

**GOVERNO DO
ESTADO**

**SECRETARIA DE ESTADO
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E
INOVAÇÃO DO RIO DE JANEIRO**



**Fundação de Amparo a Pesquisa do
Estado do Rio de Janeiro**



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia



Programa de Engenharia de Transportes - PET

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA-ECONÔMICA E DE LOGÍSTICA DO PROGRAMA RIOBIODIESEL

MAIO DE 2009

EQUIPE:

COORDENADAÇÃO:

Suzana Kahn Ribeiro

ELABORAÇÃO:

Adrianna Andrade de Abreu

Aurélio Lamare Murta

Luiz Antonio Antunes de Oliveira

Luiz Guilherme da Costa Marques,

Márcio de Almeida D'Agosto

Maria Beatriz Berti da Costa

Saul Germano Rabello Quadros

APOIO TÉCNICO E ADMINISTRATIVO:

Vivian Rodrigues da Costa



**Programa de Engenharia de Transportes/COPPE/UFRJ
Centro de Tecnologia
Av. Horácio Macedo, 2030, Bloco H, sala 106, Ilha do Fundão
Rio de Janeiro, RJ, CEP.: 21941-914**

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO.....	6
2. INTRODUÇÃO.....	7
2.1. JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA.....	10
2.2. OBJETIVOS.....	11
2.3. METODOLOGIA.....	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1. EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL.....	14
3.1.1. União Européia.....	14
a. Alemanha.....	15
b. Itália.....	16
c. França.....	17
3.1.2. Estados Unidos.....	18
3.2. MODELOS BÁSICOS DE COMERCIALIZAÇÃO.....	19
3.3. PROPOSTA MODELO BRASILEIRO.....	19
3.3.1. Aspectos Específicos da Realidade Brasileira.....	20
3.3.2. Proposta de Modelo Brasileiro.....	20
4. MÓDULO RURAL - POTENCIAL AGRÍCOLA.....	24
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	24
4.2. GIRASSOL COMO FONTE OLEAGINOSA.....	25
4.2.1. Identificação das regiões de plantio.....	25
4.2.2. Áreas disponíveis.....	25
4.2.3. Forma de Manejo.....	26
4.2.4. Vocação de trabalho - Tipo de mão-de-obra.....	26
4.2.5. Produtividade.....	27
4.2.6. Estimativa de Custos.....	27
4.3. MAMONA COMO FONTE OLEAGINOSA.....	28
4.3.1. Identificação das regiões de plantio.....	28
4.3.2. Áreas disponíveis.....	28
4.3.3. Forma de Manejo.....	29
4.3.4. Vocação de trabalho - Tipo de mão-de-obra.....	30

4.3.5. Produtividade.....	30
4.3.6. Estimativa de Custos	31
4.4. AMENDOIM COMO FONTE OLEAGINOSA.....	32
4.4.1. Identificação das regiões de plantio	32
4.4.2. Áreas disponíveis.....	32
4.4.3. Forma de Manejo.....	33
4.4.4. Vocação de trabalho - Tipo de mão-de-obra	33
4.4.5. Produtividade.....	33
4.4.6. Estimativa de Custos	34
4.5. GERGELIM COMO FONTE OLEAGINOSA	35
4.5.1. Identificação das regiões de plantio	35
4.5.2. Áreas disponíveis.....	35
4.5.3. Forma de Manejo.....	35
4.5.4. Vocação de trabalho - Tipo de mão-de-obra	36
4.5.5. Produtividade.....	36
4.5.6. Estimativa de Custos	37
4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
5. MÓDULO INDUSTRIAL - USINAS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL.....	39
5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	39
5.2. USINAS DE BIODIESEL NO BRASIL.....	40
5.3. USINAS DE BIODIESEL NO RIO DE JANEIRO	43
5.3.1 Usinas Autorizadas para Produção.....	44
a)CESBRA.....	44
5.3.2 Usinas Ainda não Autorizadas para Produção:	45
b) HIDROVEG	45
c) MANGUINHOS.....	46
d) ECO-BIO.....	47
5.3.3 USINAS PILOTO.....	48
a) COPPE.....	48
b) PESAGRO.....	52

c) INT	53
5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
6. CADEIA LOGÍSTICA E DE COMERCIALIZAÇÃO.....	55
6.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	55
6.2. IDENTIFICAÇÃO DOS DE MAIS INSUMOS NECESSÁRIOS À PRODUÇÃO DO BIODIESEL – ÁLCOOL E CATALISADOR	55
6.2.1. Álcool	55
a) Metanol.....	56
b) Etanol Anidro	57
6.2.2. Catalisador	58
6.3. CADEIA LOGÍSTICA E DE COMERCIALIZAÇÃO	59
6.3.1. Cadeia de Produção de Biodiesel	59
6.3.2. Malha de Movimentação do Produto	62
6.4. ESTIVA DE CUSTO DE PRODUÇÃO	64
6.4.3. Formação do Preço do Biodiesel	66
6.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
7. MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	68
7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	68
7.2. DESCRIÇÃO DOS DADOS	69
7.2.1. Unidades Esmagadoras e Produção.....	77
7.2.2. Rede Rodoviária	80
7.3.3. Considerações Específicas.....	83
7.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	86
BIBLIOGRAFIA	88

1. APRESENTAÇÃO

Este Relatório de Pesquisa tem a finalidade de atender aos requisitos parciais do Processo E-26/171.265/2006 que envolve o Projeto de Pesquisa financiado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ intitulado ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA-ECONÔMICA E DE LOGÍSTICA DO PROGRAMA RIOBIODIESEL.

2. INTRODUÇÃO

O Estado do Rio de Janeiro ocupa um papel de liderança no fomento a produção do biodiesel. Desde 1999 vem financiando, através da FAPERJ, estudos pioneiros do Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O trabalho experimental e pioneiro do IVIG envolve a utilização de óleo residual de fritura como matéria-prima para a fabricação de biodiesel, obtido a partir de processo de transesterificação metálica.

Em 2003, ainda por ocasião das primeiras ações do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, foi assinado Acordo de Cooperação Técnica entre o Governo Federal e o Governo do Estado do Rio de Janeiro, objetivando estimular a execução de estudos e projetos de interesse comum entre o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Programa Estadual de Biodiesel (RioBiodiesel), coordenado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro (SECTI).

Especialistas reunidos sob a liderança da SECTI optaram por estruturar o Programa RioBiodiesel na forma de módulos, como apresentado na Figura 2.1.

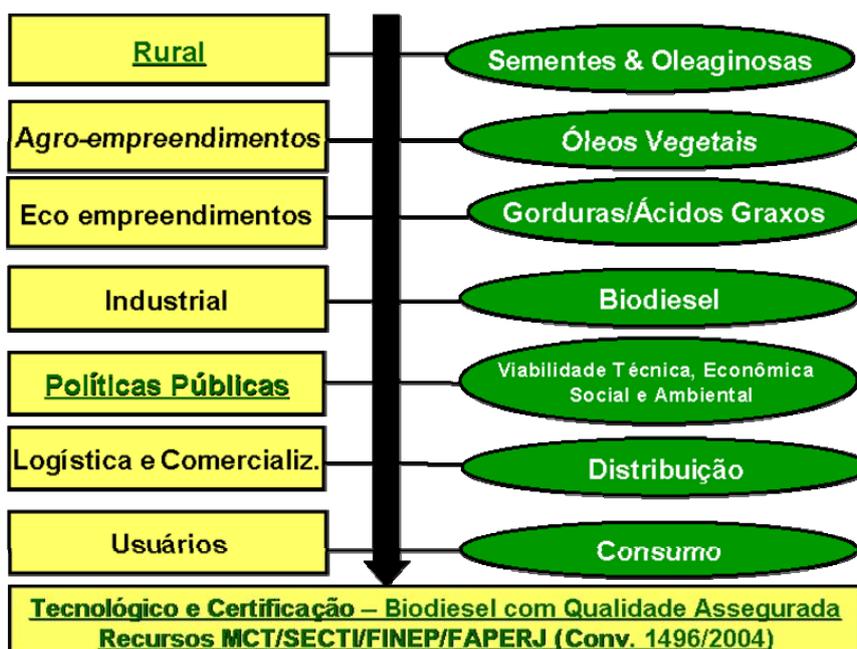


Figura 2.1: Estrutura do Programa RioBiodiesel Estadual

Por estar relacionado às fontes de matéria-prima mais promissoras e ponto de partida natural do Programa, coube ao módulo Rural, cuja coordenação foi conferida à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO) a missão de desenvolver estudos sobre as espécies oleaginosas com potencial para utilização, face à carência de dados desta natureza no Estado, bem como de dar suporte às ações do Programa RioBiodiesel relacionadas ao estabelecimento do agronegócio e da agricultura familiar. Com os recursos repassados pelo MCT/FINEP e recursos próprios alocados pela SECTI/FAPERJ foi estruturado um Programa de Plantio Experimental, envolvendo diferentes regiões do Estado, conforme indicado na Figura 2.2.

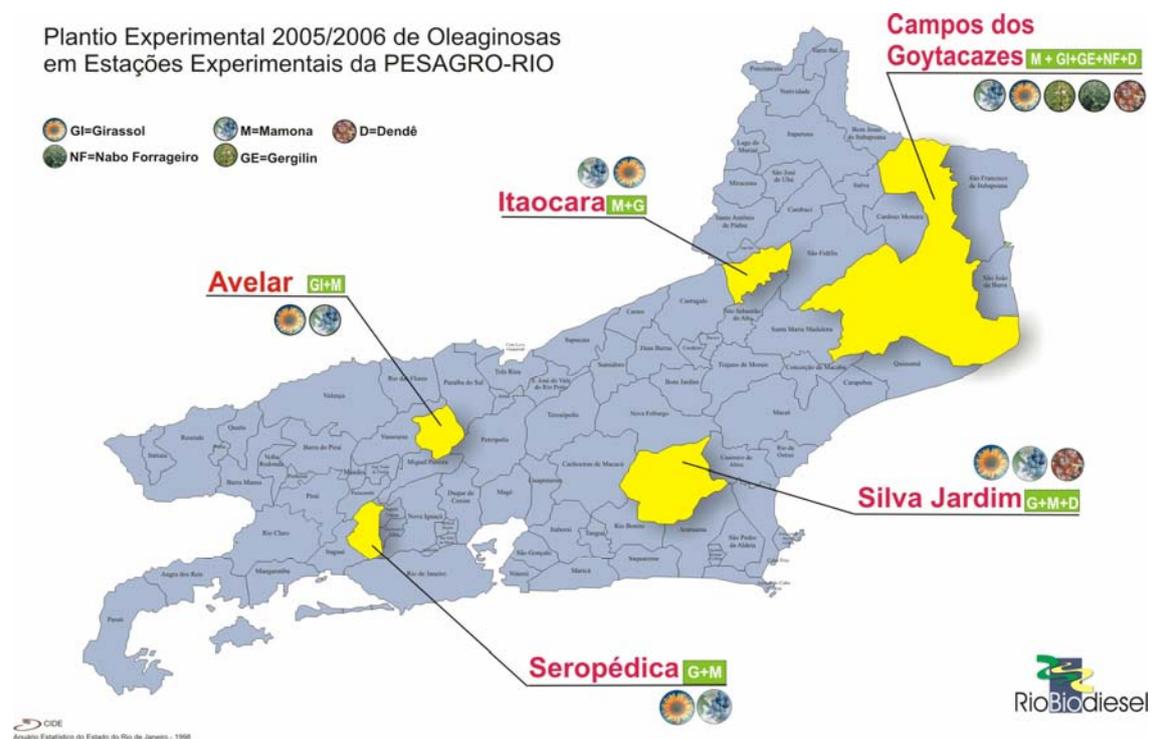


Figura 2.2: Programa de Plantio Experimental no Estado do Rio de Janeiro 2005/2006.

