Tem que tomar cuidado para os usuários não confundirem o OV com o BD e devido o uso errado queimarem a tecnologia.

De modo geral, as opiniões ainda retratam que o uso do óleo é viável, porém, que a inaptidão dos equipamentos provocaria, inevitavelmente, a contaminação do óleo lubrificante, entupimento dos filtros, além de outros desgastes gerais nos motores, o que elevariam os custos. Portanto, com as tecnologias atuais o uso, mesmo que possível, não foi recomendado por estes respondentes. Por outro lado, dois respondentes chamam a atenção para importância do desenvolvimento tecnológico, com o qual esses problemas poderiam ser resolvidos, de forma até mesmo simples:

LAU - Se um cara fez rodar com óleo de fritura... se os engenheiros trabalhassem nisso seria possível sim, acabavam os problemas.

TEN - Por exemplo, o óleo vegetal e o próprio 'biobôdiesel', eles são mais ácidos, são mais instáveis, o que impede de hoje em dia fazer uma bomba injetora de cerâmica, com materiais inoxidáveis, com tanque inoxidável, para evitar esses problemas de corrosão de oxidação. Lá no posto não tem o kit que analisa a quantidade de água, poderia também ter um kit que analisa o índice de acidez e se corrige.

É muito mais fácil transformar um motor diesel para óleo vegetal do que transformar um motor a gasolina pra álcool. Um flex diesel x óleo vegetal é muito mais eficiente, muito melhor e muito menos ridículo que um flex gasolina x álcool. O flex óleo vegetal & diesel de petróleo não teria perda de rendimento, o óleo vegetal é muito mais próximo do diesel de petróleo que o álcool da gasolina, é muito mais fácil fazer essa transição para o óleo vegetal do que foi para o álcool.

Ao contrário dos que afirmam que de alguma forma é possível a utilização do óleo vegetal, três respondentes afirmaram categoricamente a impossibilidade do seu uso diretamente em motores, sem que danifiquem irreversivelmente os equipamentos. Um deles relata:

OUR - O motor não foi feito para usar o OV, por isso é que se faz o BD, com ele o motor trabalha como se fosse o diesel mesmo, pois são muito parecidos.

3.1.3 Qual sua opinião sobre os aspectos ambientais do uso de OV como combustível?

O objetivo desta questão aberta foi apreender a percepção do entrevistado sobre o que lhe fosse mais relevante quanto aos benefícios ou malefícios ambientais do uso de óleo vegetal como combustível. A definição de quais seriam estes aspectos ambientais ficou por conta do respondente. Somente em dois casos o entrevistado foi provocado a responder, caso espontaneamente não o fizesse, quanto à emissão de poluentes e quanto ao balanço de emissão de GEE. De toda forma, a maioria dos respondentes voluntariamente já emitia opinião sobre estes dois tópicos, mesmo que as respostas fossem no sentido de não terem conhecimento e assim não opinarem.

Com relação ao balanço de emissão de GEE, 18 entrevistados responderam que o OV apresentaria menores emissões que o PD, enquanto dois afirmaram que é necessária a realização de mais estudos, para se poder afirmar qualquer relação. Referente ao BD, 9 entrevistados afirmaram acreditar que as emissões de GEE são menores para o OV, enquanto dois afirmaram terem dúvidas quanto às emissões. Um respondente ainda afirmou que o OV emite mais GEE que o BD e outro que as emissões são semelhantes.

Com relação à emissão de poluentes, fica clara a dúvida dos respondentes, os quais na grande maioria indicaram a necessidade da realização de mais pesquisas sobre o tema. Isso porque, nove entrevistados afirmaram não ter ideia quanto ao nível de emissão em relação ao DC e quatro em relação ao BD. Oito entrevistados indicaram acreditar que o OV emite menos poluentes que o DC, enquanto cinco indicaram acreditar que ele emite mais. Com relação ao BD, cinco entrevistados afirmaram que entendem que o OV emite menos poluentes, e quatro afirmaram que as emissões devem ser as mesmas.

FMG - Tem o lado da emissão de CO₂, de GEE, que certamente melhora. E tem o poluente local, o poluente local você tem uma chance enorme de piorar. Porque as coisas ficaram tão sofisticadas para reduzir o poluente local que, com essas pré-injeção e pós-injeção eles apertam cada vez mais a qualidade do diesel, diesel com 50ppm de enxofre... e com a catálise no cano de escape, qualquer coisa que escapar da combustão eu acabo na catálise, isso tudo pra reduzir a poluição local.

Enquanto não tem regulamentação para poluição local no Brasil tudo bem, pois no campo não haveria problema com esse tipo de poluição, mas se vem uma regulamentação para poluentes tratores aí fica inviável esse uso.

FOR - em termos de emissões (poluentes) eu acho que sai a mesma coisa, pois podem falar que o óleo vegetal emite mais, mas quanto que você gasta pra passear com esse diesel do litoral para o interior? Da refinaria que sai daqui (litoral) lá pro Mato Grosso.

WAR - Os poluentes do óleo vegetal devem agredir menos a natureza do que os do óleo diesel;

Um tema bastante discutido a respeito do uso de óleos vegetais em motores é a emissão de acroleína, que seria cancerígena. No entanto, Melo (2009) afirma não existem relatos da produção de câncer em humanos pela acroleína. A respeito dessa substância, um entrevistado que atua na atividade de peças e componentes para motores operando com óleo vegetal afirma:

REI - Um grande argumento é que se vai produzir acroleína queimando óleo vegetal, mas não existe risco de formação dessa substância... e existe hoje também um parecer emitido para BioTec que (garante) que a emissão de agentes mutagênicos não é maior que a emitida para o diesel de petróleo.

Três outras questões foram levantadas pelos respondentes, merecendo destaque, o balanço energético (5 entrevistados), a produção de resíduos (6 entrevistados) e a utilização de insumos (5 entrevistados). Para estas três questões os entrevistados afirmaram o óleo vegetal ser superior ao biodiesel e ao petrodiesel. Alguns entrevistados ainda afirmaram que os resultados poderiam ser mais positivos para o óleo vegetal, caso os motores fossem desenvolvidos para este biocombustível, e que maiores emissões não seriam problemas em áreas agrícolas.

REI - Defendemos o uso de óleo vegetal natural, primeiro porque existe um dispêndio químico, energético, e também porque você tem a produção de um resíduo, a glicerina.

3.1.4 Qual sua opinião sobre os aspectos sociais do uso de OV como combustível?

A investigação sobre a opinião relativa aos aspectos sociais trouxe nove tópicos, ficando claro que a maioria dos entrevistados, 16, acredita que os maiores benefícios ocorrerão para as comunidades isoladas. Em segundo lugar, os produtores rurais também seriam beneficiados, na opinião dos entrevistados, Quadro 5.4.

Quadro 5.4 – Aspectos sociais destacados pelos entrevistados e número de respostas coincidentes.

Aspectos sociais destacados pelos entrevistados	
Aspecto social	número de respostas
é bom para localidades isoladas	16
é bom para produtores rurais	8
não afeta a produção de alimentos	4
proporciona autonomia energética	3
é ruim socialmente por não incluir AF	2
é positivo por ser viável em escala menor	2
não tem benefícios sociais	2
gera mais benefícios sociais que o BD	2
ruim socialmente por danificar motores	1

Fonte: Dados da pesquisa.

A opinião dos entrevistados converge para a geração de benefícios sociais, que podem advir tanto da redução do preço do diesel em comunidades isoladas, como a sua própria disponibilidade nesses locais. Um dos entrevistados chama atenção para extremo dispêndio que pode ocorrer com o gasto de combustível no transporte do próprio combustível, elevando seu custo:

FRI - Num dos casos que eu vi, agora emblemáticos, o cara, pra levar diesel numa dessas comunidades aí, ele gastava 400 litros de diesel para levar 200 litros;

SIN - se você tem comunidades longes, aonde o diesel chega lá a grandes custos, ... Roraima, alguns lugares no Acre, alguns lugares bem remotos em que o diesel tem que ser altamente subsidiado para chegar lá viável, e quem paga isso somos todos nós. Existe uma taxa que todos nós pagamos em nossa conta de energia que é para subsidiar essas termoelétricas em lugares remotos. .Se não fossem esses subsídios o óleo chegaria lá caríssimo, você teria diesel a quase R\$4,00 o litro, e você pode produzir o litro de óleo de palma a um real e pouco.

Os benefícios sociais de geração de eletricidade para comunidades isoladas, assim como para produtores rurais, não abastecidos pela rede elétrica, são destacados pelos entrevistados:

RIR - Temos um projeto em parceria com uma comunidade, em que o motor chegou a funcionar durante um ano, gerando energia elétrica para a comunidade. Essa comunidade não foi assistida com o programa do governo federal, luz para todos. Então o impacto da geração de energia para essa comunidade foi assim imensurável, assim em termos de benefícios. O primeiro ponto foi que começou a ter aulas no período da noite, os ribeirinhos trabalham o dia todo na extração do açaí, na pesca, e a noite não tinha viabilidade de estudar, porque não tinha energia elétrica então não tinha como estudar no escuro. E aí com a inserção do projeto em funcionamento na comunidade veio a possibilidade de estudar durante a

noite, então durante o dia estudava os filhos dos pescadores e a noite os pescadores estudavam.

NAN - Um tem vontade de montar uma marcenariazinha, outro tem vontade de montar um balcão (frigoríficozinho) para vender o frio, ... para ter um freezer próprio, uma bomba, pra nós aqui eu acho que até a vila vai crescer. O problema da escola, os computador tão tudo parado.

WAR - É positivo ao produtor que puder estar produzindo na sua propriedade ou em seu local;

3.1.5 – Qual sua opinião sobre a viabilidade econômica do uso de OV como combustível?

Quanto à viabilidade econômica da utilização do óleo vegetal como combustível, as entrevistas revelaram oito principais grupos de declarações. Destaca-se que a questão é aberta, e o respondente pôde apresentar mais de uma opinião. As opiniões foram agrupadas a partir de sua ideia central, o número de indivíduos que estiveram de acordo está indicado à frente da ideia. A distribuição ficou da seguinte forma:

- A viabilidade econômica do uso de óleo vegetal combustível está condicionada a situações em que o preço destes óleos seja menor que o preço do diesel – 14;
- A viabilidade econômica do uso de óleo vegetal combustível dependente dos custos da adaptação tecnológica – 9;
- Nas condições atuais o óleo vegetal se apresenta mais competitivo que o diesel e que o biodiesel – 11;
- A tecnologia de utilização de óleo vegetal combustível não apresenta viabilidade econômica – 6;
- A viabilidade econômica do uso de óleo vegetal combustível está condicionada ao usuário final: comunidades isoladas – 7; produtores rurais – 2; em motores aptos – 2.

Alguns relatos referentes à questão de preços dos combustíveis merecem destaque por ilustrarem de forma representativa a opinião dos entrevistados, demonstrando sua percepção quanto ao aspecto econômico:

LAU - Eu não sei quanto fica o litro do óleo ou do biodiesel, mas se você tirar dessa cadeia, onde todo mundo tá mordendo um pedacinho e colocar...

uma cadeia direta sem ninguém meter a mão, o óleo virá muito mais barato para o produtor rural...

RIR - Pode ser viável, se for comparar eles comprarem o óleo diesel a três reais o litro para usar nos motores, e o óleo vegetal compra a noventa centavos o litro. Em termos de eficiência e rendimento, no consumo específico o óleo vegetal é 10% maior que o óleo diesel.

A percepção quanto à amortização dos investimentos necessários à adaptação dos equipamentos também foram consideradas pelos entrevistados, assim como a indicação de qual melhor tipo de motor em termos de viabilidade econômica:

AIC - Dependendo da diferença entre o custo do diesel e do óleo o investimento pode ser pago em poucos anos, ou tornar o uso do OV inviável.

TEM - O óleo vegetal funciona melhor em baixa rotação fazendo força, o diesel explode mais rápido em alta rotação, o óleo vegetal é mais lento, então ele é ideal para baixa rotação fazendo força, aí ele consegue inclusive ser mais econômico.

As vantagens logísticas de se ter produção local é destacada. Outro entrevistado relata que, em casos onde existe facilidade de se comercializar o óleo vegetal produzido, sua comercialização seria mais interessante, e com o valor arrecado se adquiriria o diesel:

HAU - Quando se fala em comunidades isoladas e produtor rural é interessante, pela questão logística, de se produzir um óleo no próprio quintal.

SIN - só é viável em locais onde o diesel é mais caro, e onde você não pode escoar o outro óleo (palma) porque compensa vender o óleo e comprar o diesel.

Porém, em comunidades que não produzem óleo vegetal, ou que o acesso a ele seja difícil pela logística ou pelo valor, e ainda onde o acesso ao diesel de petróleo seja mais simples, o óleo vegetal pode não ser interessante:

NAN - pra nós aqui, o diesel tá sendo mais viável, é por causa dessa questão da compra do óleo de dendê lá, tem que ter um convênio com eles lá (Agropalma), aí é mais burocracia, porque eles não vendem assim, só chegar lá e comprar. Outra questão é o transporte, a gente vai ter que alugar um caminhão, ou ver a questão de barco.

3.1.6 Qual sua opinião sobre a implementação de política de uso de óleo vegetal como combustível?

Questionados sobre a implementação de política que autorizasse a utilização de óleos vegetais como combustível, as respostas se dividiram em dois principais grupos, o dos que se mostraram a favor da implementação da política e o grupo dos que foram contra:

OUR - A política seria ruim à sociedade, pois iria causar problemas nos motores de quem usasse o OV, iria encarecer ainda mais o mercado de óleos, que já torna a atividade de produção de biodiesel muito pouco lucrativa, e pode ainda confundir o mercado. Digo o mercado de consumidores, que poderiam achar que BD é OV, e desacreditar na qualidade do BD, achando que é ele que danificou os motores.

Por sua vez, as opiniões a favor das políticas se dividem em 4 subgrupos. Estes subgrupos representam para qual público deveria ser regulamentado o uso do óleo vegetal. Ressalta-se que não se tratam de repostas exclusivas, ou seja, os respondentes podem ter optado por mais de uma alternativa, quando responderam a favor da regulamentação:

- A favor da regulamentação para frotas cativas – 13;
- A favor da regulamentação para comunidades isoladas – 19;
- A favor da regulamentação para produtores rurais – 17;
- A favor da regulamentação para todo tipo de usuário – 2;
- Contrários à regulamentação – 4.

De toda forma, uma política que autorize a utilização do óleo vegetal é vista de maneira positiva, pelo simples fato da utilização de um produto cuja cadeia produtiva é nacional, o que favorece não apenas a indústria, mas o produtor rural:

BAG - Temos produção elevada, os preços ficam deprimidos, e se os produtores não conseguem ganhar dinheiro, e qualquer atividade que não ganha dinheiro quebra. Eu sou favorável a qualquer tipo de tecnologia que venham aumentar o consumo dessas tecnologias como a do uso de óleo de soja.

Nesse mesmo sentido, outro respondente ressalta que o Brasil é muito grande para não pensar em políticas regionais e que o uso de óleo deve ser encarado como uma solução local, onde poderia ser positiva:

FMG - ... Específico para a agricultura, tem bastante demanda pra isso... Você vai consumir 15% a mais, então, você consome 15% a mais, mas você facilita tanto a vida do produtor rural lá em baixo, e ele não precisa levar o grão pra uma fábrica de biodiesel, e isso facilita...

Eu sou muito defensor de soluções locais, o Brasil é muito grande para ter soluções únicas para o país inteiro;

Outro entrevistado, porém, ressalta que a regulamentação do uso de óleo vegetais combustíveis deve respeitar aspectos técnicos e de segurança, para que a política seja, de fato, benéfica à sociedade e ao usuário:

HAU - A decisão de ser liberado ou não, não pode ser uma questão meramente política, tem que ter elementos técnicos e de segurança para ser implantada seja tomada. É um caminho interessante de se seguir, desde que os motores estejam aptos a receber o óleo, o óleo esteja especificado, seja um óleo de qualidade, as pessoas saibam o que estão fazendo, pois eu vejo que o prejuízo será sempre do usuário. Porque ele vai comprar o motor, ele vai pagar alguma coisa, e se ele colocar um combustível ou usar de forma inadequada ele vai perder rendimento e perder vida útil, ele pode pensar que tá ganhando porque tá usando um combustível mais em conta, mas por outro lado pode estar perdendo no equipamento dele. Isso tudo tem que tá bem sincronizado.

No entanto, na visão de um produtor rural, a falta de interesse na implementação desta política provem do receio do governo em perder o controle sobre o mercado, temendo que a utilização de combustíveis alternativos ganhe espaço em outros usos, não apenas os regulamentados:

LAU - Se o governo fizer a abertura para o produtor, vai vir um engenheiro e vai fazer rodar num carro, esse é o medo do governo, então além de não deixar ele proíbe, nunca ninguém viu o biodiesel não mão, ele não deixa nem ver... e depois fala que não somos autossuficientes em petróleo.

3.1.7 Na sua opinião, qual deve ser o papel do estado quanto à utilização do óleo vegetal combustível?

Questionados sobre o papel do estado diante da utilização de óleo vegetal como um combustível alternativo, as opiniões se dividiram, de modo que se pôde identificar seis categorias. Quatro respondentes declararam que o governo deveria proibir a utilização de óleo vegetal.

- O governo deve proibir e impedir o uso de óleo vegetal como combustível – 3;
- O governo não deveria se envolver na produção de combustíveis – 2;

Um dos entrevistados destaca sua contrariedade à intervenção do estado na produção e consumo de combustíveis:

LAU - O governo não tem que subsidiar nada... não tem que produzir nada também, o governo não tem que ter empresa.

O governo não tem que ter fonte de renda de petróleo... o governo (no Brasil) não é governo é uma indústria!!! ele não pode tomar parte de nada disso, é o maior jogo de interesse que existe é o petróleo, hoje é uma das maiores firmas do mundo (Petrobras), é uma multinacional e é do governo, o governo não tem que ter firma... nos EUA tem 5, 6, 10 15 firmas, tem várias, daí tem briga no mercado, no preço do combustível, aqui não existe briga é tudo Petrobras, então é uma multinacional única onde não entra ninguém.

A Petrobras não tem que ser dona de nada, o petróleo brasileiro tem que estar na mão de firmas brasileiras,... eles pensam em crescer 300% ao ano, enquanto o produtor cresce 2%.

Como o governo controla o setor de combustíveis ele impede a entrada de novos concorrentes...

- O governo, se não ajudar, deveria ao menos não atrapalhar o desenvolvimento de novas alternativas – 3;

LAU - O estado se não ajudar deve ao menos permitir, não atrapalhando o desenvolvimento da tecnologia. Se for feito o encurtamento da cadeia seria muito mais interessante.

O governo foi feito pra ajudar e não pra atrapalhar... se o produtor rural tem benefício com isso (OV) ele tem que autorizar.

- O governo deve autorizar, mas apenas de maneira regulamentada – 10;

Dois declarantes merecem destaque, um deles ligado governo e a atividade de formulação de políticas públicas. Este ressalta que, em nenhum lugar do mundo, o mercado de combustível acontece em total liberdade, pois precisa de regras:

JBR - Combustível em nenhum lugar do mundo é um mercado liberado, ele costuma ser regulado, operando com margens pequenas, e via de regra com grandes atores que trabalham com economia de escala;

Outro entrevistado, que trabalha no setor público, mas também é produtor rural ressalta o poder de autorregulação dos mercados, e destaca que, caso o uso de óleo vegetal, ou mesmo de biodiesel, venha prejudicar a economia ou a sociedade de alguma forma, isso poderia ser regulado pelo estado, e corrigido até mesmo sem lei:

BAG - ... os mercados se regulam e o Estado tem mecanismos de que se chegar num determinado momento e isso está sendo prejudicial pra economia, porque 'ah vai faltar alimento' porque estamos consumindo muito biodiesel (óleo), ah pára né, você regula isso até sem lei, conversando com os atores da cadeia você regula isso. Pra mim convive os dois tranquilamente.

A solução poderia ser um mercado minimamente regulado, que teria o equilíbrio necessário, para se ter um certo controle de qualidade, mas que também permita autonomia energética:

REI - Deve ter um equilíbrio entre centralização e descentralização (para equilibrar controle de qualidade com autonomia energética).

- O governo deve autorizar e apoiar o desenvolvimento do uso de óleo vegetal combustível – 25, este apoio ainda foi sugerido como:
 - Apoio a tecnologias que, mesmo que sejam menos competitivas, tragam mais benefícios;
 - Apoiar inclusive com a transferência de tecnologia;
 - Deve investir em pesquisa;
 - Fomentar tecnologias que insiram, nas cidades, soluções vindas do campo (biocombustíveis);
 - Desburocratizar a produção e consumo de combustíveis;
 - Isenção de impostos para condições frágeis, ainda em desenvolvimento ou pouco competitivas (insumos de pesquisa, equipamentos para áreas isoladas e produção rural);
 - Priorização da sustentabilidade nas decisões políticas.

Além da regulamentação, o apoio à utilização de óleo vegetal combustível é requerido, por diversos motivos e por diversos respondentes, como o exemplo em destaque:

HAU - Eu acredito que os institutos de pesquisa precisam entrar mais a fundo nesse assunto, o governo precisa pesquisar mais. Esse tipo de pesquisa precisa ser feita, isso precisa ser estudado, é uma nova dimensão, e essa é a dinâmica dos negócios, a gente precisa sempre estar investigando. De repente a Agropalma vai olhar e pode achar uma loucura, mas um produtor rural ou alguém em uma comunidade isolada vai achar perfeito.

Enquanto a tecnologia ainda não está madura o apoio do governo é fundamental, pois erros cometidos ou inadequações do uso podem comprometer a viabilidade econômica de um empreendimento:

TEN - Deveria ser um programa federal estadual ou de um instituto, com mais dinheiro por traz, porque é um fator de pesquisa. Porque uma coisa é eu ou você fazer o motor, modificar, fazer o kit, e andar com óleo vegetal, não é. Eu devo ter lá os meus 500 ou 600 mil km rodados com óleo vegetal, com óleo puro e misturas. Então pra quem gosta, pra quem põe a mão na massa, pra quem corre risco, vale a pena. Agora, pra quem tem objetivo

econômico, esse vai cair do cavalo, porque, basta corroer uma bomba, basta um errozinho no processar o óleo, e aí já sai mais caro.

Da mesma forma, a falta de apoio às pesquisas e mesmo a falta de uma política que apoie o desenvolvimento de tecnologias nacionais, dificulta muito o desenvolvimento das pesquisas. De outro lado, a falta de regulamentação impede o desenvolvimento de tecnologia pelas indústrias:

RIR - Deve se criar uma estrutura, em termos de tecnologia local, para utilização dessas tecnologias de uso de óleos vegetais, pois se você vai para fora do país ai você vê que já vendem os kits prontos né, para adaptação dos motores, e isso facilita muito. Então nós estamos aqui e vamos instalar um grupo gerador numa comunidade isolada, aí não tem acesso a produto desenvolvido lá na França, aí tem que dar manutenção - manda pra França, precisa de peça - pede da França, então eu acho que nós temos que ter o incentivo para a produção dessas tecnologias aqui na nossa região, local, ou mesmo nacionalmente, para que se tenha acesso a essa tecnologia. Acho que isso resolveria bastante com relação às consequências do uso do óleo vegetal, quanto a se danificar uma peça, o bico injetor, o kit.

Tem que ter um incentivo, porque não vai partir o interesse delas mesmas (empresas) para atender as comunidades isoladas, que já tem a sua cadeia de produção determinadas não terão interesse, se não tiver um incentivo.

REI - Na Europa o estado apoia mais, como na eletricidade, onde as casas podem produzir e vender para a rede. Havendo regulamentação a indústria responde com disponibilização de tecnologia para o mercado.

A economia gerada ao se reduzir o gasto de combustíveis fósseis com o transporte do próprio combustível para locais isolados, já deveria ser motivo para o apoio ao uso de combustíveis alternativos:

SIN - só o diesel que se gasta para levar o diesel tem um apelo ambiental e ecológico que poderia pagar até um subsídio, mas em casos pontuais, locais isolados.

3.1.8 Na sua opinião a implementação da política de óleo vegetal combustível afeta os atuais atores do setor? Se sim, quais e como?

A questão número oito objetivou identificar a percepção dos atores quanto às implicações da regulamentação de uma política que autoriza a utilização de óleos vegetais como combustível. Indiretamente, ela pretende buscar alguma motivação que tenha feito com que, até o momento, o uso destes combustíveis não tenha sido autorizado.

A questão buscou identificar se o entrevistado acreditava que a implementação da política poderia afetar algum ator do atual cenário de produção e consumo de combustíveis. Em caso negativo, o interlocutor questionava o porquê o entrevistado acreditava não afetar estes atores. Em caso afirmativo, questionava-se quais atores e como eles seriam afetados.

O Quadro 5.5 traz a sistematização das respostas. Dos entrevistados que afirmaram acreditar que a regulamentação do uso de óleo vegetal afeta de alguma forma os atores atuais, pode-se fazer uma subdivisão entre atores privados e públicos. Os atores públicos afetados são, especialmente, os órgãos do governo federal ligados diretamente à regulação da cadeia do biodiesel, dos combustíveis e o governo de modo geral.

Resumidamente, os entrevistados afirmaram acreditar que o governo é afetado porque o uso do óleo vegetal concorreria com o PNPB, programa oficial do governo federal. Afetando-o também ao provocar queda de arrecadação pela dificuldade de controle, em casos de produção para autoconsumo, ou pela comercialização entre produtores e consumidores descentralizados. Por sua vez, a Petrobras poderia perder mercado com a existência de um combustível concorrente aos derivados de petróleo.

Por outro lado, um grupo de entrevistados acredita que o uso de óleo vegetal não afetaria negativamente, pelo contrário, em alguns casos poderia ser até positivo. Os que acreditam não afetar justificam que o mercado seria reduzido devido à política restritiva, portanto, não tendo potencial de afetar grandes atores como a Petrobras, por exemplo.

LAU - A Petrobras tá enganada, ela tá achando que vai perder o controle, esse é o grande problema, o x da questão é o jogo de interesse, ela tá preocupada em não perder o controle do que ela tem na mão hoje, daí ela proíbe e esconde. Mas não vai afetar porque o consumo é absurdo (dos derivados de petróleo) ... e o consumo do óleo vegetal é muito pequeno em relação ao consumo do diesel. O consumo que vai ter dos combustíveis atuais vai continuar aumentando, enquanto que o biodiesel (óleo) só vai beneficiar os produtores rurais.

Quadro 5.5– Descrição dos atores e motivos pelos quais os entrevistados acreditam que a política de uso de óleo vegetal pode afetar ou não estes atores.

Acreditam na possibilidade do OV afetar negativamente algum ator da cadeia	
Ator	Motivo
Governo (de modo geral)	pelo enfraquecimento do programa oficial, por ter financiado projetos de biodiesel, perda de arrecadação, reduz a ação do governo, perda da função do PNPB, concorrência pela matéria-prima;
ANP	dificuldade e perda de controle;
Petrobras	concorrência com petrodiesel, perda de mercado;
MDA	perda da importância que tem dentro do PNPB;
Iniciativa privada	
Distribuidoras	ficam fora do mercado quando o correr autoconsumo, perdem parte do mercado;
Indústria de biodiesel	concorre com o biodiesel, concorre pela matéria-prima óleo;
Indústria de petróleo	autonomia do consumidor, concorrência com os derivados de petróleo;
Indústrias montadoras	problemas aos motores, necessidade de alteração das linhas de produção;
Postos de combustível	concorrência com os combustíveis usuais;
Acreditam na possibilidade do OV não afetar os atores da cadeia	
Ator	Motivo
Distribuidoras	podem comprar mais barato o OV que o BD;
Geral	mercado é pequeno, mas de forma geral serão beneficiados;
Governo (estadual)	pode até aumentar a arrecadação;
Indústria montadora	as empresas se adaptam com o nova possibilidade de combustível;
Indústrias de (bio) combustível	mercado pequeno não afetará;

Fonte: Dados da pesquisa.

Um dos entrevistados, produtor rural, destaca os potenciais benefícios que a utilização de um biocombustível produzido domesticamente pode trazer, segundo ele, essa mesma ótica deveria ser percebida pelo governo federal:

BAG - quando eu era governador de estado ..., quando começou essa questão do biodiesel, eu lembro-me que a coisa era clara: aumentar o biodiesel diminuiria o consumo do óleo diesel. Eu arrecadava 17% de ICMS no diesel, e a operação era para arrecadar 3% no biodiesel de ICMS, então aparentemente você olha e fala assim: pô é um grande prejuízo para o estado. Só que quando você faz as contas, do envolvimento da cadeia produtiva integral do biodiesel, você arrecada mais com 3 do que com 17 (%). Você fomenta a economia, você põe o dinheiro na mão de diversos atores, de várias pessoas, e elas vão para o consumo, todas dentro do estado, dentro de sua fronteira, enquanto que o estado ficava com 17% do óleo diesel, mas o restante do dinheiro ia pra fora, e no biodiesel é o contrário, você ficava só com 3% pro governo, mas todo o resto da cadeia ficava apropriada para o PIB do estado, então você tem uma diferença muito grande. Então esse é um pensamento para o próprio Brasil, a gente importa muito óleo diesel hoje, e se pudesse produzir todo ele (o que é importado) de biodiesel/óleo vegetal pra substituir, seria uma economia muito grande de dólares para o país, e você iria gerar alguns bilhões de reais aqui internamente na economia dentro desse processo.

Os entrevistados que acreditam que esta política poderia afetar atores tradicionais, dentro da cadeia de produção e consumo de combustíveis, ressaltam que estes atores, certamente, farão pressão contra a aprovação da regulamentação:

FOR - A adoção do OV não terá sucesso, pois ela impactaria em setores industriais organizados e articulados;

JBR - Existem os lobbies⁵⁷, daí se tem três lobbies: (1º) um dos que querem que libere para seus produtores rurais, eles tão com o óleo lá do lado; (2º) daí você tem o outro lobby que é governo que quer legislar sobre tudo arrecadar sobre tudo, (3º) e tem o outro das distribuidoras, e produtoras de biodiesel, que vão deixar de ter acesso a esse sistema. Então são dois contra e um a favor, aí essa divisão de forças só dentro do congresso pra saber quem vai ganhar.