Na primeira fase do estudo foram introduzidas e avaliadas as culturas anuais de mamona, girassol, gergelim e nabo forrageiro. As três últimas oleaginosas, além de solteiras, têm possibilidades de serem introduzidas em arranjos produtivos – consórcio-rotação-sucessão com culturas tradicionais do Estado como a cana-de-açúcar no Norte Fluminense, que tem potencial para disponibilizar cerca de 25.000 ha/ano (área de renovação de canavial).

Além disso, o Estado do Rio de Janeiro caracteriza-se pela presença de pequenas e médias propriedades rurais, sendo 90% desses módulos inferiores a 10ha, com predominância do sistema de agricultura familiar. A concentração de pequenas

propriedades, localizadas geralmente em áreas de microbacias hidrográficas, facilita inserções via associativismo e construções coletivas de módulos sustentáveis de produção de óleo que poderão gerar a própria sustentabilidade do Programa RioBiodiesel.

Existem outras potenciais fontes de matéria-prima para o biodiesel, como resíduos gordurosos, óleos residuais e até mesmo a gordura do esgoto, abundantes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, consideradas no módulo de Eco-empresendimentos.

Além das fontes de matéria-prima, a cadeia de suprimento do biodiesel no Estado do Rio de Janeiro ainda deve considerar os módulos Industriais e de Logística e Comercialização, entendendo-se o termo *logística* como distribuição física do produto acabado.

Fisicamente é possível delinear a cadeia de suprimento do biodiesel como o conjunto de atividades relacionadas aos módulos Rurais, Eco-empresendimentos, Industrial e Logística e Comercialização.

Sob o ponto de vista do atendimento à demanda, o planejamento estratégico do Programa RioBiodiesel deve considerar metas físicas relacionadas ao desenvolvimento integrado e sistêmico das atividades que compõem a cadeia de suprimento do biodiesel, conforme apresentado anteriormente.

É relevante destacar que a referida cadeia de suprimento deve considerar não apenas a produção de óleos e gorduras, mas também as demais matérias-primas necessárias à produção de biodiesel, como o álcool (metanol e/ou etanol), o catalisador (KOH, NaOH e catalisadores de rota ácida), materiais de consumo, equipamentos etc. Além disso, é natural que cada uma das regiões do Estado do Rio de Janeiro tenha uma vocação própria para a geração de insumos e para a implantação de facilidades industriais.

A gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management*) apresenta potencial de aplicação como ferramenta de apoio ao planejamento estratégico de novos empresendimentos que considerem a necessidade de aplicar uma visão sistêmica e integrada a atividades de produção de matéria-prima, industrialização e distribuição física, como é o caso da cadeia de suprimento do biodiesel no Estado do Rio de Janeiro.

2.1. Justificativa da proposta

Os resultados preliminares do Programa RioBiodiesel indicam que para uma operação eficaz e eficiente a cadeia de suprimento do biodiesel no Estado do Rio de Janeiro deve adaptar-se a vocações específicas das regiões do estado.

No Norte Fluminense entende-se que haverá uma predominância da produção de biodiesel de rota etílica a partir do óleo de soja e de amendoim. Na Região Metropolitana e Sul Fluminense deve predominar a rota metílica, com produção a partir de óleos e gorduras residuais e óleo de soja e girassol, respectivamente.

Ainda assim, deve-se conciliar a geração de matérias-primas com a capacidade produtiva de indústrias que se dediquem à produção do biocombustível, como é o caso da Refinaria de Manguinhos, que procura um novo nicho de mercado para revitalizar seu negócio.

Integrar os potenciais produtivos específicos de cada uma das regiões do Estado do Rio de Janeiro, considerando as restrições de movimentação e infra-estrutura, de modo a propor os arranjos da cadeia de suprimento de biodiesel que apresentem os melhores desempenhos em termos de eficiência e eficácia é uma das potenciais aplicações da gestão da cadeia de suprimentos que justificam a sua escolha.

Assim sendo, essa proposta atenderá aos incisos I e II do parágrafo 3º do Art 1º do Decreto nº 37.927 de 06 de julho de 2005 que cria o Programa RioBiodiesel e dá outras providências, conforme objetivos específicos relacionados nos itens 3 e 4 dos objetivos.

Adicionalmente, o Programa de Engenharia de Transportes (PET) e do Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG) da COPPE/UFRJ têm desenvolvido pesquisa relacionada ao tema, com publicação de diversos artigos e trabalhos de formação acadêmica conforme relação a seguir.

Dissertação de Mestrado

Autora: ALMEIDA, Adriana Ferreira Soares de

- Orientadora: Suzana Kahn Ribeiro
- Título: A importância dos biocombustíveis na matriz energética de Transporte Rodoviário do Brasil
- Data de defesa: 22/03/2006

Teses de Doutorado

Autor: D'AGOSTO, Márcio de Almeida

- Orientadora: Suzana Kahn Ribeiro
- Título: Análise da eficiência da cadeia energética para as principais fontes de energia utilizadas em veículos rodoviários no Brasil
- Data da defesa: 12/11/04

Autora: REAL, Márcia Valle

- Orientadora: Suzana Kahn Ribeiro
- Título: Metodologias e critérios para análise de alternativas energéticas para o transporte rodoviário no Brasil com foco sustentabilidade
- Data da defesa: 28/01/2005

2.2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma aplicação da ferramenta de gestão da cadeia logística para apoio ao planejamento estratégico da cadeia de suprimento de biodiesel com aplicação específica para o Estado do Rio de Janeiro e considerando as peculiaridades do Programa RioBiodiesel. Como objetivos específicos destacam-se:

1. Elaborar modelos de cadeias de suprimento que considerem a realidade do Estado do Rio de Janeiro quanto às particularidades do Norte Fluminense, Sul Fluminense e Região Metropolitana.
2. Elaborar e disponibilizar um banco de dados geo-referenciado das cadeias de suprimento de biodiesel que considere as particularidades do Estado do Rio de Janeiro.
3. Definir unidades de plantio e cultivo de espécies oleaginosas e de produção de óleo vegetal em diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro em áreas consideradas aptas para estas atividades, especificando produtividade, forma de cultivo, entre outras características.
4. Definir unidades de processamento para a produção de biodiesel (mini e micro plantas) e localização das mesmas.

2.3. Metodologia

O desenvolvimento dos trabalhos deve seguir as seguintes etapas físicas:

ETAPA 1 – Meses 1 a 4 - Levantamento de dados, considerando as necessidades específicas dos módulos Rural, Eco-empresendimentos, Industrial e Logística e Comercialização do Programa RioBiodiesel desdobrando-se em:

1.1) Identificação das regiões de plantio de fontes oleaginosas, destacando suas aptidões, áreas disponíveis, forma de manejo, vocação de trabalho (tipo de mão-de-obra) e produtividade;

1.3) Identificação dos demais insumos necessários à produção do biodiesel – álcool e catalisador;

1.4) Identificação das plantas de produção de biodiesel, destacando sua localização, tipo de tecnologia empregada, capacidade e eficiência produtiva;

1.5) Identificação da malha de movimentação do produto para sua comercialização, especificando as peculiaridades e as restrições a serem consideradas;

1.6) Identificação de dados econômico-financeiros associados aos itens 1.1 a 1.5.

ETAPA 2 – Meses 5 a 7 - Tratamento dos dados considerando, num primeiro momento, sua integridade, sensibilidade e consistência e, num segundo momento, sua consolidação e agregação.

ETAPA 3 – Meses 8 e 9 - Elaboração do plano de implementação, considerando a determinação dos modelos de cadeia de suprimento que atendam ao item 1.

ETAPA 5 – Meses 8 a 12 - Elaboração de Relatório Final com mapa geo-referenciado e apresentação de resultados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O biodiesel é um biocombustível que pode ser obtido de óleos vegetais, gorduras e óleo residual de fritura, este último disponível nos centros urbanos. O biodiesel pode ser utilizado puro (B100), na forma de mistura com o óleo diesel derivado de petróleo - petrodiesel (BX) - ou na forma de mistura ternária, formada por biodiesel, petrodiesel e etanol anidro (Oliveira, 2001).

O biodiesel aqui tratado é obtido por meio da reação de óleos vegetais com um intermediário ativo, formado pela adição de um álcool a um catalisador, processo denominado transesterificação. Os produtos da reação química são: uma mistura de ésteres etílicos ou metílicos de ácidos graxos (biodiesel) e a glicerina, cujo maior constituinte é o glicerol. Os ésteres têm características físico-químicas muito semelhantes às do óleo diesel, conforme demonstram as experiências realizadas em diversos países.

Uma das vantagens do biodiesel é sua adaptabilidade aos motores do ciclo diesel, sendo necessária pequena adaptação (regulagem e troca de borrachas e reparos) do motor para seu uso, sendo capaz de atender toda a frota movida a óleo diesel já existente. Outra vantagem é a grande diversidade de matérias-primas disponíveis no Brasil. Quanto aos aspectos sociais, o biodiesel pode promover o desenvolvimento da agricultura das zonas rurais mais desfavorecidas, criando emprego seja no campo como também mão-de-obra qualificada para o processamento. Além disso, pode contribuir para a redução das importações tanto de petróleo bruto como de óleo diesel.

Quando usado puro (B100) este biocombustível promove a redução de 78% nas emissões de gases do efeito estufa, redução de 50% das emissões de material particulado e de 98% de óxido de enxofre. No entanto, as emissões dos óxidos nitrogenados podem aumentar até 13% (SHARP, 1998).

O biodiesel já está em fase de comercialização em diversos países e no Brasil ainda em fase de pesquisa e implementação. Entretanto, a Agência Nacional de Petróleo (ANP) publicou Portaria com a especificação do B100 e o Ministério de Minas e Energia autorizou em 2004 a mistura B2, composta por 2% de biodiesel e 98% de petrodiesel, com o principal objetivo de privilegiar a geração de emprego no campo. A ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) também se mostrou a favor da inserção desse biocombustível no mercado (ANFAVEA, 2004).

Por analogia com a experiência internacional, é possível propor um modelo de cadeia de suprimento de biodiesel que concilie o uso diversificado de matérias-primas com a qualidade do produto final.