Nesse mesmo sentido, alguns entrevistados destacam o choque de interesses com os setores organizados, o que impede ou dificulta o desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias:

LAU - Qualquer atitude pra melhorar os caras cortam, eles não colocam nem no ar, estamos vivendo o que Rússia viveu, eles tiveram 2 tipos de carros por 50 anos, lá ninguém podia ter nada. Porque tinha interesses que não deixavam fazer nada.

LAU - O governo não tem interesse nenhum em fazer com que outro tipo de combustível venha cair nas mãos do produtor pra baratear os custos e as mercadorias.

WAR - Para o governo não é interessante, pois se você acha uma outra fonte paralela ao diesel o governo perde arrecadação.

Um representante da atividade de produção de óleos vegetais traz uma interessante contribuição. Ele destaca não se tratar nem de um choque de interesses, pois em sua opinião, como o mercado seria pequeno, não chega a existir um conflito de interesses, e sim, simplesmente a falta de interesse. Por isso, a política até o momento não avançou:

SIN - Não é problema de afetar os interesses de um determinado grupo, é simplesmente falta de interesse mesmo.

⁵⁷ Lobby - é o nome que se dá à atividade de pressão, ostensiva ou velada, de um grupo organizado com o objetivo de interferir diretamente nas decisões do poder público, em especial do Poder Legislativo, em favor de causas ou objetivos defendidos pelo grupo (WIKIPEDIA, 2013).

3.1.9 Comentário geral:

A última questão tratou da provocação para um comentário geral sobre o que fora discutido. A questão representou um momento rico em termos de apreender a percepção dos atores de uma forma mais abrangente. Um entrevistado, que atua em políticas públicas e regulação do mercado, chama atenção para o risco da captura regulatória, que acontece quando as empresas, já estabelecidas no mercado, utilizam-se do excesso de regulação como barreiras à entrada de novos concorrentes:

AUM - As empresas que já estão no mercado apoiam e solicitam mais regulação, pois assim dificultam a entrada de novos concorrentes, com isso reserva o seu mercado.

Com isso, mesmo atividades que não são competitivas conseguem se manter no mercado, ou seja, através de normas, da obrigatoriedade e do impedimento de novas alternativas, o programa do biodiesel, mesmo sem ser economicamente competitivo, consegue se manter vigente:

JBR - A estratégia do PNPB é muito complexa e dispendiosa, o que o torna nada competitivo;

Nesse mesmo sentido, o funcionamento das estruturas que foram criadas, a forma como elas funcionam e afetam o mercado é ressaltada pelos atores entrevistados, de modo, às vezes, bastante negativo:

JBR - Depois de criada uma estrutura ela se reproduz e cria vida; A estrutura cria vida e se perpetua... em um determinado momento se cria um selo social... depois se cria a necessidade de fiscalizar, depois se cria a carreira de fiscal dentro de um novo ministério (MDA) e a coisa não acaba mais;

A Petrobras, por sua condição de economia mista, parte estatal, parte privada e internacionalizada, tem interesses diversos aos da sociedade e do estado:

FRI - A Petrobras é uma cobra que o governo criou e que age pelos seus interesses;

O interesse para atividades, como a distribuição de combustíveis, passa pela autorização de todas as formas de combustíveis alternativos. Nesse sentido, um dos entrevistados reclama da restrição do uso do GLP como combustível, que no Brasil tem este uso vetado, e que faz parte do portfólio de sua empresa:

MAR - O governo deve autorizar "todas" as possibilidades de alternativas de combustível (fazenda referência ao GLP);

Para um representante do poder público, a falta de interesse das empresas montadoras de veículos, no caso tratores, é devido à redução na escala de produção que ela teria para fabricar motores aptos ao uso de óleo vegetal. Pois, as empresas preferem trabalhar com grandes escalas e com tecnologias que sejam padronizadas em todo mundo, o que barateia o seu desenvolvimento e reduz os custos de produção:

FMG - Os fabricantes de motores não têm interesse em fabricar um motor específico para OV, devido à escala de produção.

O desenvolvimento de tecnologias é caro, as empresas não têm interesse em desenvolvê-las para atender condições específicas.

As empresas querem um padrão mundial, daí a falta de interesse em atender uma demanda específica para o Brasil.

É preciso se desenhar uma estratégia que faça sentido em termos de negócios.

O interesse do governo e dos atores econômicos não está voltado para políticas sustentáveis. Primeiramente, o interesse é econômico, como ocorreu com o Proálcool, que somente depois de muitos anos ganhou o apelo ambiental e de sustentabilidade:

REI - Tudo passa pela vontade política de se criar um modelo sustentável.

Proálcool teve argumento apenas econômico, e hoje tem apelo ambiental.

Tecnologia foi evoluindo para o álcool.

A autonomia energética é vista por parte dos entrevistados como a grande vantagem que a regulamentação do uso de óleo vegetal poderia trazer. Sendo este, o maior benefício para a sociedade, mesmo que seja apenas para a classe beneficiada pela política:

TEM - Pra mim o OV é muito bom não por ser renovável, não por ser ecológico, não por ser menos poluente... Pra mim o OV é fantástico porque ele permite a descentralização das energias, a quebra dos monopólios, acaba com essa ladroagem que é o monopólio.

LAU - Se a usina de álcool usa o etanol porque o produtor de óleo não pode usar. O governo não deve atrapalhar a produção rural, devendo permitir alternativas que contribuam, no caso dos óleos...

De toda forma, com a diversidade de realidades que existem no país, são necessárias soluções as mais variadas, e quanto a sua viabilidade, quem deverá decidir será o mercado, o seu usuário. O governo, por sua vez, deve promover ou ao menos permitir o desenvolvimento de alternativas, cabendo ao consumidor, dentro das mais diversas realidades, decidir sobre qual deve usar:

MIA - O papel do estado é promover o desenvolvimento de alternativas, mas é o produtor quem deve decidir por sua viabilidade e pertinência.

3.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO A PARTIR DO SPHYNX

A utilização de ferramentas digitais tem sido recurso comum durante a etapa de processamento de dados de uma pesquisa. Tais ferramentas podem contribuir desde a coleta de dados, a degravação, organização e, por fim, a análise dos resultados obtidos ao longo de uma pesquisa (quantitativa ou qualitativa). Os softwares podem contribuir, inclusive, em equilibrar o tempo necessário para cada uma dessas etapas e no processamento do volume de informação e dados nelas obtidos. Portanto, para uma análise criteriosa, o uso de software tem sido comum ao longo dos anos (FREITAS, 2000).

Para análise das relações entre as variáveis da pesquisa de campo, obtidas a partir das entrevistas, utilizou-se o software Sphinx Léxica para Windows, versão 5.0 em francês. Esta ferramenta contribuiu em realizar análises a partir das relações entre as respostas fornecidas pelos entrevistados: especialistas em políticas públicas e em biocombustíveis; e o público alvo da política em questão: produtores rurais, comunidades isoladas e frotas cativas.

A versão Léxica do Sphinx integra as funções do Sphinx Survey, tais como: concepção e edição do questionário, digitação, entrada ou importação das respostas, apuração e análise estatística, entre outras. O software ainda tem funções avançadas para exploração e navegação de textos. Ele permite ainda investigar em profundidade entrevistas, discursos, livros, além de oferecer funções de divisão do texto, de navegação por hipertexto, de indexação automática e de trechos repetidos (SPHINX, 2007).

O Sphinx constitui-se, portanto, como software para tabulação, coleta e análise de dados quantitativos e qualitativos. No caso desta pesquisa, ele foi adotado por ser referência na coleta de dados qualitativos, além de possuir recursos simples que garantem agilidade e objetividade nas etapas de análise dos resultados obtidos. Este programa se tornou conhecido após através do Grupo de Pesquisas de Gestão do Impacto da Adoção de Novas Tecnologias da Informação (GIANTI). O GIANTI é vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), tendo sido referência em pesquisas com utilização do Sphinx no país, oferecendo cursos de capacitação e consultorias.

A primeira questão analisada traz a resposta dos entrevistados sobre o seu conhecimento da possibilidade de uso do OV como combustível de motores diesel. A Figura 5.2, autoexplicativa, demonstra que a maioria dos entrevistados confirmou conhecer o uso

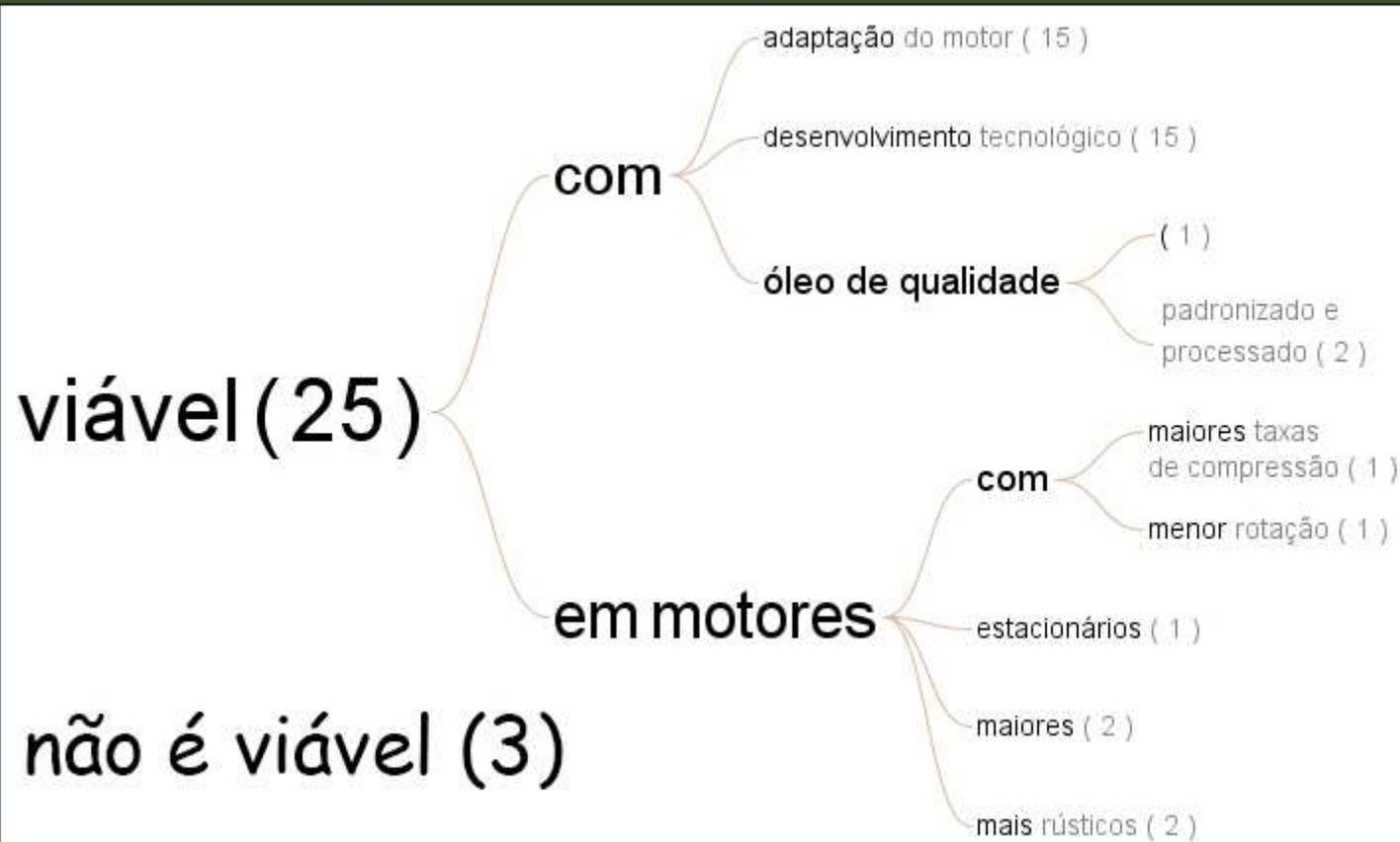
de OV como combustível. Destaca-se, que seis destes utilizaram pessoalmente o OV combustível. Como os entrevistados puderam apresentar mais de uma opinião, o somatório delas pode exceder ao número total de indivíduos.



Figura 5.2 – Síntese da opinião dos entrevistados sobre a forma como conheceram o uso de OV.

Com relação à viabilidade técnica da utilização do óleo vegetal, foi construído um diagrama que traz as opiniões dos entrevistados que qualificaram a viabilidade técnica. Ou seja, o uso é viável desde que sejam atendidas algumas premissas, Figura 5.3. Pode-se identificar que a maior parte das opiniões caminha no sentido de que são necessárias adaptações (uso de kits), ou o desenvolvimento de tecnologias específicas. Foram também destacadas questões como: respeito a um padrão mínimo de qualidade e aperfeiçoamento das tecnologias existentes.

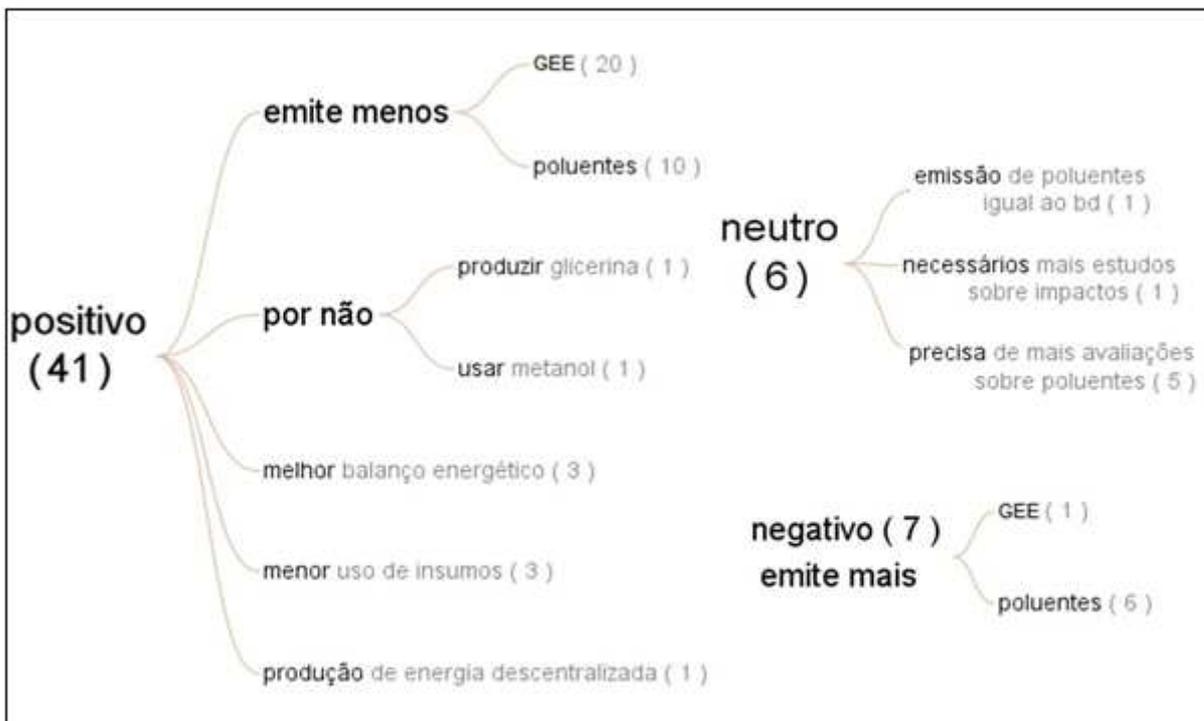
Qualificação das opiniões afirmativas quanto à viabilidade do uso do OV



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa.