A equipe do IVIG/COPPE/UFRJ realizou em 2003/2004 uma pesquisa para identificar a prática internacional com foco na União Européia e como esta experiência pode ser adaptada à realidade brasileira, considerando-se as principais características que diferenciam o Brasil dos países europeus como: grande extensão territorial, diversidade de matéria-prima e maior vulnerabilidade à adulteração.

3.1. Experiência Internacional

A utilização de biodiesel como biocombustível no mundo vem crescendo desde a segunda metade da década de 90, sendo que as experiências pioneiras surgiram na União Européia. Esta apresenta historicamente o maior consumo e a maior capacidade de produção de biodiesel (EBB, 2004), seguida pelos Estados Unidos que já iniciaram diversos programas de uso desse biocombustível (IEA, 2004, NBB, 2004).

A seguir é apresentada uma síntese da experiência internacional, com base nos principais produtores da União Européia e nos Estados Unidos, com destaque para seus modelos de produção e de comercialização.

3.1.1. União Européia

A Diretiva 2003/30/CE do Parlamento Europeu, de 8 de maio de 2003 (Parlamento Europeu, 2004), promove a utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes. Esta diretiva criou 2 metas para os países membros: 2% de biocombustíveis em dezembro de 2005 e 5,75 % em dezembro de 2010. As metas não são obrigatórias, mas os governos estão estimulando o desenvolvimento de planos para atingir tais metas (EBB, 2004), dentre os quais, o uso de biodiesel.

Dado o elevado custo de produção de biodiesel comparado com o do petrodiesel, o emprego dessa alternativa depende de intervenção política. Por conta das elevadas taxas que incidem sobre a gasolina e sobre o óleo diesel, a isenção das taxas sobre os biocombustíveis, mesmo que parcial, já poderá implicar em uma participação maior do biodiesel no mercado (CTI, 2004).

A especificação do produto se dá por meio da Norma Européia EN 14214, que foi aprovada em 2003 e está em fase de implementação, substituindo as normas nacionais

dos diferentes países da União Européia (Parente, 2003). Os principais países produtores de biodiesel são a Alemanha, a Itália e a França.

A Alemanha apresenta o maior consumo de biodiesel, tendo inclusive plantações dedicadas para fins energéticos, sendo que, de 1998 a 2001, o consumo do biodiesel mais do que quadruplicou, em função da ampliação da oferta na rede de distribuição.

França e Itália também se destacam no crescimento do uso de biodiesel, com taxas de 75% e 340%, respectivamente, no mesmo período (Lovatelli, 2001). A Alemanha produz mais em comparação com os demais países visto que é dada a isenção completa de impostos na cadeia de produção e comercialização e sem limite de quantidade, diferentemente da França e da Itália que possuem um limite.

A seguir serão detalhados aspectos mais específicos da produção e da comercialização de biodiesel nos três principais produtores da União Européia.

a. Alemanha

Como na Alemanha é permitido o uso do biodiesel puro (B100), os postos vendem esse biocombustível e não proíbem a mistura com o petrodiesel. Sua comercialização se dá em postos de abastecimento (40%) ou venda para operadores de frota (60%) (UFOP, 2004).

A promoção do uso de biodiesel é feita por meio de uma forte participação da UFOP (Union zur Förderung von Oel und Proteinpflanzen - Union for the Promotion of Oil and Protein Plants) na política energética do país. Como parte dessa política, há isenção completa de tributos em toda a cadeia produtiva para o B100. Com isso, o biodiesel torna-se 10 cent/litro mais barato do que o petrodiesel (Biodiesel na Alemanha, 2004).

O Programa Alemão de Biodiesel começou com uma frota de táxi. Esses veículos foram utilizados para promover o biodiesel no país, por meio da distribuição de folhetos explicativos sobre as características e as vantagens do novo combustível. Outra estratégia foi a disponibilização de duas saídas numa mesma bomba de combustível, sendo uma para petrodiesel e outra, com selo verde, para o biodiesel. Inicialmente, grande parte dos usuários misturava o biodiesel com o petrodiesel nas mais diversas proporções, antes da confiança no novo produto mais barato em 12% e com vantagens ambientais (UFOP, 2004).

Atualmente já existe uma frota significativa de veículos leves, coletivos e de cargas utilizando o B100. O número de carros alemães registrados, que são aprovados para trafegar com biodiesel, soma mais de 2,5 milhões. Destes, aproximadamente 17.000 caminhões percorrem diariamente as estradas com biodiesel. Em 2002 a Alemanha possuía 1.500 postos de abastecimento de biodiesel, e em 2003 esse número cresceu para 1.800 (UFOP, 2004). No entanto, há informações recentes de que a Alemanha deve deixar de comercializar B100 nas bombas de postos de gasolina. Em seu lugar, o petrodiesel seria vendido com 5% de biodiesel, na forma de aditivo e o produto seria especificado como óleo diesel aditivado, com características que incluem o biodiesel na sua composição. Essa iniciativa deve se aplicar também à Itália e à Áustria (Boldo, 2004 – Comunicação Pessoal).

Algumas montadoras já adaptaram seus automóveis e caminhões para o uso de biodiesel. As empresas montadoras garantem o uso de biodiesel somente quando é originado do óleo de colza. Assim sendo, os postos oferecem somente biodiesel dessa fonte (UFOP, 2004).

A lei alemã de controle de qualidade de combustível não cobre o biodiesel. Neste sentido, incidências de não conformidade do biodiesel vinham ocorrendo e estas resultavam em problemas nos carros. De forma a evitar uma falta de confiança do consumidor no produto, foi criado em 1999 o "Grupo de Funcionamento em Biodiesel de Administração de Qualidade" (Arbeitsgemeinschaft Qualitaetmanagement Biodiesel) pelos principais produtores e comerciantes alemães de biodiesel. O grupo desenvolveu um sistema de controle e de monitoramento da qualidade do biocombustível de responsabilidade de seus associados. Um selo especial para postos de abastecimento mostra ao consumidor onde eles podem comprar o biodiesel com a garantia da qualidade (UFOP, 2004).

b. Itália

Na Itália, a produção do biodiesel iniciou-se em 1995 e atualmente existem dezessete produtores ou empresas importadoras. Entretanto, somente dois postos de abastecimento vendem esse biocombustível. O biodiesel é obtido do óleo de colza (80%) ou do óleo de girassol (20%), sendo utilizado o biodiesel puro (B100) para o aquecimento residencial e uso industrial e em mistura (B5 e B25) para o transporte

público ou em empresas de transporte privados. O produto deve estar de acordo com o padrão italiano de biodiesel, UNI 10946 (CTI, 2004).

Em 2003 foi determinado pelo governo, como forma de incentivo, isenção tributária completa até uma quantidade anual de 300.000 toneladas, repartida entre os fabricantes, conforme estabelecido no DM (Decreto do Ministro de Economia e Finanças) nº. 256/2003. Toda quantidade de biodiesel que for superior a 300.000 toneladas deverá ser vendida com o mesmo imposto aplicado ao óleo diesel (CTI, 2004).

Na Itália, o controle de qualquer tipo de combustível é efetuado por representantes do governo federal que são chamados de Agenzia delle Dogane. Além disso, todos os combustíveis produzidos, importados ou comercializados devem ser gerenciados por um Regime fiscal. Neste sentido, toda produção ou armazenamento de biodiesel deve ser reportado para a Agenzia delle Dogane e estes podem controlar e testar, sem nenhuma restrição, os combustíveis e a respectiva documentação (Panvini, 2004 – Comunicação Pessoal).

c. França

Na França, os estudos relativos ao biodiesel iniciaram-se em 1981 e a produção iniciou-se em 1991, sendo a maior parte proveniente do óleo de colza e de girassol. O petrodiesel comercializado possui no mínimo 5% de biodiesel. Nesse país, existem atualmente três grandes produtores de biodiesel e, das 13 refinarias de petróleo, 7 misturam 5% de biodiesel ao petrodiesel, sendo a mistura B5 denominada Diester e comercializada como óleo diesel aditivado. Também se observa o uso de B30 em frotas cativas (PROLEA, 2004; Villes Diester, 2004).

Por meio dos Ministérios franceses da indústria e da agricultura, o Instituto Francês de Petróleo coordenou um programa de testes com duração de quatro anos. Esse instituto demonstrou que a utilização de B5 é análoga ao uso do petrodiesel e não acarreta nenhum problema mecânico nos veículos. Aproximadamente 4.000 veículos foram testados, dos quais mais da metade usaram B30, sendo essa mistura considerada ideal para o uso em veículos urbanos.

Em março de 2003, o governo deu isenção fiscal para a mistura biodiesel - óleo diesel até 317.000 t/ano (Villes Diester, 2004).

3.1.2. Estados Unidos

Em Las Vegas nos EUA, em junho de 1999, o biodiesel foi avaliado pela primeira vez, pelo Estado e por frotas municipais. Devido à eficácia demonstrada por esse biocombustível alternativo quanto à redução de emissões em comparação ao óleo diesel, o departamento de proteção ambiental de Nevada considerou o biodiesel como um combustível alternativo segundo legislação estadual. A Lei L-517 do Senado Americano de 25/04/2002 define o biodiesel como o combustível adequado para motores a óleo diesel e estabelece como meta a produção de 5 bilhões de galões anuais. Em estados como Minesotta e Dakota do Norte há leis que obrigam a mistura do biodiesel (2%) ao óleo diesel (98%) (NBB, 2004).

Atualmente o biodiesel está disponível em 50 estados e a maior parte da produção é originada do óleo de soja e do óleo residual de fritura. Uma das metas dos EUA é o uso de combustíveis alternativos em frotas do governo federal. O Comitê Nacional de Biodiesel dos EUA (NBB - National Biodiesel Board) participa e orienta a política sobre a produção e o consumo de biodiesel nos Estados Unidos. Esse biocombustível está sendo usado em frotas de ônibus urbanos, de serviços postais e de órgãos do governo. As Forças Armadas e a NASA também o adotaram como combustível comparável ao óleo diesel premium (NBB, 2004).

O NBB formou a Comissão Nacional de Credenciamento do Biodiesel (NBAC - National Biodiesel Accreditation Commission) que audita e fiscaliza os produtores e comerciantes de biodiesel de forma a manter os padrões de qualidade do produto nos Estados Unidos. O NBAC emite um certificado de aprovação para os vendedores de biodiesel que satisfizerem todas as exigências da auditoria/fiscalização do combustível. Esse certificado representa para os clientes garantia de que o produto foi produzido e posteriormente comercializado em conformidade com a Norma ASTM D 6751 de junho de 1999. Ainda assim, o usuário deve estar atento à qualidade do produto, principalmente em misturas que variam do B30 até o B100 (NBB – Comunicação Pessoal, 2004).

Nos Estados Unidos o biodiesel é utilizado puro e misturado. O B20 é o mais comum seguido pelo B2 que é muito utilizado entre os fazendeiros. O B100 é permitido por lei, porém não é muito empregado, pois seu preço é elevado. Isso se deve ao fato do

produto ser taxado como o petrodiesel, embora ainda haja situações indefinidas de comercialização.

3.2. Modelos Básicos de Comercialização

A análise da cadeia de comercialização de biodiesel dos 3 países da União Européia e dos Estados Unidos demonstra que existem basicamente três modelos de comercialização: (1) flexível, (2) intermediário e (3) rígido.

O modelo flexível (1) é praticado nos Estados Unidos, onde o biodiesel é produzido por pequenos e médios produtores, espalhados por todo o país, que produzem para uso próprio ou para comercialização com revendedores ou usuários finais, fornecendo biodiesel puro (B100) ou na mistura requisitada, que normalmente, mas não obrigatoriamente é B2 ou B20.

A Alemanha e a Itália praticam o modelo intermediário (2). Na Alemanha, o biodiesel chega aos postos de abastecimento puro e o próprio usuário final é quem efetua a mistura na porcentagem desejada. Na Itália, o produtor possui a liberdade de comercializar o produto com empresas distribuidoras de combustível ou usuários finais, porém, isso normalmente é feito na forma de venda em atacado.

Já o modelo francês pode ser considerado rígido (3), pois o biodiesel é comercializado exclusivamente pelas empresas distribuidoras de combustíveis, que também são responsáveis pela elaboração de misturas na proporção de B5 e B30. Há três grandes produtores de biodiesel que não são autorizados a comercializar o produto com o usuário final e nem elaborar as misturas.

Na maioria dos países em que foi efetuado o levantamento da cadeia de comercialização do biodiesel, o produtor declara a qualidade do produto, podendo estar sujeito à inspeção por órgãos específicos. Não há controle da qualidade ao longo da cadeia de comercialização, pois a incidência de adulteração não é esperada. Ainda assim, existem organismos criados pelos próprios produtores de forma a garantir a qualidade do biodiesel.

3.3. Proposta do Modelo Brasileiro

A proposição do modelo de comercialização de biodiesel no Brasil parte dos modelos extraídos da experiência internacional e procura conciliá-los à realidade brasileira, que apresenta alguns aspectos específicos.

3.3.1. Aspectos Específicos da Realidade Brasileira

O Brasil possui grande diversidade de matérias-primas para a produção do biodiesel que se distribuem de forma regionalizada, o que não ocorre na União Européia, limitada à produção a partir do óleo de colza e de girassol, ou nos Estados Unidos onde predomina a produção a partir do óleo de soja. A diversidade de matérias-primas e sua distribuição regionalizada dificultam a determinação de um processo produtivo com um padrão único.

Além disso, o Brasil possui grande extensão territorial, o que amplia a cadeia de comercialização e dificulta o controle de qualidade do produto depois de sua saída da fábrica. Além disso, há um ambiente propício à incidência de fraude, de adulteração e de vulnerabilidade do controle tributário, situação que exigiria a implantação de um sistema de controle de qualidade ao longo da cadeia de comercialização.

3.3.2. Proposta de Modelo Brasileiro

Com base no que foi apresentado anteriormente, buscou-se conciliar os resultados da experiência internacional e dos mais de 30 anos de experiência nacional com a comercialização de etanol combustível com os aspectos específicos da realidade brasileira, de modo que se pudesse obter uma proposta de modelo de comercialização do biodiesel que fosse capaz de considerar o aproveitamento de um conjunto diversificado de matérias-primas com a qualidade do produto final, como pode ser visto na Figura 3.1.

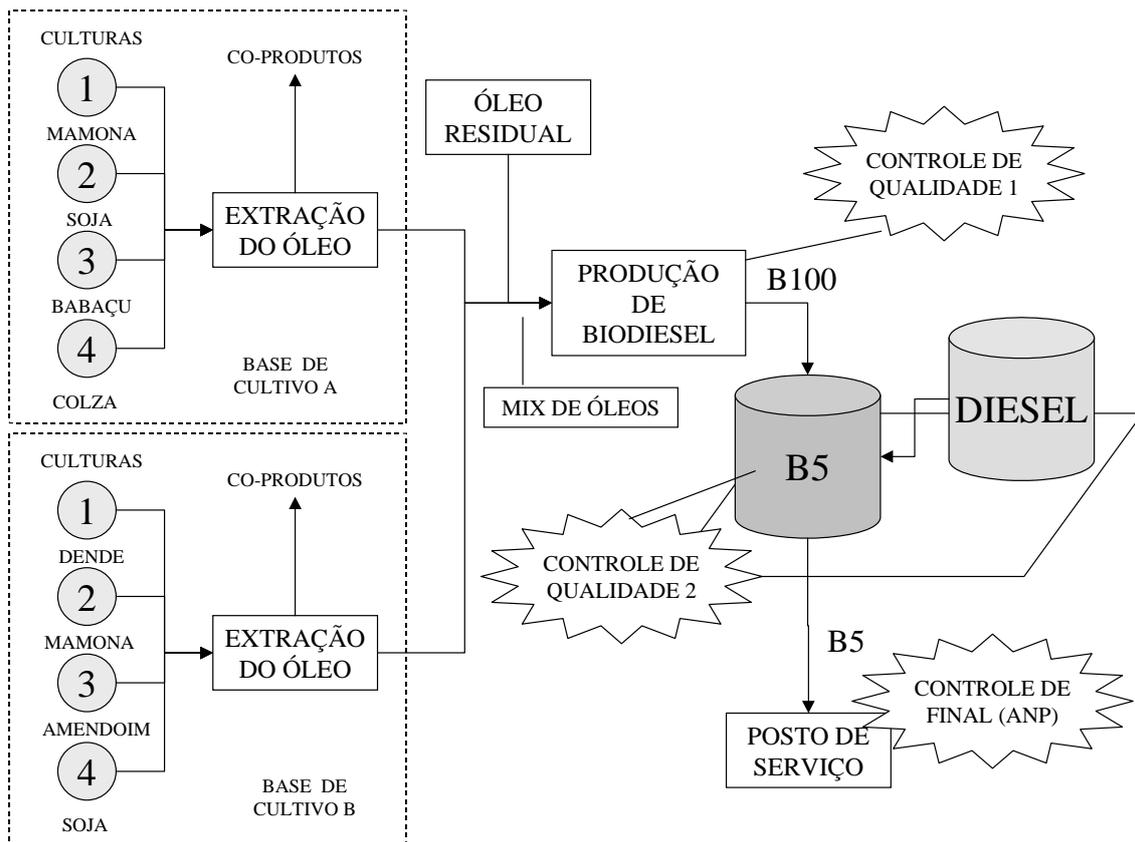


Figura 3.1: Proposta da cadeia de distribuição no Brasil.

A proposta de modelo brasileiro de comercialização de biodiesel deve ser baseada no modelo rígido (3), respaldado pela experiência francesa e nacional, na comercialização do etanol. No entanto, em função da diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel, não é possível adotar a mesma rigidez da comercialização na produção, que deverá ser capaz de trabalhar com uma mistura de óleos, dentre os quais o óleo residual de fritura, resíduo encontrado nos centros urbanos.

Para permitir a maior diversidade possível de matérias-primas para a produção de biodiesel, possibilitando o privilégio de recursos regionais, seriam criadas bases de cultivo com múltiplas culturas oleaginosas. Essas bases, que podem adotar atividade cooperativada, seriam capazes de plantar, de colher e de extrair o óleo na sua forma bruta, sendo que as plantas de extração de óleo seriam dimensionadas para atender uma ou mais bases de cultivo.

A mistura de óleos vegetais seria transportada para plantas de biodiesel, para ser processada, podendo receber adição do óleo residual de fritura. Essas plantas se localizariam próximas das bases de distribuição do petrodiesel, de modo que a mistura pudesse ser feita no momento subsequente à produção de biodiesel. Ao produtor de

biodiesel só é permitida a comercialização com o produtor do petrodiesel ou com o revendedor de combustíveis. Fica a cargo desse último disponibilizar a mistura ao consumidor final.

Neste contexto, o modelo permite que se pratique a máxima diversificação de matérias-primas para a produção de biodiesel por considerar a produção descentralizada de oleaginosas e a extração de óleo próxima do local de cultivo. O óleo vegetal bruto, com menor valor agregado e periculosidade para o transporte comparado com o biodiesel, é enviado às plantas de produção de biodiesel, que devem ser capazes de processar uma mistura de óleos, ajustando suas características físico-químicas de modo a produzir um biodiesel de acordo com uma única norma de produção nacional.

Neste caso, a planta de produção é o ponto crítico do modelo de comercialização, pois é responsável por adequar a mistura de matérias-primas à qualidade do produto final. Por outro lado, dispõe-se da vantagem de ter flexibilidade na aquisição de matérias-primas e independência mútua entre o produtor do óleo e o produtor do biodiesel.

Propõe-se que haja desde a produção até o consumo final três controles da qualidade do produto, dois destes efetuados pelos próprios produtores, conforme demonstrado no fluxograma da Figura 3.1. O primeiro monitoramento aconteceria logo após a produção do biodiesel. O produtor deve propostamente comprovar no ato da revenda que o produto está de acordo com todas as exigências da Portaria 255/ 2003 da Agência Nacional de Petróleo (ANP). O último monitoramento seria efetuado pela ANP no posto de gasolina, como já se faz com os demais combustíveis, como garantia de que o posto não efetuou nenhuma adulteração. Esse monitoramento pode ser efetuado com base na especificação do diesel.

A maioria dos países em que o biodiesel está em fase de comercialização isenta de tributos toda a cadeia de produção. Essa é uma forma de incentivar o uso desse biocombustível que, devido a essa isenção, torna-se mais barato que o óleo diesel na maior parte dos casos. Sem essa isenção dos impostos, o consumo do biodiesel não seria atrativo para o consumidor que normalmente resiste a um produto novo. Na maioria dos países onde a pesquisa foi realizada, essa isenção foi dada somente para um limite de produção anual.

No Brasil, a proposta é no mínimo equiparar os preços do biodiesel e do óleo diesel. Com isso, a indústria do óleo diesel não será prejudicada e o consumidor terá como opção um combustível com vantagens ambientais.

4. MÓDULO RURAL - POTENCIAL AGRÍCOLA

4.1. Considerações iniciais

Este item trata da identificação das regiões de plantio de fontes oleaginosas, destacando-se suas aptidões, forma de manejo, vocação de trabalho (tipo de mão-de-obra) e produtividade.

No decorrer das atividades do Programa Riobiodiesel coordenado pela Secretaria de Ciências, Inovação e Tecnologia (início em 2003/2004) foram realizadas ações para o desenvolvimento do Módulo Rural do Programa no Estado do Rio de Janeiro. Foram estabelecidas duas grandes metas, introdução e avaliação de espécies oleaginosas anuais (girassol, mamona, gergelim e amendoim) de diferentes regiões brasileiras para produção de biodiesel, bem como foi realizado o zoneamento pedoclimático dessas espécies. Essas informações são imprescindíveis para o desenvolvimento do programa no Estado do Rio de Janeiro, pois não há a tradição de cultivo de oleaginosas no Estado. Assim sendo, as culturas foram avaliadas em experimentos e em áreas demonstrativas.