Figura 5.3 – Qualificação das opiniões dos entrevistados sobre a viabilidade do uso de óleo vegetal, considerando as condicionantes desta viabilidade.

Com relação aos aspectos ambientais, o infográfico, Figura 5.4, retrata as opiniões dos entrevistados. Nota-se que a maior parte das respostas (41 de 54) ocorreu no sentido de que o uso de OV é ambientalmente positivo, seis respostas indicaram não haver diferenças com o BD, sendo que seriam necessários mais estudos para se afirmar com certeza sobre este tema. Seis respostas indicaram a possibilidade da emissão de poluentes ser maior, especialmente quando não forem utilizados equipamentos apropriados para seu uso.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa.

Figura 5.4 – Infográfico com a incidência das opiniões a respeito dos aspectos ambientais da utilização do OV.

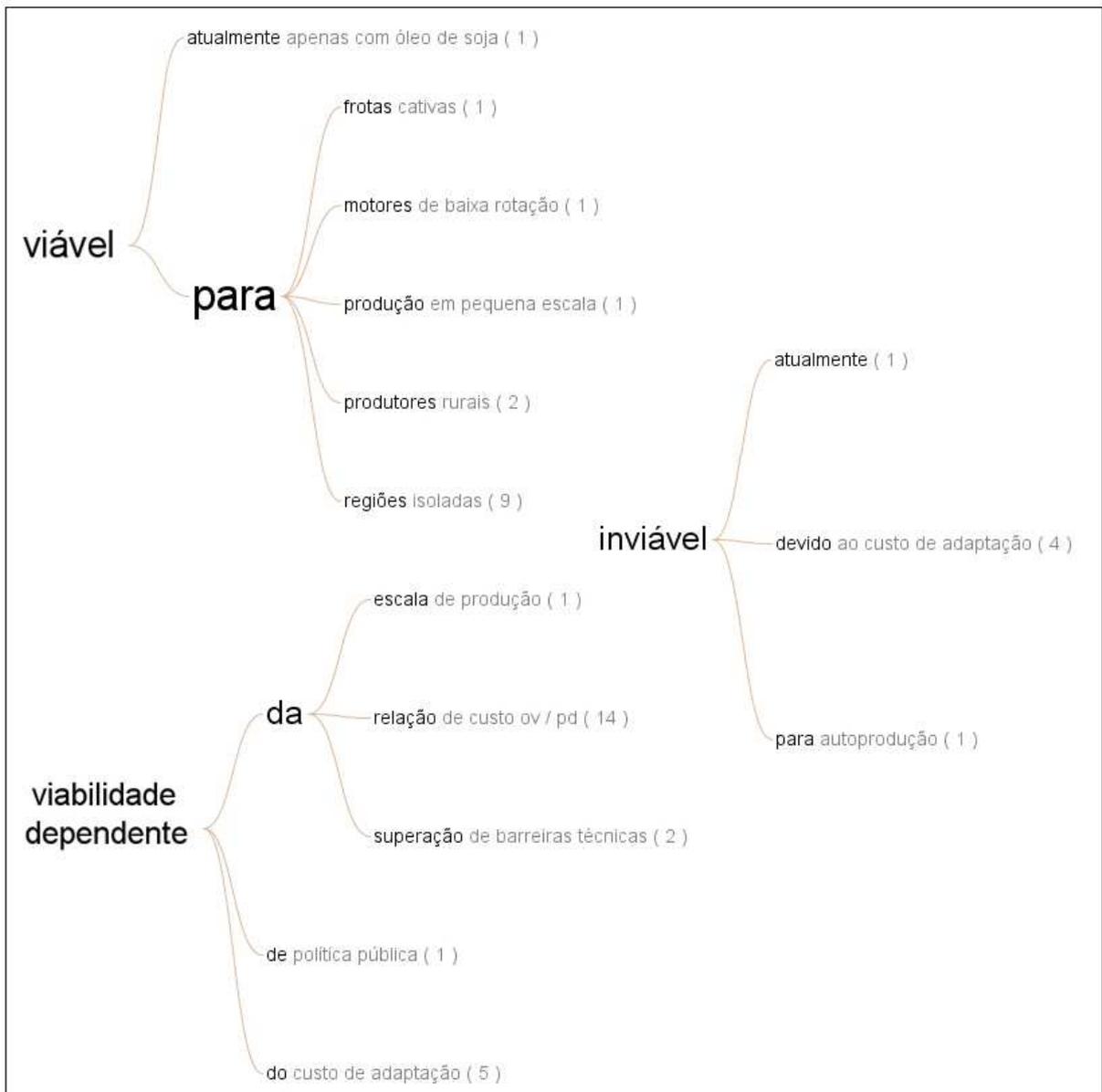
Para melhor compreensão das opiniões sobre os aspectos sociais, foi elaborado um infográfico com as opiniões dos entrevistados sobre este tema. No infográfico de chaves, Figura 5.5, nota-se claramente que na opinião dos entrevistados a categoria, prevista no projeto de lei, que seria mais beneficiada com o uso de OV combustível seria a das comunidades isoladas. Dois entrevistados ainda afirmaram acreditar que o uso de OV seria socialmente negativo, por danificar os motores ou ser menos interessante que o biodiesel.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa.

Figura 5.5 – Infográfico com a incidência das opiniões a respeito dos aspectos sociais da utilização do OV.

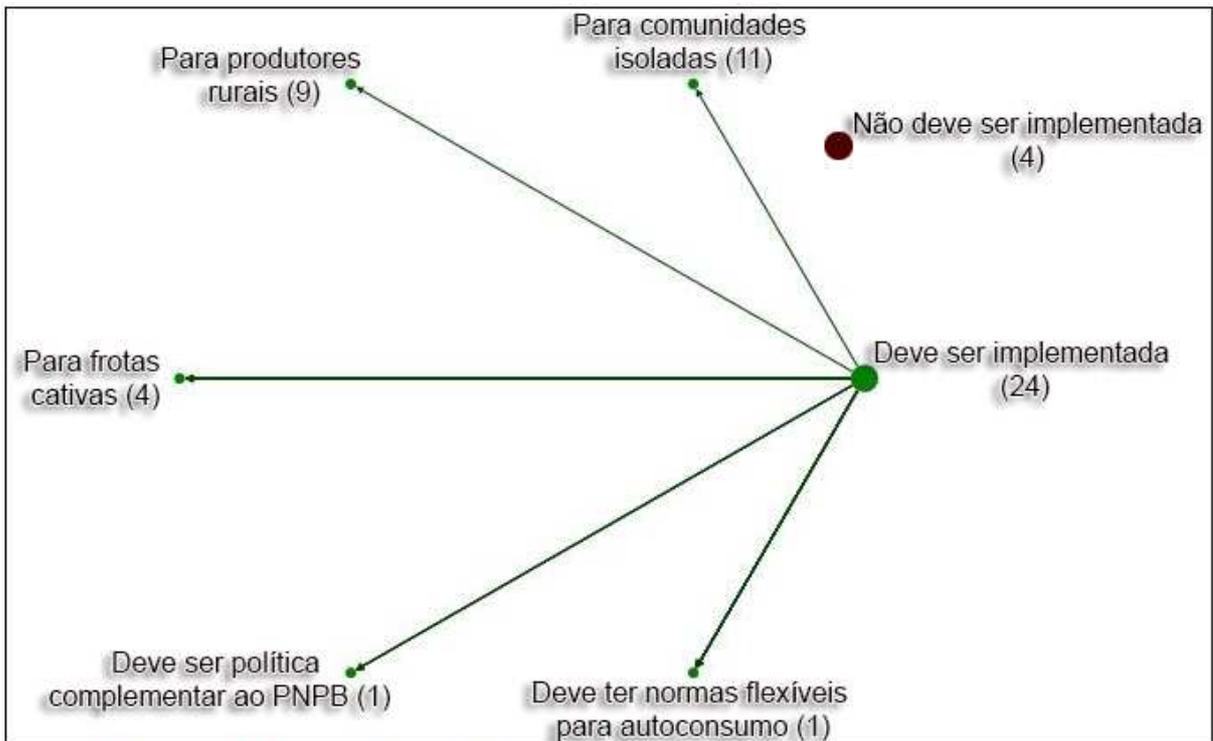
Com relação à viabilidade econômica, a opinião dos entrevistados se dividiu em três grupos. Um deles que acredita não ser viável para autoprodução, especialmente por questões de escala, custo de adaptação ou simplesmente porque crê que ainda não existem tecnologias aptas. Um segundo grupo identificado é o que acredita que é viável, no entanto, algumas condições devem ser atendidas, como: superação de barreiras técnicas, escala mínima de produção, entre outras. Finalmente, há o grupo que entende que o atual estado da arte já permite seu uso com viabilidade, Figura 5.6.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa.

Figura 5.6 – Infográfico com a incidência das opiniões a respeito dos aspectos econômicos da utilização do OV.

Sobre a pertinência da implementação da política de uso do OV, a grande maioria dos entrevistados demonstrou concordar com sua implementação, 24 a favor e apenas 4 opiniões contrárias. Sendo que, das opiniões favoráveis, a maior parte se mostrou a favor de que a regulamentação fosse para as categorias de comunidades isoladas e produtores rurais, respectivamente, 11 e 9 respostas, Figura 5.7.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa.

Figura 5.7 – Infográfico com a opinião dos entrevistados quanto à implementação da política de uso de OV.

A Figura 5.8 traz inúmeras informações quanto às opiniões dos entrevistados sobre quais atores da cadeia poderiam ser afetados com a regulamentação da política de uso de óleo vegetal como combustível. Existem dois grupos, o que acredita que a implementação da política não afetará os atores já tradicionais e o que afirmou acreditar no contrário, que afetará. Do grupo que crê não haver influência sobre os atores tradicionais, a maioria das respostas sugere não haver influência por se tratar de um mercado muito pequeno, em relação a todo o mercado de diesel convencional.

O grupo que crê que a regulamentação afetará os atores tradicionais sugere que o ator mais afetado será o governo. Especialmente por dois motivos, pela perda de controle sobre a produção e pela diminuição de arrecadação. Em seguida, as categorias mais afetadas seriam as indústrias de petróleo, por concorrência direta com o diesel convencional. Com o mesmo número de respostas, 12, a indústria de biodiesel também foi citada. No entanto, esta última seria afetada por duas razões: a concorrência pelo mercado e a concorrência pela matéria-prima óleo vegetal.

Com relação ao papel do governo, das 39 opiniões colhidas, apenas 3 recomendam a não autorização do uso de OV combustível. Do restante, a maior parte afirma que o governo deve apoiar a política (14), enquanto 7 recomendam que o governo apoie as alternativas de combustível de forma geral, Figura 5.9.



Figura 5.8 – Infográfico com a opinião dos entrevistados sobre quais atores seriam afetados com a regulamentação da política de uso de OV.

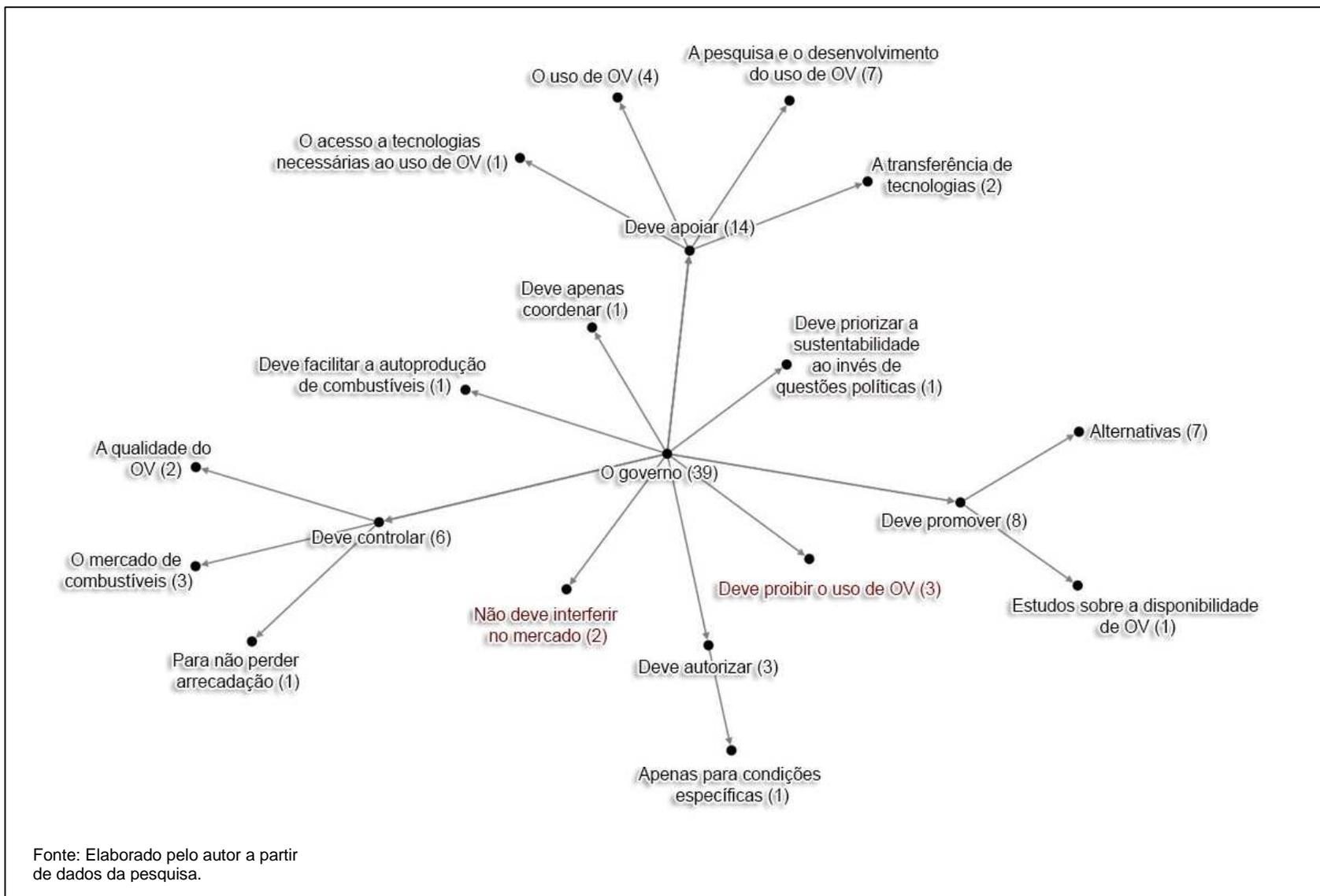


Figura 5.9 – Infográfico com a opinião dos entrevistados sobre qual deve o papel do governo em política de uso de OV.