O zoneamento pedoclimático (RAMALHO, 1995) é uma ferramenta metodológica que permite a “divisão de uma grande área geográfica em unidades menores de terra com características similares quanto à aptidão para determinados cultivos. Em um aspecto mais amplo, pode ser definido como um instrumento de planejamento para o desenvolvimento regional sustentável”.

O Estado do Rio de Janeiro possui grandes variabilidades climáticas, impostas pela diversidade de características ambientais, principalmente relevo, altitude, latitude e maritimidade, condicionando a riqueza e a distribuição da biodiversidade nos diferentes ecossistemas. A partir das exigências climáticas das culturas, é possível definir zonas homogêneas sob os aspectos edafoclimáticos, estabelecendo-se locais e épocas favoráveis ao plantio e a melhor produtividade das culturas, de acordo com o manejo correto da oferta pluviométrica, solo e temperatura. Neste contexto, foram considerados os fatores climáticos e pedológicos e foram analisadas as necessidades de cada cultura, sendo adotado um conjunto de procedimentos metodológicos que direcionaram as fases do estudo.

4.2. Girassol como Fonte Oleaginosa

4.2.1. Identificação das regiões de plantio

Conforme mapa de potencial pedoclimático elaborado (FIGUEREDO, s.d.) constata-se que:

- 1% da área do Estado (43.864 ha) **apresenta aptidão boa para o cultivo do girassol com risco climático mínimo** (condições térmicas entre 13 e 30 graus e condições hídricas que permitem até dois ciclos de cultivos anuais, desde que respeitados os ciclos de chuva). Essa área está situada principalmente na **Região do Médio Paraíba**, envolvendo parte dos Municípios de Resende, Porto Real, Quatis e Itatiaia (relevo plano a suave ondulada - 0 a 8% de declividade).
- 5% da área do Estado (219.321,50 ha) **apresentam aptidão boa, com risco climático** (condições térmicas entre 13 e 30 graus e condições hídricas que permitem apenas um ciclo anual, desde que respeitados os ciclos das chuvas). Essa área está situada principalmente na Região das **Baixadas Litorâneas**, envolvendo parte dos Municípios de Armação de Búzios e Cabo Frio, e na região **Norte Fluminense**, envolvendo parte dos Municípios de São Francisco de Itabapoana, Quissamã, Carapebus e Campos dos Goitacazes (OLIVEIRA, 2006).

4.2.2. Áreas disponíveis

- Região do Médio Paraíba – Os Municípios considerados com aptidão boa e com risco climático mínimo apresentam a zona rural com áreas ocupadas principalmente por pastagem e, secundariamente, com florestas plantadas.
- Região das Baixadas Litorâneas – Os Municípios considerados com aptidão boa e com risco climático mínimo apresentam a zona rural com áreas ocupadas principalmente por pastagem e com forte especulação imobiliária e turística.
- Região Norte Fluminense – Os municípios considerados com aptidão boa e com risco climático apresentam zona rural com áreas ocupadas principalmente com o plantio de cana-de-açúcar e secundariamente com fruticultura e pastagem. Para as condições do Norte Fluminense, a cultura que é considerada de ciclo curto (90 a 110 dias) pode ser semeada em rotação com a cana-de-açúcar na época de renovação de canaviais, com área estimada de 25.000 ha/ano.

4.2.3. Forma de Manejo

O girassol apresenta amplas possibilidades de participação em sistemas de sucessão, consorciação e rotação de culturas. Para as condições do Norte Fluminense, a cultura pode ser semeada em rotação com a cana-de-açúcar na época de renovação de canaviais. Nesse caso específico, a semeadura tem que ser realizada no período da primavera/verão, com irrigação complementar. Atualmente, há tecnologias para a produção, sendo a cultura totalmente mecanizada (plantio-tratos culturais e colheita) e ampla variedade de materiais genéticos. Solos mais indicados para a produção de girassol são de textura média, com boa drenagem, razoável fertilidade e pH neutro. O girassol não se desenvolve bem em pH ácido (abaixo de 5,0). O pH da área deve ser determinado antes do planejamento do plantio do girassol para que as devidas correções sejam realizadas (UNGARO, 2006). A aração deve alcançar 30 cm de profundidade e a adubação deve ser preparada com base na análise do solo. Um elemento indispensável para o girassol é o boro. O Boro deve ser aplicado com a adubação fundamental ou em cobertura – na dosagem de 5 - 10 kg/ha. Se houver a necessidade de utilização de inseticida, preferir os do tipo biológicos, com aplicação no fim da tarde para não matar abelhas e insetos úteis. Áreas suscetíveis aos ataques de pássaro (maritacas e pardais) devem ser evitadas por causarem perdas na produção e prejuízos econômicos. Recomenda-se o espaçamento de 80-90 cm, dependendo do maquinário de colheita, com densidade de 6-7 plantas/metro – obtendo-se uma população de plantas de 40.000-45.000 plantas/ha. De modo geral se gasta 4 a 5 kg de semente/ha. A colheita ocorre entre 100-120 dias após a emergência das plântulas com a umidade dos grãos entre 14-16%. A época do plantio no estado pode ocorrer no período das águas (setembro a novembro) no Norte Fluminense e na safrinha na época da seca (fevereiro e março) na região do Médio Paraíba, sendo que nessa época a irrigação deve ser planejada.

4.2.4. Vocação de trabalho - Tipo de mão-de-obra

Como a cultura pode ser totalmente mecanizada, a mão-de-obra para áreas maiores de 5 ha necessita de mão-de-obra especializada, podendo o maquinário investido ser também aproveitado com a cultura do milho e da soja, cultivados em larga escala, fato ainda incomum no Estado do Rio de Janeiro.

4.2.5. Produtividade

A cultura do girassol apresenta produtividade média nacional de 1.473 kg/ha (AGRIANUAL, 2006) e potencial produtivo médio de 2.500 kg/ha. No Estado do Rio de Janeiro, o potencial médio da cultura testada, tanto em experimentos (parcelas experimentais) como em áreas demonstrativas, foi de 1.170 kg/ha e o potencial produtivo foi de 2.300 kg/ha (OLIVEIRA, 2006). O teor médio de óleo apresentado pela cultura, no estado, situou-se entre 39% e 41% (base úmida) (LIMA, 2006), dentro da faixa normalmente encontrada que varia de 35% a 45% (Quiroga & Firmino, citado por FIRMINO, 2001).

4.2.6. Estimativa de Custos

Tabela 4.1: Estimativa do custo variável de produção e da lucratividade do Girassol

(R\$/ha) – 2007 (Adaptado de Agriannual, 2008)

A- Operações	V.U.	Quantidade	Valor
Aplicação de dessecante	35,77	0,60 hm	21,46
Serviço braçal	21,70	0,12 hd	2,00
Plantio/Adubação	76,37	1,30 hm	99,28
Serviço braçal	21,70	0,18 hd	3,91
Transportes internos	29,30	0,20 hm	5,86
Adubação em cobertura	33,23	0,60 hm	19,94
Aplicação de defensivos	35,77	1,30 hm	46,50
Serviço braçal	21,60	0,60 hd	13,02
Transportes internos	29,30	0,20	5,86
Colheita mecânica	157,02	0,60	94,21
Subtotal A			312,04
B-Insumos			
Fertilizante 08-20-20	820,00	0,20/t	164,00
Uréia	965,00	0,08/t	77,20
Boro	9,00	2,80/kg	25,20
Sementes	35,00	3,00/kg	105,00
Herbicida	24,90	2,55/l	63,45
Inseticida	47,50	0,20/l	9,70
Subtotal B			444,55
C- Pós Colheita			
Transporte até armazém	20,00	1,80/t	36,00
Armazenagem (1 mês)	4,00	1,80/t	7,20
Subtotal C			43,20
Custo Total (R\$/há)			799,79

Receita (R\$/ha)	832,00
Resultado (R\$/ha)	33,00

Nota: hm = Hora máquina; hd = homem-dia ; Produtividade estimada esperada = 1.735 kg/ha

4.3. Mamona como Fonte Oleaginosa

4.3.1. Identificação das regiões de plantio

Conforme mapa do potencial pedoclimático para a cultura da mamona no Estado do Rio de Janeiro (FIGUEREDO, s.d.), constata-se que:

- 5% da área do Estado (219.321,50 ha) **apresentam aptidão boa para o cultivo da mamona com risco climático mínimo** (condições hídricas e térmicas satisfatórias para uma boa vegetação e frutificação da mamoneira). Essa área está situada principalmente na região das **Baixadas Litorâneas**, envolvendo parte dos Municípios de Armação de Búzios e Cabo Frio, e na região **Norte Fluminense**, envolvendo parte dos Municípios de São Francisco de Itabapoana, Quissamã, Carapebus e Campos dos Goitacazes (relevo plano a suave ondulado - 0 a 8% de declividade).
- 1% da área do Estado (43.864 ha) **apresenta aptidão boa com risco climático** (estação seca pouco pronunciada, com riscos de umidade excessiva para a cultura e problemas fitossanitários). Essa área está situada principalmente na região do **Médio Paraíba**, envolvendo parte dos municípios de Itatiaia, Resende, Porto Real e Quatis (OLIVEIRA, 2006).

4.3.2. Áreas disponíveis

- Região de Baixadas Litorâneas – Os Municípios considerados com aptidão boa e com risco climático mínimo apresentam a zona rural com áreas ocupadas principalmente por pastagem e com forte especulação imobiliária e turística.
- Região Norte Fluminense – Os municípios considerados com aptidão boa e com risco climático mínimo apresentam zona rural com áreas ocupadas principalmente com o plantio de cana-de-açúcar e secundariamente com fruticultura e pastagem.
- Região do Médio Paraíba – Os Municípios considerados com aptidão boa e com risco climático apresentam a zona rural com áreas ocupadas principalmente por pastagem e secundariamente por florestas plantadas.

4.3.3. Forma de Manejo

A cultura da mamona pode ser cultivada solteira ou em consórcio com outras culturas alimentícias. Devido ao clima do estado, essa segunda opção torna-se de alto risco, fazendo com que a oleaginosa seja uma garantia de rentabilidade da área. A cultura tem um reduzido número de cultivares comerciais e uma grande variação para caracteres agrônômicos, por ser uma planta ainda pouco estudada para o melhoramento genético. Com o início do Programa Brasileiro de Biodiesel, abrem-se grandes perspectivas para a obtenção de cultivares que possam incrementar sua produtividade e seu teor de óleo.

A mamoneira pode ser produzida em quase todos os tipos de solo. Não é adequado, por exemplo, a plantação em solo que apresenta deficiência de drenagem, devido à sua sensibilidade ao excesso de água. (Weiss, 1983 citado por Amorim Neto, 2001). Solos com fertilidade elevada favorecem o crescimento vegetativo excessivo (Azevedo, 1997 citado por Amorim Neto, 2001). Por ser uma cultura de baixo índice de área foliar, deixando-se o solo mais susceptível ao impacto das chuvas, seu cultivo deve ser realizado, preferencialmente, em áreas com declividades inferiores a 12%, obedecendo às técnicas de conservação. A mamona não se desenvolve bem em pH ácido (abaixo de 5,0). O pH da área deve ser determinado antes do planejamento do plantio da mamona para que as devidas correções sejam realizadas. A adubação deve acontecer de acordo com a análise do solo e sua correção deve ocorrer 60 dias antes do plantio. Para as cultivares de porte médio e de porte alto, recomenda-se um espaçamento de 2,0m x 1,0m (5.000 plantas/ha) ou 3,0m x 1,0m (3.333 plantas/ha), com uma planta por cova, caso a semente tenha um alto valor cultural (germinação x pureza). No estado, a semeadura deve ocorrer na época das águas (setembro a novembro). Deve-se observar ainda o ciclo da cultivar utilizada, que varia de 180 a 240 dias para que a colheita não ocorra na época chuvosa, principalmente na região do Médio Paraíba. Nessa região, a umidade excessiva pode acarretar doenças fúngicas afetando a produtividade. Em geral se gasta 4 a 5 kg de sementes/ha. Uma característica importante da mamona que deve ser observada é o grau de deiscência do fruto, que pode ser deiscente, semideiscente ou indeiscente. Esta é uma característica importante, pois, afeta indiretamente a produção. O cultivo de cultivares com frutos semideiscentes ou indeiscentes permite uma realização de poucas colheitas. A utilização de cultivares de frutos semideiscentes para o cultivo manual é de grande importância, pois evita perdas antes e durante a colheita (FREIRE, 2001). Áreas onde a colheita mecânica é possível, o mais recomendado é

utilizar cultivares de frutos indeiscentes, pois o beneficiamento é realizado por máquinas descascadoras.

4.3.4. Vocação de trabalho - Tipo de mão-de-obra

O cultivo da mamona tem sido praticado, tradicionalmente no Brasil, pelos pequenos e médios produtores, constituindo-se numa cultura com grande apelo social. Essa cultura ocupa a área de cultivo por um período que varia de oito meses até dois anos (Carvalho, 2005). A oleaginosa pode ser cultivada em consórcio com outras culturas alimentícias. Devido ao clima do estado, essa segunda opção torna-se de alto risco, fazendo com que a oleaginosa seja uma garantia de rentabilidade da área (Savy Filho, 1998). No Brasil, o desenvolvimento da cadeia produtiva dessa cultura ainda está atrasado quando comparado com outras culturas de expressão econômica. Esse atraso pode ser entendido como uso intensivo de mão-de-obra (Savy Filho, 2005 citado por Ramos, 2006).

4.3.5. Produtividade

A cultura da mamona apresenta produtividade média nacional de 740 kg/ha (IBGE, 2005) e potencial produtivo médio estimado em 2.000 kg/ha. No Estado do Rio de Janeiro, o potencial médio da cultura testada, tanto em experimentos (parcelas experimentais) como em áreas demonstrativas, foi de 600 a 700kg/ha e o potencial produtivo foi o de 1.440 kg/ha na época de outono-inverno (OLIVEIRA, 2006). Na época de primavera-verão, a média foi de 1.365 kg/ha com potencial produtivo de 1.937 kg/ha. (LOPES, 2008). No estado, o teor médio de óleo apresentado pela cultura alcançou aproximadamente 56% (BEZERRA, 2007 e ROSS JÚNIOR *et al*, 2008), próximo à faixa que varia entre 35% e 55% (Vieira, 1998 citados por FREIRE, 2001).

4.3.6. Estimativa de Custos

Tabela 4.2: Estimativa do custo variável de produção e lucratividade da Mamona
 – (R\$/ha/Ciclo) – 2007 (Adaptado de Agriannual, 2008)

A- Operações mecanizadas	VU	Quantidade	Valor
A1. Implantação			
Aração	35,35	1,48 hm	52,32
Gradagem	35,17	0,43 hm	15,12
Calagem	34,80	0,24 hm	8,35
Descascamento	11,20	3,00 h	33,60
Subtotal A			109,39
B- Operações manuais			
Tratamento de semente	21,70	0,10 hd	2,17
Plantio com matraca	21,70	1,00 hd	21,70
Capina Manual	21,70	3,00 hd	65,10
Adubação	21,70	1,00 hd	21,70
Aplicação de defensivos	21,70	0,50 hd	10,85
Colheita	21,70	7,00 hd	151,90
Secagem	21,70	3,00 hd	65,10
Transporte com carroça e animal	21,70	1,50 hda	32,55
Ensacamento	21,70	0,50 hd	10,85
Subtotal B			381,92
C- Insumos			
Calcário dolomítico	30,00	1,00 t	30,00
Adubo 4-14-8	800,00	0,20 t	160,00
Sulfato de amônio	750,00	0,04	30,00
Fungicida			18,00
Inseticida			47,50
Tratamento de sementes	34,00	0,02 l	0,51
Semente	6,00	5,0 kg	30,00
Subtotal C			316,01
Custo Total			807,32
Receita (R\$/ha)			825,00
Resultado (R\$/ha)			17,68

Nota: hm = hora máquina; hd = homem-dia ; Produtividade média esperada = 1.651 kg/ha.

4.4. Amendoim como Fonte Oleaginosa

4.4.1. Identificação das regiões de plantio

Conforme mapa de potencial pedoclimático para a cultura do amendoim no Estado do Rio de Janeiro (FIGUEREDO, s.d.), constata-se que:

- 5% da área do Estado (219.321,50 ha) **apresentam aptidão boa com risco climático mínimo** (condições hídricas que permitem de 1 a 2 cultivos anuais, desde que respeitado o período das chuvas) e condições térmicas satisfatórias (temperaturas superiores a 21°C). Essa região abrange o **Médio Paraíba** (relevo plano a suave ondulado), envolvendo parte dos Municípios de Itatiaia, Resende, Porto Real e Quatis. Nessa mesma condição, está a **Região das Baixadas Litorâneas**, envolvendo parte dos Municípios de Saquarema, São Pedro d'Aldeia, Cabo Frio e Armação de Búzios e a **Região Norte Fluminense**, envolvendo parte dos Municípios de Campos dos Goytacazes, Carapebus, Quissamã e São Francisco do Itabapoana (OLIVEIRA, 2006).

4.4.2. Áreas disponíveis

- Região das Baixadas Litorâneas – Os Municípios considerados com aptidão boa e com risco climático mínimo apresentam a zona rural com áreas ocupadas principalmente por pastagem e com forte especulação imobiliária e turística.
- Região do Norte Fluminense – Os municípios considerados com aptidão boa e com risco climático mínimo apresentam zona rural com áreas ocupadas principalmente com o plantio de cana-de-açúcar e secundariamente com pastagem e fruticultura. Para as características do Norte Fluminense, a cultura considerada de ciclo curto (95-150 dias) pode ser semeada em rotação com a cana-de-açúcar na época de renovação de canaviais (área estimada em 25.000 ha/ano).

- Região do Média Paraíba – Os Municípios considerados com aptidão boa e com risco climático mínimo apresentam a zona rural com áreas ocupadas principalmente por pastagem e secundariamente com florestas plantadas.

4.4.3. Forma de Manejo

O solo mais apropriado para a cultura do amendoim é o leve ou o arenoso. Este deve ser bem drenado para não encharcar com as chuvas. O pH ideal é entre 6.0 a 6.5. O espaçamento médio para as cultivares de porte ereto é de 60 cm, com a densidade de plantio de 15-20 sementes/ha. Para as de porte prostrado, o espaçamento é de 80-90 cm, com densidade de 12-15 sementes/m/linear (COOPERBIO, 2008). A profundidade de plantio não deve ultrapassar 5 cm. A adubação deve ser preparada de acordo com a análise do solo. Já sua correção deverá acontecer 60 dias antes do plantio.

4.4.4. Vocação de trabalho - Tipo de mão-de-obra

No Brasil predomina o plantio de cultivares de porte rasteiro ou prostrado (85 a 90%) em relação ao porte ereto (10 a 15%). Ganhos futuros de produtividade estão relacionados ao uso de cultivares de porte rasteiro, uma vez que esse tipo de amendoim possibilita a mecanização da colheita e a melhor qualidade do produto no mercado (BORSARI FILHO, 2006). A mecanização integral está praticamente implementada, necessitando de mão-de-obra especializada. No Nordeste, essa cultura é basicamente familiar sendo as operações realizadas manualmente, podendo ocorrer o sistema semi-mecanizado com a utilização de máquinas apenas para facilitar a colheita.

4.4.5. Produtividade

A cultura do amendoim apresenta produtividade média nacional de 2.329 kg/ha (AGRIANUAL, 2006) e potencial produtivo médio estimado em 3.000 kg/ha (AGROBYTE, 2008). No Estado do Rio de Janeiro, o potencial médio da cultura testada tanto em experimentos (parcelas experimentais) como em áreas demonstrativas foi de 1.143 kg/ha e o potencial produtivo foi o de 2.325 kg/ha (Andrade *et al.*, 2007) em solos leves. No estado, o teor médio de óleo (base úmida) apresentado pela cultura situou-se em torno de 46% (Andrade *et al.*, 2007), dentro da faixa normalmente encontrada (Queiroga & Firmino, citado por Firmino *et al.*, 2001). De modo geral, cultivares de hábito de crescimento ereto foram mais produtivos que as prostradas (ANDRADRE *et al.*, 2007). A utilização de cultivares de porte ereto é mais vantajosa em sistemas agrícolas de pequena escala e/ou pouca mecanização. Cultivares rasteiras

ou prostradas apresentam arquitetura mais adequada para a colheita totalmente mecanizada. Apresentam ainda ciclo mais longo (125 dias) e trazem vantagens para os produtores em sistemas tecnicizados.

4.4.6. Estimativa de Custos

Tabela 4.3: Estimativa do custo variável de produção e lucratividade do Amendoim – (R\$/ha) – 2007 (Adaptado de Agriannual, 2008)

A- Operações	V.U.	Quantidade	Valor
Conservação de terraço	82,68	0,50 hm	41,34
Subsolagem	65,57	1,32 hm	89,19
Calagem	39,35	0,56 hm	22,04
Gradagem	77,69	1,96 hm	152,27
Gradagem niv.	78,20	1,04 hm	81,33
Plantio e adubação	65,43	0,85 hm	55,62
Transporte interno insumos	32,38	0,17 hm	5,49
Plantio e adubação	40,00	0,15 hd	6,00
Pulverizações	38,76	1,25 hm	48,45
Aplicação Herbicida	38,76	0,50 hm	19,38
Trans. Int. água	33,82	0,70 hm	23,67
Colheita arranquio -mecanizado	85,76	1,44 hm	123,49
Recolhimento - mecanizado	81,66	1,90 hm	155,15
Transbordo mecânico	48,06	0,33 hm	15,86
Arranquio	40,00	0,30 hd	12,00
Subtotal A			851
B-Insumos			
Sementes	3,00	120,00 kg	360,00
Calcário	65,00	2,00 t	130,00
Adubo 04-30-20	900,00	0,20 t	180,00
Inseticida			73,09
Fungicida			258,70
Herbicida			68,20
Espalhante			6,95
Subtotal B			1.077
C- Pós Colheita			
Transporte	37,71	2,32/t	87,50
Recebimento/Pré-limpeza	87,28	2,32/t	202,50
Subtotal C			290,00
Custo total (R\$/ha)			2.218
Receita (R\$/ha)			2.418
Resultado (R\$/ha)			200

Nota: hm = hora máquina; hd = homem dia ;Produtividade média esperada = 2.325 kg/ha.