4 CONCLUSÕES

A partir dos entrevistados, que consistem uma amostra intencional de especialistas e de atores envolvidos com a cadeia de produção e consumo de biocombustíveis e óleo vegetal, foi possível tecer algumas conclusões. Primeiramente, surpreendeu o fato de que nem todos entrevistados afirmaram conhecer o uso de óleo vegetal diretamente em motores, apesar de serem, de alguma forma, ligados ao tema. De toda maneira, a grande maioria conhece e até mesmo utilizou, em pesquisa ou em atividades privadas, o OV como combustível. Ou seja, trata-se de um tema relativamente conhecido.

A maioria dos entrevistados, mesmo sem ter profundos conhecimentos técnicos sobre motores diesel, afirmaram acreditar ser possível o uso de OV como combustível. Parte dessa crença vem da própria semelhança que existe entre o OV e o BD, outra parte vem da própria experiência com a utilização. Todavia, a necessidade de melhorias, adaptações e desenvolvimento tecnológico é uma opinião bastante consensual. Esta opinião vai ao encontro da maior parte dos estudos revisados, o que corrobora para o entendimento de que existe viabilidade técnica no uso de OV como alternativa combustível.

Em relação aos aspectos ambientais, a percepção da maioria é de que o OV é positivo, 41 afirmações, enquanto apenas 7 entendem que seu uso pode ser prejudicial ao meio ambiente. Por outro lado, as indústrias de petróleo e de biodiesel afirmam haver riscos ambientais no uso de OV, opinião esperada, por questões ideológicas e de sobrevivência destas atividades no mercado, especialmente das ligadas ao biodiesel.

Na percepção dos entrevistados, os maiores benefícios sociais incidiriam sobre as comunidades isoladas, seguidas pelos produtores rurais. Com relação ao risco de competição por alimentos, este não foi um ponto levantado pelos entrevistados, o que provavelmente pode estar relacionado com a dupla aptidão das matérias-primas utilizadas, alimento e energia. Foi ainda possível, por meio das entrevistas, perceber que existe um consenso geral sobre a posição do Estado em não preconizar soluções que sejam melhores à sociedade, e sim que garantam o controle, a arrecadação ou o próprio mercado, nesse último caso, para a Petrobras.

Quanto à regulamentação do uso de OV, apenas quatro opiniões foram contrárias, enquanto duas opiniões foram no sentido de que o OV deveria ser autorizado irrestritamente. As demais opiniões giram em torno de regulamentações restritas, ou seja, deveria ser autorizada apenas para determinados usuários ou condições. Sobre o papel do governo, a heterogeneidade das classes dos entrevistados ficou evidenciada. Pois, enquanto os ligados à produção de biodiesel e às atividades relativas aos combustíveis

tradicionais afirmam que o governo deveria impedir alternativas como a do uso de OV, outros acreditam que o governo deveria não apenas autorizar, mas também apoiar.

Na resposta da maioria dos entrevistados, a regulamentação de OV afetaria atores tradicionais da atividade de produção e consumo de combustíveis, 66% das opiniões. Na opinião de alguns especialistas entrevistados, fornecidas após a entrevista formal, a possibilidade da regulamentação dessa política seria muito indesejável para o governo e empresas já estabelecidas, especialmente as de biodiesel, por todas as questões já levantadas e discutidas. Reside nessas razões o principal motivo do “engavetamento” e da completa alteração do projeto de lei original.

Finalmente, pode-se afirmar que as categorias de atores potenciais consumidores, como produtores rurais e comunidades isoladas, juntamente com a categoria de pesquisadores, são unanimemente a favor da autorização do uso do óleo vegetal combustível. O representante do governo ligado ao CADE, ao defender o livre mercado, é também a favor da autorização do uso de OV, pois o excesso de regulamentações acaba por cartelizar o mercado. Não foi possível a entrevista com as grandes montadoras. De outro lado, os representantes das indústrias de peças, que inclusive desenvolvem kits de adaptação, foram, obviamente, a favor da política de uso de OV.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1 AVALIAÇÃO GERAL DO ESTUDO

1.1 VIABILIDADE TÉCNICA / TECNOLÓGICA

A partir dos estudos revisados e das entrevistas com os atores e especialistas, pode-se depreender que existe viabilidade técnica para a utilização de óleo vegetal como combustível. No entanto, o desenvolvimento deste tipo de tecnologia está em estágio aquém do que se encontra alternativa fóssil, sendo o mercado ainda incipiente para equipamentos aptos ao OV. Atualmente, a tecnologia para uso de óleo vegetal consiste em equipamentos desenvolvidos de forma marginal, não sendo foco das indústrias montadoras de motores, o que tem limitado seu grau de aperfeiçoamento. Tal realidade é especialmente vigente no Brasil, onde nem mesmo é regulamentado o uso de OV como combustível. Portanto, os kits de adaptação ao uso de OV disponíveis no país são predominantemente artesanais, ou importados.

Por não ser um combustível homologado, não se pode circular em vias públicas com equipamentos utilizando-o. Isso não significa que seu uso não esteja ocorrendo, apenas que seria irregular, especialmente em vias públicas. A utilização de combustíveis que não sejam os regulares também implica em perda de garantias dos motores. A regulamentação do uso de OV permitiria o desenvolvimento do mercado, o estado poderia fomentar pesquisa e desenvolvimento, o que promoveria novas oportunidades, inclusive na geração de patentes. Além de proporcionar uma alternativa ao sistema vigente de “motor & combustível”.

No caso brasileiro, são necessários mais estudos com os tipos de óleo disponíveis no mercado. Porém, uma rota tecnológica que poderia inicialmente ser adotada é a que utiliza o sistema de duplo tanque, com aquecimento prévio do OV antes da injeção, e com acionamento e desligamento do motor com diesel mineral.

1.2 SUSTENTABILIDADE DAS CADEIAS PRODUTIVAS

Com relação à sustentabilidade do uso de óleo vegetal, o estudo sugere que ele representa alternativa mais sustentável em termos ambientais do que a alternativa fóssil e do que o biodiesel. Em termos sociais, certamente é uma alternativa mais interessante que as soluções da indústria do petróleo, e com relação ao biodiesel, o óleo vegetal combustível pode ser uma estratégia complementar ao PNPB. Economicamente, a viabilidade dependerá de alguns fatores, como disponibilidade e preço da tecnologia, e especialmente a relação de preços que o OV terá com o DC.

Ainda em termos da viabilidade econômica, o estudo realizado a partir do modelo de custos da CONAB permitiu chegar a um valor de referência, como ponto de equivalência. Este ponto representa o valor a partir do qual seria mais interessante o uso de OV, considerando, inclusive, o aumento de 10% no consumo específico e de 50% na troca de óleo lubrificante e filtros (manutenção). No contexto do estudo, este ponto de equivalência é quando o óleo vegetal estiver a menos que 85% do preço do diesel convencional. Destaca-se que, no caso da equivalência do etanol, este ponto ocorre somente quando este biocombustível está abaixo de 70% do preço da gasolina.

A proposta dos projetos de lei PLS 81/2008 e PLS 219/2010, o primeiro paralisado e o segundo completamente modificado, fazia sentido em regulamentar o uso do OV para as três categorias propostas: comunidades isoladas, produtores rurais e frotas cativas. Pois, para as comunidades realmente isoladas, o OV pode ser uma importante alternativa, tanto para eletrificação, quanto para utilização em motores diesel. Porém, a viabilidade da motogeração de eletricidade nessas comunidades será inversamente proporcional à expansão do programa federal de eletrificação, Luz Para Todos, juntamente com outras condições, como:

- Inviabilidade de interligação da comunidade ao SIN (rede elétrica);
- Indisponibilidade ou custo elevado do diesel;
- Implantação em comunidades produtoras de culturas oleaginosas, com condições de se tornarem ou com acesso facilitado ao OV;
- Tecnologias e suporte técnico acessíveis.

Para os produtores rurais, a política se mostra coerente, evidentemente pela possibilidade de produção do próprio combustível, o que certamente tem custo inferior à aquisição do diesel. Com relação à terceira categoria, de frotas cativas, ela também pode fazer sentido, pois geralmente se trata de empresas com capacidade técnica de

acompanhar a implementação da tecnologia, se responsabilizar por quaisquer alterações em seus equipamentos. Nesse caso, um exemplo de frotas cativas são as empresas recolhedoras de óleos residuais, que poderiam utilizá-los como combustível.

1.3 AMBIENTE INSTITUCIONAL

A partir das análises sobre o ambiente institucional, pode-se compreender os motivos que fazem com que o governo não se interesse por implementar o uso de óleo vegetal como uma política pública. Sem o apoio, e nem mesmo a autorização do governo para a utilização da tecnologia, o desenvolvimento do OV como alternativa combustível pode ter sua viabilização dada como “quase impossível”. Portanto, como afirma Dye (2005), política pública é tudo o que os governos decidem fazer, ou deixar de fazer. Assim sendo, a inação também representa uma política pública, com esta inação se garante a manutenção de um *status* interessante ao governo e aos grupos com maior influência política.

Tendo em vista tamanhos interesses envolvidos, torna-se compreensível a postura política do governo em manter uma posição de inação, tornando clandestinas quaisquer ações que proponham novos paradigmas energéticos. Portanto, o ambiente institucional continuará árido para alternativas como a apresentada pelo PLS 81/2008, que regulamentaria o “uso e a comercialização do óleo vegetal como combustível de motores diesel nas atividades agropecuárias etc...”.

O atual cenário de desgaste da Petrobras, que tem como uma das principais causas, a manutenção artificial de preços dos combustíveis, talvez representasse boa oportunidade de reformulação destas estratégias políticas. Pois, com o preço do petróleo ascendendo, fica cada vez mais difícil o controle de altas nos preços de seus derivados, o que acaba gerando a descapitalização da estatal petrolífera brasileira, conseqüentemente refletindo na desvalorização de suas ações e no encarecimento dos custos de produção nacionais.

Portanto, a reconsideração de alternativas mais sustentáveis pode ser um bom caminho aos formuladores das políticas públicas. De modo que, mesmo não contribuindo, se o governo apenas regulamentasse, estas alternativas poderiam trazer benefícios ambientais, sociais e inclusive econômicos ao país. Caso contrário, no Brasil, as alternativas como o OV dificilmente passarão de projetos acadêmicos, viáveis apenas dentro dos centros de pesquisa ou por eles amparados.

2 PROPOSIÇÃO DE POLÍTICA PÚBLICA

No exercício de abrir mão dos interesses privados em prol da sociedade, o que parece contraditório para ser dito sobre um governo, este deveria repensar a política energética. Nesse sentido, alternativas mais sustentáveis devem ser valorizadas, como a utilização de combustíveis produzidos localmente. Da mesma forma, é emergencial a reflexão e também a ação, na reconstrução do modelo de transporte coletivo e de cargas. Não é possível vislumbrar, nem mesmo os mais visionários conseguiriam, a possibilidade de uma alternativa sustentável de combustível que venha suplantiar toda a insustentabilidade do modal de transportes vigente.

Até o momento, tal modelo certamente foi útil no sentido de gerar impostos, promover o comércio de veículos, a construção de rodovias, entre outras movimentações econômicas decorrentes. No entanto, o custo Brasil, os congestionamentos, os milhares de acidentes de trânsito etc., podem ser entendidos como um sinal do esgotamento desta antiga proposta. Cada vez mais, torna-se importante repensar e reconstruir este modelo, no qual, os biocombustíveis podem desenvolver um papel importante.

Nesse sentido, um passo inicial seria a aprovação dos projetos de lei, PLS 81/2008 e/ou o PLS 219/2010. Que poderiam ser modificados com o objetivo de autorizar, inicialmente o uso do óleo vegetal para os consumidores que possam produzi-lo. A proposta deveria ser então alterada, e ao invés de autorizar o consumo do OV a partir de determinadas classes, como agricultores, comunidades isoladas, transportes coletivos ou frotas cativas, a proposta contemplaria os autoprodutores. Ou seja, autorizaria o consumo destes óleos por quem pudesse produzi-los, em outras palavras, produção para autoconsumo.

Com isso, haveria uma valorização dos circuitos fechados de produção e consumo, incentivando especialmente o consumo local, o que reduziria as grandes distâncias percorridas, como é típico para o biodiesel e para o petrodiesel. A produção para autoconsumo ainda é positiva por prescindir da fiscalização da ANP, tendo em vista ser o produtor, seu próprio cliente. A desnecessidade de fiscalização contribuiria e tirar a sobrecarga da agência reguladora, como acontece com o abastecimento do diesel e com o PNPB.

O óleo vegetal sem transesterificar também pode ser considerado com alternativa de aditivo ao Petrodiesel, como é efetuado com o biodiesel. Pois, nas proporções de misturas atualmente vigentes, a maior viscosidade do óleo vegetal não teria maiores implicações que a mistura realizada com o biodiesel. Nesse caso, por prescindir de toda a cadeia industrial do biodiesel, ter-se-ia um aditivo para o petrodiesel com menor custo que o Biodiesel. Socialmente, poderiam ser exigidas as mesmas condições de aquisição do OV a partir da agricultura familiar.

3 SUGESTÃO PARA NOVOS ESTUDOS

É importante aprofundar conhecimentos em:

Viabilidade econômica da produção para autoconsumo de óleos vegetais combustíveis;

Aperfeiçoamento de equipamentos para utilização de óleos vegetais direto em motores;

Estudos sobre as emissões de motores diesel operando com OV nas condições brasileiras;

Implicações da utilização do OV como aditivo do petrodiesel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Cadeia Produtiva de Oleaginosas e Biodiesel > Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>>. Acesso em: 05/07/2013^a.

_____. **Sobre A Abiove > Associados**. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=associados&area=My0xLTQ>>>. Acesso em: 09/07/2013^b.

ABOLLÉ, A.; KOUAKOU, L. e PLANCHE, H. The viscosity of diesel oil and mixtures with straight vegetable oils: Palm, cabbage palm, cotton, groundnut, copra and sunflower. **Biomass and Bioenergy** v 33, p 1116 – 1121, 2009.

ABRAMOVAY, R. e MAGALHÃES, R. **O acesso dos agricultores familiares aos mercados de biodiesel: parcerias entre grandes empresas e movimentos sociais**. São Paulo: Fundação Instituto de Pesquisa Econômica, 2007.

AHMED, I.; DECKER, J. e MORRIS, D. **How much energy does it take to make a gallon of soydiesel?** Washington, USA: The Institute for Local Self-Reliance, 1994.

ALBUQUERQUE, E. S. **Geopolítica do Brasil: a Construção da Soberania Nacional**. Editora Atual, 2006.