4.5. Gergelim como Fonte Oleaginosa

4.5.1. Identificação das regiões de plantio

Conforme mapa de potencial pedoclimático para a cultura do Gergelim no Estado do Rio de Janeiro (FIGUEREDO, s.d.), constata-se que:

- 3% da área do Estado (131.592,90) **apresentam aptidão boa** (no período de chuvas, de novembro a fevereiro, levando-se em conta um ciclo médio de 90 dias) com temperatura média de 24° e 30° C e pluviosidade situada entre 400 – 900 mm durante o ciclo produtivo. Essa região abrange o **Médio Paraíba** (relevo plano a suave ondulado), envolvendo parte dos Municípios de Itatiaia, Resende, Porto Real e Quatis. Nessa mesma condição está a **Região das Baixadas Litorâneas**, envolvendo parte dos Municípios de Cabo Frio e Armação de Búzios e a **Região Norte Fluminense**, envolvendo parte dos Municípios de Campos dos Goytacazes, Carapebus e São Francisco do Itabapoana (OLIVEIRA, 2006).

4.5.2. Áreas disponíveis

- Região das Baixadas Litorâneas – Os Municípios considerados com aptidão boa e com risco climático mínimo apresentam a zona rural com áreas ocupadas principalmente por pastagem e com forte especulação imobiliária e turística.
- Região do Norte Fluminense – Os municípios considerados com aptidão boa apresentam zona rural com áreas ocupadas principalmente com cana-de-açúcar e secundariamente com pastagem e fruticultura.
- Região do Médio Paraíba – Os Municípios considerados com aptidão boa apresentam a zona agrícola com áreas ocupadas principalmente por pastagem e áreas com florestas plantadas.

4.5.3. Forma de Manejo

O gergelim é uma oleaginosa que necessita de um solo bem preparado, pois tem um crescimento inicial lento. Assim sendo, deve-se evitar falhas na semeadura. O solo não pode estar compactado e o controle de plantas daninhas deve ser rigoroso (Beltrão, 1994 citado por Beltrão *et al.*, 2001). A planta se adapta melhor a solos com pH neutro, não suportando acidez elevada nem alcalinidade excessiva. A adubação é ainda bastante

controvertida, pois o gergelim é uma cultura bem exigente e esgotante do solo, devendo-se usar adubos orgânicos para o seu cultivo. As sementes de gergelim por serem pequenas e leves dificultam o seu plantio, podendo causar a irregularidade no espaçamento e na densidade de plantio, os desperdícios de sementes e a necessidade de desbaste por excesso de plantas ou de replantio. O sistema de plantio de gergelim pode ser manual, tração animal ou tratorizado, dependendo da área de cultivo. No Nordeste, a semeadura mais usual é a manual, mais existe um número considerável de máquinas para a semeadura normalmente utilizada para olerícolas. As informações sobre configurações, arranjos, populações e densidades são bastante variáveis. Peixoto (1972) citado por EMBRAPA (1994) recomenda o espaçamento entre fileiras, de 90 a 100 cm, com uma densidade de uma planta a cada 30 cm de fileira para as cultivares ramificadas, e de 60 a 70 cm entre fileiras com uma planta a cada 10 cm para cultivares não ramificadas.

4.5.4. Vocação de trabalho - Tipo de mão-de-obra

O cultivo de gergelim é uma atividade agrícola em potencial para pequenos produtores que geralmente realizam a colheita de modo manual. A abertura dos frutos acontece rapidamente e qualquer atraso na colheita pode significar elevadas perdas, pois as cultivares são deiscentes. Assim sendo, o gergelim deve ser colhido quando as cápsulas estiverem maduras e sem estarem abertas (EMBRAPA, 1999). São necessárias até três batidas para soltar todas as sementes, pois os frutos na planta apresentam níveis de maturação diferentes.

4.5.5. Produtividade

O rendimento médio no Brasil é estimado em 591 kg/ha (FAO, citado por Barros *et al.*, 2001) e o potencial produtivo médio é estimado em 1.000 kg/ha. No Estado do Rio de Janeiro, o potencial médio da cultura testada, tanto em experimentos (parcelas experimentais) como em áreas demonstrativas, foi de 510 kg/ha e o potencial produtivo foi o de 730 kg/ha (Oliveira, 2006). O teor médio de óleo encontrado variou entre 52% e 54% (Roos Junior *et al.*, 2007), dentro da faixa considerada por Queiroga & Firmino citado por Firmino *et al.* (2001).

4.5.6. Estimativa de Custos

Tabela 4.4: Estimativa do custo variável de produção e lucratividade do Gergelim – (R\$/ha) – 2007 (Adaptado de Embrapa, 2008)

A- Operações	V.U.	Quantidade	Valor
Preparo do solo	35,35	3,0 hm	106,50
Covemaneto e sulcamento	21,70	4 hd	86,80
Cultivador	21,70	3 d/h/a	65,10
Retosques à enxada	21,70	15 hd	325,50
Desbastes	21,70	6 hd	130,20
Pulverizações	21,70	2 hd	43,40
Corte e formação de medas	21,70	10 hd	217,00
Batedura e peneiragem	21,70	6 hd	130,20
Controle de formigas	21,70	1 hd	21,70
Subtotal A			1.126,40
B- Insumos			
Sementes	9,00	3 kg	27,00
Formicidas	7,00	2 kg	14,00
Inseticidas	18,25	2 l	47,50
Adubo	800	0,20t	160,00
Subtotal B			248,50
Custo total (R\$/ha)			1.374,90
Receita (R\$/ha)			1.240,00
Resultado (R\$/ha)			-134,90

Nota: hm = hora máquina, hd = homem dia ; Produtividade média esperada = 620 kg/ha

4.6. Considerações Finais

Considerando as primeiras observações realizadas com as culturas oleaginosas anuais e as ocupações do solo no Estado do Rio de Janeiro, além das alternativas para as regiões com risco climático mínimo:

- A cultura do girassol pode constituir em uma alternativa de verão para a região Norte Fluminense. Nos municípios considerados com aptidão boa e com risco climático, há a necessidade de irrigação complementar e o estabelecimento de arranjos produtivos com a cana-de-açúcar, promovendo a rotação nas áreas de renovação de canaviais estimada em 25.000 ha/anuais.
- A cultura da mamona pode constituir em uma alternativa para a região do Médio Paraíba, nos municípios considerados com aptidão boa e com risco climático, reduzindo este risco, principalmente, com plantios realizados no outono.

- As culturas do amendoim e do gergelim não constituem, na conjuntura atual, opções viáveis: a primeira por exigir cuidados especiais na colheita e no armazenamento e a segunda pelo baixo rendimento em comparação com as demais.

5. MÓDULO INDUSTRIAL - USINAS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL

5.1. Considerações Iniciais

O biodiesel pode ser definido como um éster de ácidos graxos de cadeia longa proveniente de fontes renováveis como óleos vegetais ou gordura animal. A utilização do biodiesel se dá em substituição aos combustíveis fósseis em motores de ignição por compressão (motores do ciclo diesel), pois esse biocombustível possui propriedades físico-químicas muito semelhantes às do óleo diesel.

Existem basicamente dois processos de transformação dos óleos vegetais e gorduras animais em combustível: a transesterificação e o craqueamento. Os óleos ou gorduras são formados por um composto químico conhecido como triglicerídeo, com três cadeias de átomos de carbono interligadas. Ambos os processos de produção tentam separar essas três cadeias, levando à formação de cadeias de carbono mais curtas, lineares, que são muito próximas daquelas presentes no óleo diesel de petróleo.

A transesterificação consiste na reação entre a matéria graxa (óleo vegetal ou gordura) e um álcool (etanol ou metanol), em presença de um catalisador, formando um produto químico conhecido por éster de cadeia longa (biodiesel). Na prática, consiste na separação da glicerina da matéria graxa (origem vegetal ou animal). Durante o processo, a glicerina, que compõe cerca de 10% da molécula dos triglicerídeos, é removida, reduzindo a viscosidade do óleo.

O processo de craqueamento consiste na quebra das moléculas do triglicerídeo, levando à formação de uma mistura de compostos químicos (hidrocarbonetos) com propriedades muito semelhantes às do óleo diesel de petróleo, podendo ser usada diretamente em motores convencionais. Essa reação é realizada a altas temperaturas, acima de 350°C, na presença ou ausência de catalisador.

Pelo seu maior rendimento, domínio tecnológico e aplicabilidade a maiores escalas de produção, a transformação de óleos vegetais ou gorduras animais em combustível segue a rota de transesterificação metálica em todo o mundo, sendo largamente praticada por indústrias localizadas na Europa e nos EUA. Quanto ao catalisador, este pode ser do tipo ácido ou alcalino. Entretanto, geralmente a reação empregada na indústria é feita

em meio alcalino, uma vez que este apresenta melhor rendimento e menor tempo de reação que o meio ácido, além de apresentar menores problemas relacionados à corrosão dos equipamentos. O hidróxido de potássio (KOH) e o hidróxido de sódio (NaOH) são os catalisadores utilizados nesse processo.

No caso brasileiro, há um interesse para a utilização do álcool etílico como insumo na produção de biodiesel, em função da disponibilidade e baixa toxidez do etanol, mas atualmente, a rota metílica é a que vem sendo utilizada por ser a de menor custo e por ter um maior domínio tecnológico. Neste contexto, as plantas industriais instaladas no Brasil devem ser tecnicamente viáveis tanto para metanol quanto para etanol e utilizam preferencialmente a transesterificação via catálise alcalina. Assim sendo, devido à variedade de insumos graxos existentes no país (soja, mamona, girassol, algodão, palma, sebo bovino e outros), plantas de produção em bateladas tendem a serem mais utilizadas no processo, pois podem se adaptar com mais facilidade às variações de insumos e rotas de produção.

5.2. Usinas de Biodiesel no Brasil

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) é um programa interministerial do governo federal brasileiro, cujo objetivo é a implementação, de forma sustentável, tanto técnica quanto econômica, da produção e do uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de empregos e renda.

A lei número 11.097, de 13 de janeiro de 2005, estabelece a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado para o consumidor em qualquer parte do território nacional. Esse percentual obrigatório é de 2% a partir de 2008 e de 5% em 2013, podendo ser antecipado por decisão governamental.

A partir das normativas que regulamentam o PNPB, usinas de produção de biodiesel se instalaram por todo o território nacional a fim de suprir a demanda desse biocombustível. Até a data de 18 de agosto de 2008, 58 (cinquenta e oito) produtores, distribuídos pelas cinco regiões brasileiras, haviam sido autorizados pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para produzirem biodiesel (B100). A Tabela 5.1 mostra a distribuição dessas usinas por região e unidade federativa.