ALMEIDA NETO, J. A.; CRUZ, R. S.; ALVES, J. M.; PIRES, M. de M.; ROBRA, S. e PARENTE JUNIOR, E. **Balanco energético de ésteres metílicos e etílicos de óleo de mamona**. In: Congresso Brasileiro de Mamona, Campina Grande, 2006. Disponível em: <<http://www.redebaianadebiocombustiveis.br.gov.br/arquivo/165.pdf>>. Acesso: 27/05/2013.

ALTIN, R.; CETINKAY, S.; e YUCESU, HS. The potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engine. **Energ Convers Manage** (5), 42: 529–538 (2001).

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – **Associadas**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/associadas.html>>. Acesso em: 20/08/2013.

ANGARITA, E. E. Y. **Avaliação do impacto energético e ambiental da cogeração no balanço energético e no ciclo de vida do biodiesel de óleo de palma africana**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Itajubá. Dissertação de mestrado. Itajubá, 2008.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.

Resolução ANP nº 2, de 29/1/2008. 2008. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2008/janeiro/ranp%202%20-%202008.xml>. Acesso em: 07/01/2014.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Carta de Búzios.** Workshop: Cenário Atual e Perspectivas para o Mercado de Combustíveis no Brasil; 2009. Disponível em: <www.anp.gov.br/SITE/acao/download/?id=16699>. Acesso em: 07/05/2013.

_____. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - 2012.** <<http://www.anp.gov.br/?pg=60983>>. Acesso em: 07/05/2013.

_____. **Síntese dos Preços Praticados - MATO GROSSO - Resumo I - Diesel R\$/l / Período de 18/08/2013 a 24/08/2013;** 2013. <http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Por_Estado_Municipio.asp>. Acesso em: 27/08/2013.

ANSELMO, G. C. S e ARRUDA, C. **Biodiesel no Brasil: A nova fonte energética automotiva.** BIOCOP – 2º. Simpósio Nacional de Biocombustíveis, Recife. 2009.

APROBIO - ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE BIODIESEL DO BRASIL. **Institucional.** Disponível em: <<http://www.aprobio.com.br/institucional.html#>>. Acesso em: 20/08/2013.

ATSDR – AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological Profile for Acrolein.** Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, 2007.

AYHAN, D. Progress and recent trends in biodiesel fuels. **Energy Conversion and Management.** v. 50; p. 14–34; 2009.

AZEVEDO, P.F. Nova Economia Institucional: Referencial Geral e Aplicações para a Agricultura. **Agricultura em São Paulo**, nº 47. Vol. 1. São Paulo. 2000.

BAJPAI, S.; SAHOO, P. K. e DAS, L. M. Feasibility of blending karanja vegetable oil in petrodiesel and utilization in a direct injection diesel engine. **Fuel** 88 (2009) p. 705–711.

BALAKRISHNA, B. Vegetable oil as fuel in c.i. engine: problems and possible solutions. **International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST).** Vol. 4 No.11 November 2012. Disponível em: <<http://www.ijest.info/docs/IJEST12-04-11-051.pdf>>. Acesso em: 14/06/2013.

BARDIN, I. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições Setenta, 1994. 226 p.

BATALHA, M. O. (coord.) **Gestão Agroindustrial v1:** GEPAL: Grupo de estudo e Pesquisas

Agroindustriais. 3ª. Ed. São Paulo: Atlas, 1997.

BATALHA, M. O. e SILVA, A. L. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas.** In: BATALHA, M. O. (Org.). Gestão agroindustrial. São Paulo: Atlas, 2007. p1-62.

BCE – BIO CLEAN ENERGY. **Produtos – glicerina. (2009)** Disponível em: <<http://www.biocleanenergy.com.br/pt/produtos.php>>. Acesso em: 24/05/2013.

BEZERRA, R. T. R. **Extração do óleo de babaçu (Orbignia martiana) por prensagem contínua.** 2000. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

BIODIESELBR. **Sobre a Definição Técnica do Biodiesel.** 2006. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/ramos/definicao-tecnica-biodiesel.htm>>. Acesso em: 16/12/2013.

_____. **Produtores alemães temem onda gigante de falências.** 2008. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/produtores-biodiesel-temem-onda-gigantefalencias-14-01-08.htm>>. Acesso em: 08/12/2013.

_____. **Amazonbio vê limitações no Selo Social.** 07 Agosto 2013^a. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/agricultura/selo/amazonbio-limitacoes-selo-social-060813.htm>>. Acesso em: 27/08/2013.

_____. **O programa de biodiesel na visão do agricultor familiar.** 12 Agosto 2013^b. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/agricultura/selo/programa-biodiesel-visao-agricultor-familiar-080813.htm>>. Acesso em: 27/08/2013.

_____. **Diesel combustível.** 2013^c. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/diesel/diesel-combustivel.htm>>. Acesso em: 27/05/2013.

BIODIESEL. **Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel – RBTB.** 2008. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/rede_brasileira_tecnologia/sobre_a_rede>. Acesso em: 29/06/2013.

BIOLTEC. **Produtos.** Disponível em: <<http://www.bioltec.de/>>. Acesso em: 05/06/2013.

BM – BIODIESEL MAGAZINE. **USA Plants.** Disponível em: <<http://www.biodieselmagazine.com/plants/listplants/USA/>>. Acesso: 25/07/2013.

BR – PETROBRAS DISTRIBUIDORA. **Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ: Hexano.** 2011. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/2a3a300043a79e0ebbc6bfec2d0136c/fispq-quim->

alif-hexanobr.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 01/01/2014.

BRASIL. **[Código de trânsito brasileiro (1997)]. Código de trânsito brasileiro.** – 4. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010. 297 p. – (Série Legislação; n. 26)

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988. BRASIL.

BRASIL. MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Plano Nacional de Agroenergia.** Brasília, 2005. 120p.

BRASIL. MDA – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Programas>Biodiesel.** 2013^a. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel/2286313>>. Acesso em: 12/06/2013.

BRASIL. MF – MINISTÉRIO DA FAZENDA – RECEITA FEDERAL. **Cide-combustíveis.** Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/PessoaJuridica/CIDECComb/default.htm>>. Acesso em: 21/07/2011.

BRASIL. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **1º. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários.** 2011.

BRASIL. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação Ambiental Preliminar da Cadeia Produtiva e Distribuição do Biodiesel, 2006.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/item_7.pdf>. Acesso em: 22/12/2013.

BRASIL. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Efeito Estufa e Aquecimento Global.** 2013^b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/ciencia-da-mudanca-do-clima/efeito-estufa-e-aquecimento-global>>. Acesso em: 24/07/2013.

BRASIL. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções CONAMA, 1997.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 12/11/2013.

BRASIL. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Responsabilidade Socioambiental - Agenda 21.** 2013^c. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em: 11/12/2013.

BRASIL. MME – MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel - PNPB.** 2013^d. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/pnpb.html>>. Acesso em: 27/05/2013.

BRASILAGRO. **UE aprova subsídio de governo italiano ao biodiesel.** 2008. Disponível em: <<http://www.brasilagro.com.br/index.php?noticias/detalhes/10/2734>>. Acesso em:

22/07/2011.

BUARQUE, S. **Metodologia de Planejamento do Desenvolvimento Local e Municipal Sustentável**. In: Projeto de Cooperação Técnica INCRA/IICA. Brasília, 1999.

BUENO, N. P. Possíveis Contribuições da Nova Economia Institucional à Pesquisa em História Econômica Brasileira: Uma Releitura das Três Obras Clássicas Sobre o Período Colonial. **Est. econ.**, São Paulo, 34(4): 777-804, out-dez 2004.

BURGESS, G. e FERNÁNDEZ-VELASCO, J. G. **Net energy ratio of photobiohydrogen generation**. ANZSES, 2006 - Australian National University, Canberra ACT 0200, AUSTRALIA. Disponível em: <<http://solar-thermal.anu.edu.au/files/2010/02/ANZSES-06-Burgess-biohydrogen.pdf>>. Acesso em: 27/08/2013.

BURSZTYN, M. **Políticas Públicas para o Desenvolvimento (Sustentável)**. In: BURSZTYN, M. A Dificil Sustentabilidade. Garamond Universitária, Rio de Janeiro, pp 59-76, 2001.

BYE, P.; MEUNIER, A. e MUCHNIK, J. As Inovações Açucareiras: Permanência e Diversidade de Paradigmas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, , v.10, n.1/3, p.35-52, Brasília, 1993.

CARDWELL, M. **European Union Agricultural Policy and Practice: The new Issue of Climate Change**. Working paper presented on October 2010 at Departament of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign.

CARLIER, P.; HANNACHI, H. e MOUVIER, G. **The chemistry of carbonyls in the atmosphere - a review**. Atmospheric Environment 20, 2079–2099, 1986.

CARVALHO, P. T. **Balço de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Biodiesel Produzido a Partir de Soja e Dendê no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012. XIII, 153 p.: il.; 29,7 cm.

CASTRO, A. M. G e LIMA, S. M. V. **Fatores críticos de competitividade das cadeias produtivas de biodiesel**. In: CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; SILVA, J. F. V. (eds), Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil: Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias-Primas, 1 ed., capítulo 13, Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010.

CASTRO, C. N. **O programa nacional de produção e uso do biodiesel (PNPB) e a produção de matéria-prima de óleo vegetal no norte e no nordeste**. Brasília, DF: IPEA, 2011. (IPEA. Texto para discussão, 1613).

CASTRO, E. R. de *et al.* **Teoria dos Custos**. In: SANTOS, Maurinho Luiz dos et al. Microeconomia Aplicada. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2009.

CAVALETT, O. **Análise do Ciclo de Vida da Soja**. Campinas: Unicamp, 2008. 245 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 2008.

CECS - CENTRO DE ESTUDOS DA CONSULTORIA DO SENADO FEDERAL. A Utilização de Óleo Vegetal Refinado como Combustível – Aspectos Legais, Técnicos, Econômicos, Ambientais e Tributários. **Textos para discussão** nº. 73, 2010.

CENBIO, CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA. Bioenergia Elétrica para a Amazônia. **Revista Brasileira de Bioenergia**, ano 01, n. 01, mar. 2007, p. 37.

CESE - COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU. **TEN/502 Alterações indiretas do uso do solo / biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.eesc.europa.eu/?i=portal.en.ten-opinions.25692>>. Acesso em: 14/06/2013.

ÇETINKAYA S. **The potential of using sunflower oil as a fuel for diesel engines**. *Isi Bilimi ve Teknig'i Dergisi* (J Thermal Sci Technol), Cilt 17 Sayi: 4, Ankara, Haziran (1995). *apud* MONDAL, P.; BASU, M. e BALASUBRAMANIAN, N. **Direct use of vegetable oil and animal fat as alternative fuel in internal combustion engine**. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, Volume 2, Issue 2, pages 155–174, March/April 2008. DOI: 10.1002/bbb.61. Disponível em: <www.interscience.wiley.com>. Acesso em: 05/03/2013.

CHERUBINI, F. GHG balances of bioenergy systems – Overview of key steps in the production chain and methodological concerns. **Renewable Energy** v. 35, p. 1565–1573, 2010.

CHIARAMONTI, D. e RECCHIA, L. Is life cycle assessment (LCA) a suitable method for quantitative CO₂ saving estimations? The impact of field input on the LCA results for a pure vegetable oil chain. **Biomass and Bioenergy** v 34, p 787 – 797, 2010.

CHIARANDA, M.; ANDRADE JR, A. M. e OLIVEIRA, G. T. **A produção do biodiesel no Brasil e aspectos do PNPB**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro**. Brasília, CNT, 2012. 28 p. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/riomais20/resources/cartilhas/Oleo_Diesel_Final.pdf>. Acesso em: 20/06/2013.

COELHO, S. T.; SILVA, O. C.; SILOTTO, C. E. G.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; e MONTEIRO, M. B. C. A. **Implantação e testes de utilização de óleo vegetal como combustível para diesel geradores em comunidades isoladas da amazônia**. In: 5º Encontro de Energia no Meio Rural e Geração Distribuída-AGRENER, 2004. Anais. Campinas. 2004.

COMPANHIA DA IMPRENSA. **A Volta dos Automóveis Diesel no Brasil**. Fórum SAE Brasil de Discussão Tecnológica. Disponível em: <http://www.companhiadeimprensa.com.br/assessoria/carro_diesel/carro_diesel.html>. Acesso em: 14/06/2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília, 2010, 60 p. il.

CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos**. São Paulo, 1981, Atlas.

CORDER, L. M.; VIAN, C. E. F. e BRAUN, M. B. S. **Análise Crítica das Políticas Públicas de Incentivo para Biocombustíveis na América Latina e Europa**. SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010. Apresentação Oral - Instituições e Desenvolvimento Social na Agricultura e Agroindústria. Campo Grande, 25 a 28 de julho de 2010.

CORONATO, R. M. S.; FELICI, P. H. N.; GAZZONI, D. L. e RALISCH, R. **Balanco energético na cultura do canola para a produção de biocombustível**. II Jornada Acadêmica da Embrapa Soja – Resumos Expandidos. Documentos 276, Londrina: Embrapa Soja, 2006^a.

_____. **Balanco energético na cultura da mamona para a produção de biocombustível**. II Jornada Acadêmica da Embrapa Soja – Resumos Expandidos. Documentos 276, Londrina: Embrapa Soja, 2006^b.

CORRÊA, S. M.; ARBILLA, G. e MARTINS, E. M. Formaldehyde and acetaldehyde in a high traffic street of Rio de Janeiro, Brazil. **Atmospheric Environment** 37, 23–29, 2003.

CORRÊA, S. M. e ARBILLAB, G. Carbonyl emissions in diesel and biodiesel exhaust. **Atmospheric Environment** 42 (2008) 769–775. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/atmosenv>. Acesso em: 04/05/2013.

CORREIA, JOSÉ CASTRO. Atendimento energético a pequenas comunidades isoladas: barreiras e possibilidades. In: **T&C Amazônia**, ano III, n. 06. Porto Velho: Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (FUCAPI), 2005, p. 30.

COSTA, S. I.; MORI, E. E. M. e FUJITA, J. T. **Características químicas, organolépticas e nutricionais de algumas cultivares de soja**. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 823-827.

COSTA, W. M. **A importância da Geografia Política**. In: O Estado e as Políticas Territoriais no Brasil. São Paulo: Contexto, 1995.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F. e RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado

em frituras. **Química Nova**, v.23, n.4, p.531-537, 2000.

COUGHLAN, A. T.; ANDERSON, E.; STERN, L. W. e EL-ANSARY, A. I. **Canais de marketing e distribuição**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DA SILVA, J. G. Biocombustíveis para os pobres. **EcoDebate Cidadania & Meio Ambiente**. Artigo publicado pela Folha de São Paulo em 31/08/2007. 2007. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2007/09/03/biocombustiveis-para-os-pobres-por-jose-graziano-da-silva/>>. Acesso em: 27/12/2013.

DAVIS, J. e GOLDBERG, R. **The genesis and evolution of agribusiness**. In: Davis, J.; Goldberg, R. "A concept of agribusiness". Chapter 1, pp 4-6. "The nature of agribusiness". Chapter 2. pp 7-24. Harvard University, 1957.

DESHMUKH, D.; MADAN MOHAN, A.; ANAND, T. N. C. e RAVIKRISHNA, R. V. Spray characterization of straight vegetable oils at high injection pressures. **Fuel** - v. 97, p. 879–883, 2012. The Science and Technology of Fuel and Energy Journal homepage. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236112001202>>. Acesso em: 04/05/2013.

DEUTZ, 2011. **Deutz Natural Fuel Engine**. Disponível em: <http://www.deutz.com/live_deutz_com/html/default/8a85818a167b73ea0116afbe26576bc2.en.html;jsessionid=980DDE3ABD4082130CAB668ADA7CA4C2>_Acesso em: 27/05/2013.

DFT - DEPARTMENT FOR TRANSPORT. **Renewable Transport Fuels Obligation - 2012**. Disponível em: <<https://www.gov.uk/renewable-transport-fuels-obligation>>. Acesso em: 25/07/2013.

DIEESE - DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Estatísticas do meio rural 2010-2011**. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos; Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural; Ministério do Desenvolvimento Agrário, São Paulo, 4.ed., 2011.

DIN - DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V., 2013. **Standards**. Disponível em: <<http://www.din.de/cmd?level=tpl-home&contextid=din>>. Acesso em: 27/05/2013.

DUARTE, A. R.; BEZERRA, U. H.; TOSTES, M. E. L.; DUARTE, A. M. e ROCHA FILHO, G. N. A proposal of electrical power supply to Brazilian Amazon remote communities. **Biomass and Bioenergy** v 34; p 1314-1320.

DUTRA, C. **Análise Jurídica de Políticas Públicas de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil: Impactos Sobre O Clima e a Biodiversidade**. Mestrado em Direito - Universidade Católica de Santos. Santos – SP, 2009.

DYE, T. R. **Understanding Public Policy**. 11 ed. Upper Saddle, New Jersey: Prentice Hall, 2005.

EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Mobile Source Air Toxics**. Brasília. 2008b. Disponível em: <<http://www.epa.gov/otaq/toxics.htm>>. Acesso em 10/05/2013.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2013: Ano base 2012 / Empresa de Pesquisa Energética**. – Rio de Janeiro: EPE, 2013.

_____. Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME: EPE, 2007. 12 v.: il.

ESH – ESTÁGIO NO SÍTIO DOS HERDEIROS. **Rachel Carson, ciência e coragem contra os efeitos nocivos do uso de agrotóxicos**. Disponível em: <<http://estagiositiodosherdeiros.blogspot.com.br/2013/05/rachel-carson-ciencia-e-coragem-contra.html>>. Acesso em: 05/10/2013.

ESTEBAN, B.; BAQUERO, G.; PUIG, R.; RIBA, J. R. e RIUS, A. Is it environmentally advantageous to use vegetable oil directly as biofuel instead of converting it to biodiesel? **Biomass and Bioenergy**, v: 35, p: 1317–1328, 2011.

FARINA, E. M. M. Q. e ZYLBERSZTAJN, D. (coordenadores). **Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar**. PENZA/FIA/FEA/USP. São Paulo – SP, Julho, 1998.

FELICI, P. H. N.; CORONATO, R. M. S.; GAZZONI, D. L. e RALISCH R. **Balanco energético das culturas de girassol e soja para produção de biocombustível**. II Jornada Acadêmica da Embrapa Soja – Resumos Expandidos. Documentos 276, Londrina: Embrapa Soja, 2006.

FERNANDES, M. R. e CASTRO, R. F. **Comentários sobre as estruturas de preços de gasolina e de álcool**. Brasília: CENAL, 1984. 29p.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Os Personagens**. 2008. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/treinamento/hotsites/ai5/personas/delfimNetto.html>>. Acesso em: 12/12/2013.

FONTARAS, G.; KOUSOULIDOU, M.; KARAVALAKIS, G.; BAKEAS, E. e SAMARAS, Z. Impact of straight vegetable oil-diesel blends application on vehicle regulated and non-regulated emissions over legislated and real world driving cycles. **Biomass and bioenergy** 35 (2011) 3188-3198. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/biombioe>>. Acesso

em: 02/03/2013.

FONSECA, C. H. M. **Substituição do óleo diesel por combustível alternativo na geração de energia elétrica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

FORE, S. R.; LAZARUS, W.; PORTER, P. e JORDAN, N. Economics of small-scale on-farm use of canola and soybean for biodiesel and straight vegetable oil biofuels. **Biomass and Bioenergy** v 35; p 193-202; 2011.

FOSTER, J. B. **A ecologia de Marx: materialismo e natureza**. Tradução Maria Tereza Machado. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

FRATE, C. A. **Etanol e sustentabilidade: avaliação sistêmica de segurança alimentar e nutricional**. Doutorado em Política e Gestão Ambiental, UNB - CDS, 201 p.2011.

FREITAS, H. Análise de dados qualitativos: aplicações e as tendências mundiais em Sistemas de Informação. São Paulo-SP: **Revista de Administração da USP, RAUSP**, v. 35, nr. 4, Out-Dez. 2000, p.84-102.

GALIASSI, R. S.; SCUR, G. e SOUZA, R. **Estudo da cadeia do biodiesel em países desenvolvidos**. Relatório Final. São Bernardo do Campo, 2008. Disponível em: <<http://portal.fei.edu.br/Download%20de%20Pesquisas/EstudoCadeiaBiodieselPaisesDesenvolvidos.pdf>>. Acesso em: 21/06/2013.

GARIEIRO, L. L. N.; SANTOS, D. C.; ANDRADE, E.; PEREIRA, P. A. P. e ANDRADE, J. B. **Determinação de compostos carbonílicos (c1-c4) em fase vapor emitidos de motor usando misturas biodiesel:diesel**. 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2007.

GAZZONI, D. L.; BORGES, J. L. B.; ÁVILA, M. T. e FELICI, P. H. N. Balanço energético da cultura da canola para a produção de biodiesel. **Espaço Energia** - Número 11, Outubro 2009.

GEREFFI, G. International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. **Journal of international economics**; vol. 48, p 37–70, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GMÜNDER, S. M.; ZAHA, R.; BHATACHARJEEB, S.; CLASSENC, M.; MUKHERJEEB, P. e WIDMERA, R. Life cycle assessment of village electrification based on straight jatropha oil in Chhattisgarh – India. **Biomass & Bioenergy**, vol: 34, p 347-355, 2010.

- GNANSOUNOU, E.; DAURIAT, A. e VILLEGAS, J. Life cycle assessment of biofuels: Energy and greenhouse gas balances. **Bioresource Technology**, v: 100, p: 4919–4930, 2009.
- GOLDEMBERG, J. e VILLANUEVA, L. D. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 2ª. ed. rev. São Paulo, editora da Universidade de São Paulo, 2003.
- GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo, Contexto, 1990.
- GONÇALVES, M. F. e EVANGELISTA, F. R. **Os descompassos do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) no Nordeste**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER, 2008. Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008.
- GRAU, B.; BERNAT, E.; ANTONI, R.; JORDI-ROGER, R. e RITA, P.. Small-scale production of straight vegetable oil from rapeseed and its use as biofuel in the anish territory. **Energy Policy** 38 (2010) p.189–196 - Journal homepage. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/enpol>. Acesso em: 04/04/2013.
- GREGG, F. **SVO – Powering your vehicle with straight vegetable oil**. New Society Publishers, Canada, 2008.
- HAN, J. Y.; MOL, A. P. J.; LU, Y. L. e Zhang, L. Small-scale bioenergy projects in rural China: lessons to be learnt. **Energy Policy** 36 (6), 2154–2162. 2008.
- HEIDEMANN, F. G. **Do sonho do progresso às políticas de desenvolvimento**. In: Heidemann, F. G. e Salm, J. F. Políticas públicas e desenvolvimento: bases epistemológicas e modelos de análise. Brasília; Editora Universidade de Brasília, 2ª. Edição, 2010.
- HÉMERY, D.; DEBEIR, J. C. e DELÉAGE, J. P. **Uma história da energia**. Tradução e atualização Sérgio de Salvo Brito. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1993, 441 p.
- HILL, J.; NELSON, E.; TILMAN, D.; POLASKY, S. e TIFFANY, D. **Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels**. University of Minnesota, St. Paul, MN. 2006.
- HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. ; AVILA, M. T. **Avaliação da relação entre soja e produção de biodiesel**. In: 48º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010, Campo Grande – MS. Anais do 48º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010 [abril 2013]
- HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. Série Cadernos de altos estudos, nº 1. 200 p.
- HUMPHREY, J. e MEMEDOVIC, O. **Global value chains in the agrifood sector**. Viena: Unido, 2006.

HUO, H.; WANG, M.; BLOYD, C. e PUTSCHE, V. **Life cycle assessment of energy and greenhouse gas effects of soybean-derived biodiesel and renewable fuels**. US Department of Energy. ANL/ESD/08-2, 2008.

IARC – INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>>. Acesso em: 12/07/2011.

IMMERGUT, E. **Health politics: Interests and Institutions in Western Europe**. Cambridge Studies in Comparative politics. New York: Cambridge University Press, 1992.

INOUE, G. H. **Uso do óleo vegetal em motor estacionário de ciclo diesel**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Summary for Policymakers**. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M. e MILLER, H. L. (eds). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

JOHN DEERE. **News & Media**. Disponível em: <http://www.deere.com/wps/dcom/en_INT/our_company/news_and_media/press_releases/2013/january/sima_2013.page>. Acesso em: 03/06/2013.

KIM, S. e DALE, B. E. Regional variations in greenhouse gas emissions of biobased products in the United States—corn-based ethanol and soybean oil. **International Journal of Life Cycle Assessment**, 14 (6) p: 540–546, 2009.

KINGDOM, J. W. **Juntando as coisas**. In: Saraiva, E. & Ferrarezi, E. *Políticas Públicas. Coletânea – Vol. 1*, Brasília, Enap, p. 219-224, 2006.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de Metodologia Científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 24ª ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

KRAHL, J; KNOTHE, G; MUNACK, A; RUSCHEL, Y; SCHRÖDER, O; HALLIER, E; WESTPHAL, G e BÜNGER, J. Comparison of exhaust emissions and their mutagenicity from the combustion of biodiesel, vegetable oil, gas-to-liquid and petrodiesel fuels. **Fuel** 88 (2009) p. 1064–1069.

LAYRARGUES, P. P. **A cortina de fumaça: o discurso empresarial verde e a ideologia da poluição**. Dissertação (Mestrado) - Eicos/UFRJ, 1996.

_____. **A Cortina de Fumaça: o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica**. São Paulo: Annablume. 1998.

_____. Sistemas de Gerenciamento Ambiental, Tecnologia Limpa e Consumidor Verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo. **RAE - Revista de Administração de Empresas**. Abr./Jun. 2000, São Paulo, v.40, n.2, PP. 80–88. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v40n2/v40n2a09.pdf>>. Acesso em: 08/09/2013.

LAVILLE, C. e DIONNE, J. **A construção do saber**. Belo Horizonte: UFMG, 1999. 340 p.

LIPID LIBRARY. **Historical Perspectives on Vegetable Oil-Based Diesel Fuels**. Inform, Volume 12, November 2001, pp. 103-1107. Disponível em: <<http://lipidlibrary.aocs.org/history/Diesel/index.htm>>. Acesso em: 12/07/2013.

MA, F. e HANNA, M. A. Biodiesel production: a review. **Bioresource Technology**, v.70, n.1, p.1-15, 1999.

MACHADO, P. R. M. **Avaliação de desempenho do óleo de soja como combustível para motores diesel**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 212p. 2003.

MAC DOWELL, M. C. e CAVALCANTI, J. C. **Contribuições recentes à teoria da integração vertical**. Disponível em: <<http://www.decon.ufpe.br/integ1.htm>>. Acesso em: 15/08/2013.

MARQUELLI, R. P. **O Desenvolvimento Sustentável na Agricultura do Cerrado Brasileiro**. Brasília: ISAEFGV, 2003.

MAZOYER, M. e ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MEADOWS, D. L.; MEADOWS, D. H.; RANDERS, J. e BEHRENS, W. W. **Limites do crescimento - um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1972.

METHANEX. **Ficha de dados de segurança: metanol**. Disponível em: <http://www.methanex.com/products/documents/MSDS_EUportugues.pdf>. Acesso em: 25/07/2013.

MISRA, R.D. e MURTHY, M.S. Straight vegetable oils usage in a compression ignition engine - A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**; v. 14, p. 3005-3013, 2010.

MONDAL, P.; BASU, M. e BALASUBRAMANIAN, N. Direct use of vegetable oil and animal fat as alternative fuel in internal combustion engine. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, Volume 2, Issue 2, pages 155–174, March/April 2008. Disponível em: <www.interscience.wiley.com>; DOI: 10.1002/bbb.61.

MOORE, J. H. e WEATHERFORD, L. R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas**. Trad. Lucia Simonini e Edson Furmankiewiez. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MOTA, J. A.; GAZONI, J. L.; REGANHAN, J. M.; SILVEIRA, M. T. E GÓES, G. S. **Trajetória da Governança Ambiental**. In.: Boletim Regional e Urbano, IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Boletim 01, dez 2008.

NAÇÕES UNIDAS. **Nosso Futuro Comum**. Nova York. EUA, 1987.

_____. **Population - Vital Statistics 2013**. Disponível em: <<http://www.un.org/en/globalissues/briefingpapers/population/vitalstats.shtml>>. Acesso em: 12/12/2013.

NASCIMENTO, M. V. G.; VIEIRA, L. S. R.; SILVA, M. R.; FLEURY, G.; DOMINGUES, P. C.; SADI, J. C.; ALMEIDA, S. C. A. e BELCHIOR, C. R. P. **Opções à geração diesel-elétrica para sistemas isolados na Região Norte: Eólica, Hidrocinética e Biomassa**. XV SNTPEE. Foz do Iguaçu - PR 1999.

NBB – NATIONAL BIODIESEL BOARD. **Production**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.org/production/>>. Acesso em: 27/06/2013.

NITSCH, M. O programa de biocombustíveis Proálcool no contexto da estratégia energética brasileira. **Revista de Economia Política**, vol. 11, no. 2 (42), abril-junho/1991. Disponível em: <<http://www.rep.org.br/pdf/42-10.pdf>>. Acesso em: 12/01/2014.

NORTH, D. C. Institutional Change and Economic Development. **The Journal of Economic History**. 31:1; p118; 1971.

_____. Institutions. **The Journal of Economic Perspectives**, Vol. 5, No. 1. (Winter, 1991), pp. 97-112. Disponível em: <<http://links.jstor.org/sici?sici=0895-3309%28199124%295%3A1%3C97%3A1%3E2.0.CO%3B2-W>>. Acesso em: 27/05/2013.

OEA - ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. **Segurança de energia para Desenvolvimento Sustentável nas Américas**. (S/D) Secretaria Executiva de Desenvolvimento Integral. Disponível em: <http://www.oas.org/dsd/Documents/EnergySecurity_POR.pdf>. Acesso em: 08/08/2013.

ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **O que é o SIN - Sistema Interligado Nacional**. 2013. Disponível em: <http://www.ons.org.br/conheca_sistema/o_que_e_sin.aspx>. Acesso em: 12/10/2013.

OURIQUES, H. R. A Questão Ecológica no Capitalismo: Uma Crítica Marxista. **Motrivivência** Ano XVI, Nº 22, P. 19-38 Jun./2004.

PAMPLONA, C. **Proálcool, impactos em termos técnico-econômicos e sociais do programa no Brasil**. Belo Horizonte, Ministério da Indústria e Comércio, Instituto do Açúcar e do Alcool, 1984.

PEREIRA, M. C. **A expansão da cadeia sucroalcooleira em Mato Grosso do Sul, Dinâmica e Determinantes**. Campo Grande – MS. Departamento de Economia e Administração. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2007, 152 p. Dissertação de Mestrado.

POSSAS, M. L.; FAGUNDES, J. e PONDÉ, J. L. Política antitruste: um enfoque schumpeteriano. **Textos para Discussão** nº 347, Instituto de Economia/UFRJ. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI, 1995.

RAMOS, J. V. R. e CABRAL, A. S. **A Pegada ecológica da UFT**. In: NASCIMENTO, E. P. e PENA-VEGA A. (organizadores). **As novas dimensões da universidade: interdisciplinaridade, sustentabilidade e inserção social O experimento de uma avaliação internacional**. 2012. Editora Garamond Ltda. Rio de Janeiro – Brasil.

RATHMANN, R.; BENEDETTI, O.; PLÁ, J. A. e PADULA, A. D. **Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira**. 2005. II Seminário de Gestão de Negócios, 1. Disponível em: <http://www.sottili.xpg.com.br/publicacoes/pdf/IIseminario/sistemas/sistemas_03.pdf>. Acesso em: 12/01/2014.

REDDY, J. N. e RAMESH, A. Parametric studies for improving the performance of a Jatropha oil-fuelled compression ignition engine. **Renew Energ.** 31:1994–2016 (2006).

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007.

REPETTO, R. **World Enough and Time**. New Haven, Yale University Press, 1986.

ROMEIRO, A. R. Agricultura para uma economia verde. **Política Ambiental – Economia Verde: Desafios e Oportunidades**, Belo Horizonte, n.8, p.123-130, jun. 2011.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: Crescer sem Destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

_____. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

_____. **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

_____. **Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde**. Estudos Avançados. São Paulo: v. 19, n. 55, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000300014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22/12/ 2013.

_____. **Bioenergias: uma janela de oportunidades.** In: Biocombustíveis – A Energia da Controvérsia Ricardo Abramovay (organizador) Senac – São Paulo, 2009.

SALIMON, M. **Descompassos entre Instituição e Organização: Seis Pontos para Promover o Alinhamento.** KMOL - Gestão de Conhecimento e Aprendizagem Organizacional. Disponível em: <<http://kmol.pt/artigos/2007/07/01/descompassos-instituicao-organizacao>>. Acesso em: 21/01/2014.

SALOMÃO, I. L. **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.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013. VII, 147 p.: il.; 29,7 cm.

SANCHEZ, J. E. **Geografia Política.** Madrid: Editorial Síntesis, 1992.

SANGALETTI, N. **Transesterificação química e enzimática de miscela etanólica de óleo de soja.** Tese de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências: Química na Agricultura e no Ambiente. Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP. Piracicaba, 2012. 151p.

SCHOLZA, V. e SILVA, J. N. Prospects and risks of the use of castor oil as a fuel. **Biomass and Bioenergy**, v 32; p. 95-100; 2008.

SCHLESINGER, S. **O Grão que Cresceu Demais: a soja e seus impactos sobre a sociedade e o meio ambiente.** Rio de Janeiro. Fase, 2006. 76p. Disponível em: <www.boelllatinoamerica.org/download_pt/O_grao_q_cresceu_demais.pdf>. Acesso em: 22/06/2013. Lenha Nova para a Velha Fornalha: a febre dos agrocombustíveis. 1st ed. Rio de Janeiro: FASE, 2008.

SCHLOSSER J. F.; MACHADO, P. R. M. e CAMARGO, M. N. **Desempenho de misturas pré-aquecidas de óleo de soja cru e diesel como combustível para motores agrícolas.** Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.5, p.1329-1335, set-out, 2007.

SPHINX – **Manual do Sphinx.** Sphinx Développement 1986 – 2007. Traduzido pela Sphinx Brasil Ltda. Disponível em: <http://api.ning.com/files/4NHjdQBWB5zQyz9so*N0vFE2Gvgt9aAzTR-S1UIBldHSoC32ouvTr*J-*mdRuX3t1qQkcb-xxm2M-cj1WP-ZWLUeXoDdj2z/SphinxManualParte1.Itens01a06.pdf>. Acesso em: 15/08/2013.

SEEALTE – ENERGIA ALTERNATIVA. **Kit de 2 depósitos – COMFORT.** Disponível em: <<http://seealte.europecon.net/adapta-o-das-viaturas-para-uso-do-oleo-vegetal/kit-s-para-adapta-o-dos-carros-ao-ov/kit-de-2-depositos-deluxe.html>>. Acesso em: 30/08/2013.

SENADO FEDERAL – SUBSECRETARIA DE ANAIS. **Atas da 145ª Sessão à 147ª Sessão da 4ª Sessão Legislativa Ordinária da 52ª Legislatura.** (2006). Brasília, Senado Federal,

Subsecretaria de Anais, 1823-v.; 27 cm, 2006. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/publicacoes/anais/pdf/Anais_Republica/2006/2006%20Livro%2045.pdf>. Acesso em: 15/06/2013.

_____ – PROJETOS E MATÉRIAS LEGISLATIVAS. **PLS - Projeto de Lei do Senado, nº 81 de 2008.** (2013^a) Disponível em: <http://www.senado.gov.br/atividade/materia/detalhes.asp?p_cod_mate=84270>. Acesso em: 29/05/2013.

_____ – PROJETOS E MATÉRIAS LEGISLATIVAS. **Minuta do PLS - Projeto de Lei do Senado, nº 219 de 2010.** (2013^b) Disponível em: <http://www.senado.gov.br/comissoes/ci/ap/GTBio_MinutaAnteprojeto.pdf>. Acesso em: 29/05/2013.

_____ – PROJETOS E MATÉRIAS LEGISLATIVAS. **PLS - Projeto de Lei do Senado, nº 219 de 2010.** (2013^c) Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/atividade/materia/getPDF.asp?t=82054&tp=1>>. Acesso em: 29/05/2013.

_____ – PROJETOS E MATÉRIAS LEGISLATIVAS. **Substitutivo do PLS - Projeto de Lei do Senado, nº 219 de 2010.** (2014) Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/mateweb/arquivos/mate-pdf/143170.pdf>>. Acesso em: 21/01/2014.

SHAY, E. G. Diesel Fuel from Vegetable Oils: Status and Opportunities. **Biomass and Bioenergy**, Vol. 4, No. 4, p. 227-242, 1993.

SHEEHAN, J.; CAMOBRECO, V.; DUFFIELD, J.; GRABOSKI, M. e SHAPOURI, H. **Life cycle inventory of biodiesel and petroleum diesel for use in an urban bus.** NREL/SR, p: 580–589, 1998.

SIDIBÉ, S.S.; BLIN, J.; VAITILINGOM, G. e AZOUMAH, Y. Use of crude filtered vegetable oil as a fuel in diesel engines state of the art: Literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v 14, p 2748-2759, 2010.

SIEGEL, S. e CASTELLAN JR., J. **Estatística Não paramétrica para Ciências do Comportamento.** 2^a. Edição. Artmed, 2006.

SILVA, J. A. Avaliação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil - PNPB. **Revista de Política Agrícola.** Ano XXII – No 3 – Jul./Ago./Set. 2013.

SINDICOM - SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTÍVEIS E DE LUBRIFICANTES. **Institucional > Associadas.** Disponível em:

<http://www.sindicom.com.br/index.asp#conteudo.asp?conteudo=67&id_pai=54&targetElement=leftpart>. Acesso em: 20/08/2013.

SOARES, G. F. W.; VIEIRA, L. S. R. e NASCIMENTO, M. V. G. **Operação de um grupo gerador diesel utilizando óleo vegetal bruto como combustível**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC00000002200000200048&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 12/08/2013.

SOARES, L. H. B.; ARAUJO, E. S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. e URQUIAGA, S. Eficiência energética comparada das culturas do girassol e soja, com aptidão para a produção de biodiesel no Brasil. **Circular Técnica da Embrapa**, Rio de Janeiro - RJ, 2008.

SOLOMONS, T. W. G. e FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**, 8a. ed., LTC: São Paulo, v. 1. 715p., 2006.

SOUZA, R. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2008/09**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento / Departamento de Economia Rural / Estado do Paraná; 2008. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/biodiesel_0809.pdf>. Acesso em: 30/08/2013.

SPITZLEY, D. V. e KEOLEIAN, G. A. **Life cycle environmental and economic assessment of willow biomass electricity: a comparison with other renewable and non-renewable sources**. University of Michigan, Centre for Sustainable Systems Report No. CSS04-05, 2004.

SUAREZ, P. A. Z. e ABREU F. R. **O Biodiesel no Brasil**. Senatus, Brasília, v. 4, n. 1, p. 49-52, nov. 2005. Disponível em: <<http://www2.senado.gov.br/bdsf/bitstream/handle/id/70281/O%20Biodiesel%20no%20Brasil.pdf?sequence=3>>. Acesso em: 21/05/2013.

TNO – SCIENCE AND INDUSTRY. **Impact of biofuels on air pollutant emissions from road vehicles**. TNO Report, MON-RPT-033-DTS-2008-01737. 2008.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos**. CEBRAP n^o 79, São Paulo, Nov. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000300003&script=sci_arttext>. Acesso em: 15/01/2014.

UBRABIO – UNIÃO BRASILEIRA DO BODIESEL E BIOQUEROSENE. **Informativo Ubrabio**. 9^a. Ed., Brasília – DF, Agosto de 2012.

_____. **Empresas Associadas**. 9^a. Ed., Brasília – DF, Agosto de 2012. Disponível em: <<http://www.ubrablo.com.br/1891/EmpresasAssociadas/>>. Acesso em: 20/08/2013.

UFOP – UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL - UND PROTEINPFLANZEN E. V. **Biodiesel in Germany 2006: market trends and competition**. Berlin: 2007. Disponível em: <http://www.biodiesel.org/reports/20070301_gen380.pdf>. Acesso em: 27/05/2013.

USDA-ERS – ECONOMIC RESEARCHSERVICE. **Oil crops outlook, 2009**. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/ers/OCS//2000s/2009/OCS-03-12-2009.pdf>>. Acesso em: 24/05/2013.

_____. **U.S. Bioenergy Statistics**. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/data-products/us-bioenergy-statistics.aspx#30037>>. Acesso em: 25/07/2013.

USDA-FAZ - FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE. **Annual EU-27 Biofuels - Full Report 2012**. Disponível em: <<http://www.usda-france.fr/biobased-products-445652.htm>>. Acesso em: 25/06/2013.

USDA-GAIN – GLOBAL AGRICULTURAL INFORMATION NETWORK. **GAIN Report Number: NL2020**. The Hague 2012² Disponível em: <http://www.usda-france.fr/media/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-27_6-25-2012.pdf>. Acesso em: 27/06/2013.

UE – UNIÃO EUROPEIA. **Directiva 2003/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho**. Jornal Oficial da União Europeia, L 123/42 [PT], 17/05/2003. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0046:PT:PDF>>. Acesso em: 14/06/2013

UFOP - UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL - UND PROTEINPFLANZEN E. V. **Information Germany's biodiesel sector has now to document its sustainability**. Berlin, 2013. Disponível em: <<http://task39.org/files/2013/05/Germanys-Biodiesel-Sector-Sustainability-Reporting.pdf>>. Acesso em: 01/08/2013.

VALLE, M. G. e SALLES FILHO, S. **Redes de inovação tecnológica: aportes da economia evolucionista e da nova economia institucional**. II Congresso Internacional de Economia e Gestão de Negócios Agroalimentares. Ribeirão Preto – 2001. Disponível em: <<http://www.fearp.usp.br/egna/Por/ano2001.HTM>>. Acesso em: 14/08/2013.

VEIGA, J. E. **O Prelúdio do Desenvolvimento Sustentável**. In: CAVC, Economia Brasileira: Perspectivas do Desenvolvimento, pp. 243-266 (2005). Disponível em: <http://www.econ.fea.usp.br/zeeli/Livros/2005_b_preludio_%20desenvolvimento_sustentavel.pdf>. Acesso: 12/07/2013.

VIAN, C. **II Seminário Brasileiro sobre as Problemáticas Ambientais e Sociais do Setor Canavieiro**. São Paulo – SP, 31 de maio de 2006.

VIANNA, J. N. S.; DUARTE, L. M. G.; WEHRMANN, M. E. S. F. **Contribuição do etanol para mitigação das mudanças climáticas.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4., 2008, Brasília, DF. Mudanças ambientais globais: a contribuição do ANPPAS ao debate: anais. Brasília, DF: 2008.

WANDER, P. R.; ALTAFINI, C. R.; MORESCO, A. L.; COLOMBO, A. L. e LUSA, D. Performance analysis of a mono-cylinder diesel engine using soy straight vegetable oil as fuel with varying temperature and injection angle. **Biomass and Bioenergy**, v 35, p. 3995-4000, 2011.

WIKIPEDIA. **A enciclopédia livre.** 2013. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Lobby>>. Acesso em: 02/09/2013.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting.** New York: The Free Press, 1985.

_____. The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. **Journal of Economic Literature.** Vol. XXXVIII (September 2000) pp. 595–613.

WTTF - WHY TRAVEL TO FRANCE. **Will France Do the Right Thing With Diester and other Biodiesels?** Disponível em: <<http://www.whyclaveltofrance.com/2006/07/28/will-france-do-the-right-thing-with-diester-and-other-biodiesels/>>. Acesso em: 24/07/2013.

XUEA, X.; COLLINGEA, W. O.; SHRAKEA, S. O.; BILECA, M. M. e LANDISB, A. E. Regional life cycle assessment of soybean derived biodiesel for transportation fleets. **Energy Policy.** Vol: 48, p: 295 -303, 2012.

YILMAZ, N. e MORTON, B. Comparative characteristics of compression ignited engines operating on biodiesel produced from waste vegetable oil. **Biomass and Bioenergy**, v 35; p. 2194-2199; (2011).

ZHANG, Y.; DUBÉ, M. A.; MCLEAN, D. D. e KATES, M. Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment. **Bioresource Technology**, v.89, n.1, p.1-16, 2003.

2ndVegOil - 2ND GENERATION VEGETABLE OIL. **About the Project.** Disponível em: <<http://www.2ndvegoil.eu/default.asp?Menu=93>>. Acesso em: 23/06/2013.

ANEXO

Regressões lineares para custo de produção e preço do combustível, óleo vegetal de soja e diesel comercial (B5).