Tabela 5.1: Distribuição das Usinas Autorizadas para Produção de Biodiesel no Brasil

Unidade Federativa	Usinas de Produção
Pará (PA)	02
Rondônia (RO)	02
Tocantins (TO)	02

Total Região Norte = 06 Usinas Autorizadas

Unidade Federativa	Plantas de Produção
Bahia (BA)	03
Ceará (CE)	03
Maranhão (MA)	01
Piauí (PI)	01

Total Região Nordeste = 08 Usinas Autorizadas

Unidade Federativa	Plantas de Produção
Goiás (GO)	03
Mato Grosso (MT)	21

Total Região Centro Oeste = 24 Usinas Autorizadas

Unidade Federativa	Plantas de Produção
Minas Gerais (MG)	04
Rio de Janeiro (RJ)	01
São Paulo (SP)	08

Total Região Sudeste = 13 Usinas Autorizadas

Unidade Federativa	Plantas de Produção
PR	03
RS	04

Total Região Sul = 07 Usinas Autorizadas

Total Brasil = 58 Usinas de Produção de Biodiesel Autorizadas

O Mato Grosso, estado reconhecidamente agrícola, apresenta o maior número de usinas autorizadas (21) seguido do estado de São Paulo (8), enquanto que o Rio de Janeiro só

aparece com 01 usina autorizada e que ainda não está produzindo. Tais números sinalizam que a produção de biodiesel tem sido preferencialmente localizada próxima à disponibilidade das matérias-primas, ou seja, em regiões com vocação agrícola, o que não acontece com o estado fluminense.

Além das usinas autorizadas pela ANP, existem outras 68 usinas em fase de planejamento ou em construção que ainda aguardam autorização da ANP para a produção e a comercialização do biodiesel e ainda 07 usinas pilotos para testes de produção. A Tabela 5.2 mostra a distribuição por unidade federativa das usinas ainda não autorizadas e a Tabela 5.3 mostra a distribuição das usinas piloto no Brasil.

Tabela 5.2: Distribuição das Usinas ainda não autorizadas

Unidade Federativa	Usinas de Produção
Mato Grosso (MT)	10
Minas Gerais (MG)	09
Paraná (PR)	09
São Paulo (SP)	06
Bahia (BA)	05
Mato Grosso do Sul (MS)	05
Rio Grande do Sul (RS)	05
Goiás (GO)	04
Pernambuco (PE)	03
Rio de Janeiro (RJ)	03
Santa Catarina (SC)	03
Ceará (CE)	01
Distrito Federal (DF)	01
Espírito Santo (ES)	01
Maranhão (MA)	01
Paraíba (PB)	01
Tocantins (TO)	01

Tabela 5.3: Distribuição das Usinas Piloto

Unidade Federativa	Usinas de Produção
---------------------------	---------------------------

Rio de Janeiro (RJ)	03
Rio Grande do Norte (RN)	02
Bahia (BA)	01
Rio Grande do Sul (RS)	01

Segundo a Tabela 5.2, pode-se perceber que as usinas de produção de biodiesel ainda não autorizadas seguem o mesmo perfil das autorizadas, ou seja, estão instaladas preferencialmente em regiões que têm representatividade na produção agrícola brasileira, tais como os estados do Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e São Paulo. De um modo geral, a localização das usinas de produção de biodiesel, sejam elas autorizadas ou não, está próxima às principais fontes de matérias-primas, como as oleaginosas no Centro-Oeste e do sebo bovino no Centro-Sul do país.

Quanto ao Rio de Janeiro, que não tem vocação agrícola nem dispõe de grandes volumes de resíduos de gordura animal, nota-se que sua maior contribuição é no desenvolvimento tecnológico, pois é o estado que mais apresenta usinas piloto (03) para produção e testes de biodiesel, conforme demonstrada na Tabela 5.3.

O Rio de Janeiro com suas 03 (três) usinas piloto e conceituados centros de pesquisa, tais como a COPPE, o CENPES e o INT, tem grande importância para o desenvolvimento e suporte do PNPB. Tais unidades piloto têm a função de produzir o biodiesel para testes em motores do ciclo diesel com diversas proporções de mistura com o óleo diesel, de testar novas matérias-primas virgens ou residuais, de desenvolver novas rotas e processos, de testar equipamentos e de desenvolver tecnologias para a melhoria do processo de produção de biodiesel.

5.3. Usinas de Biodiesel no Rio de Janeiro

Conforme se verificou nas Tabelas anteriores, o Rio de Janeiro possui 07 usinas de produção de biodiesel, sendo 04 (quatro) com caráter comercial e 03 (três) usinas piloto. Dentre as usinas comerciais, nenhuma delas, atualmente, produz o biocombustível, enquanto que as usinas piloto já contribuem com a produção do biodiesel de diversas matérias-primas para a realização de testes em motores e laboratório.

As usinas comerciais do estado do Rio de Janeiro são planejadas, assim como a grande maioria das usinas nacionais, para a produção de biodiesel por meio do processo de

transesterificação via catálise alcalina. Tal processo é o mais utilizado no mundo com tecnologia conhecida, baixo custo de produção e pode ser resumido nas seguintes etapas:

- *Tratamento da matéria-prima*: caso seja necessário, a matéria-prima deverá ser submetida a um processo de neutralização e de secagem. A neutralização é realizada para reduzir a acidez por meio de lavagem com solução alcalina. A secagem, realizada por aquecimento, tem como função baixar o teor de umidade.
- *Reação de Transesterificação*: reação entre a matéria graxa (gordura vegetal ou animal) com um álcool (metanol ou etanol) formando ésteres (biodiesel) e glicerol (co-produto) sob presença de catalisador alcalino (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio).
- *Separação das Fases*: tem o objetivo de separar a fração éster (biodiesel) da mistura que contém glicerol, álcool, monoglicerídeos, diglicerídeos, triglicerídeos, água, catalisador e outras impurezas.
- *Recuperação de Álcool*: O álcool que entra em excesso na reação é recuperado por evaporação, seguido de desidratação quando este se encontra misturado à água.
- *Purificação do Biodiesel*: esta etapa finaliza o processo e se faz necessária para a retirada de impurezas ainda presentes por meio de lavagem, de centrifugação e de desumidificação a vácuo.
- *Tratamento do glicerol*: O glicerol formado no processo pode ser destilado a vácuo, caso se queira tornar o produto mais límpido, aumentando seu valor de mercado.

As usinas piloto do Rio de Janeiro são desenvolvidas para testar as diversas matérias-primas disponíveis (virgens ou residuais) e buscar os melhores processos e rotas para cada uma delas.

A seguir serão descritas as principais características das usinas comerciais e pilotos de biodiesel do estado do Rio de Janeiro.

5.3.1 Usinas Autorizadas para Produção

a) CESBRA

Razão Social: CESBRA QUÍMICA

Endereço:	Av. Paulo Erlei Alves Abrantes, 2500 – Três Poços – Volta Redonda (RJ).
Site:	http://www.cesbra.com.br
Situação:	Construída e sem produção. Autorizada pela ANP.
Tipo da Usina:	Comercial.
Processo:	Transesterificação catálise homogênea alcalina.
Rota:	Metílica.
Capacidade de Produção:	9 milhões de litros por / ano.
Capacidade de Armazenagem:	400 mil litros.

A usina foi projetada especificamente para a produção de biodiesel em batelada com o objetivo de atender a demanda do PNPB. Essa usina já está construída e recebeu autorização da ANP em 09 de abril de 2008. Até o final de 2008 não havia produzido o biodiesel para comercialização e têm previsão de utilizar soja, mamona e gordura animal, adquiridos no mercado, como principais insumos. Não consta produção própria de oleaginosas para utilização como matéria-prima.

5.3.2 Usinas Ainda não Autorizadas para Produção:

b) HIDROVEG

Razão Social:	HIDROVEG – INDÚSTRIAS QUÍMICAS LTDA
Endereço:	Estrada João Paulo II, 410 – Honório Gurgel – Rio de Janeiro (RJ).
Site:	http://www.hidroveg.com.br
Situação:	Em construção (adaptação) e sem produção.
Tipo da Usina:	Comercial.
Processo:	Transesterificação catálise homogênea alcalina.
Rota:	Metílica.
Capacidade de Produção:	75 milhões de litros / ano.

A HIDROVEG encontra-se estabelecida no mercado com produtos que atendem a outro segmento, que não o de biocombustíveis. A empresa está adaptando parte de seu parque industrial para a produção de biodiesel em batelada, a fim de atender a demanda do

PNPB. Utiliza como insumo em sua produção, matérias graxas residuais (óleos vegetais e ácidos graxos) adquiridas no mercado e pretende, inicialmente, utilizar também esses insumos para a produção de biodiesel. Até o final de 2008 não havia não produzido biodiesel para comercialização e não consta produção própria de oleaginosas para utilização como matéria-prima.

c) MANGUINHOS

Razão Social:	REFINARIA DE PETRÓLEO MANGUINHOS S.A.
Endereço:	Av. Brasil, 3141 – Caju – Rio de Janeiro (RJ).
Situação:	Construída (adaptada) e sem produção.
Tipo da Usina:	Comercial.
Processo:	Transesterificação catálise homogênea alcalina.
Rota:	Metélica.
Capacidade de Produção:	48 milhões de litros / ano.

Empresa que atuava no segmento de refino de petróleo, distribuição de combustíveis e de insumos para o setor petroquímico, teve que encerrar suas atividades de refino em meados de 2004 levando a queda de receita. Diante das perdas, a refinaria decidiu ingressar na produção de biodiesel em batelada, para atender a demanda do PNPB, adaptando reatores, tanques, dutos e outros equipamentos de sua unidade de refino.

Inicialmente, fez parceria com a Empresa Ponti de Ferro Participações Indústria e Comércio de Biodiesel Ltda, que entraria com sebo bovino como matéria-prima para iniciar a produção. Tal parceria, inclusive, chegou a receber a autorização da ANP para produção e comercialização em nome da Ponti de Ferro. A parceria foi desfeita – a Ponti de Ferro não iniciou a produção de biodiesel em Manguinhos – e a autorização da ANP foi cancelada.

Atualmente, Manguinhos planeja iniciar a produção de biodiesel em batelada, com fins comerciais, utilizando prioritariamente soja e girassol, adquiridos no mercado, como insumos principais. A Empresa também cogita a possibilidade de complementar seus insumos com sebo bovino, negociado no mercado, e óleo residual de fritura coletado no Programa de Reciclagem de Óleos Vegetais (PROVE) que vem sendo realizado com apoio da Secretaria de Ambiente do Estado do Rio de Janeiro. Até o final de 2008 não

havia produzido biodiesel para comercialização e não consta produção própria de oleaginosas para utilização como matéria-prima.

d) ECO-BIO

Razão Social:	ECO-BIO REFINO DE ÓLEOS LTDA
Endereço:	Rodovia Presidente Dutra, km 298 Pólo Industrial s/nº – Lote 5 E – 2º Distrito – Resende (RJ).
Situação:	Construída e sem produção.
Tipo da Usina:	Comercial.
Processo:	Transesterificação catálise homogênea alcalina.
Rota:	Metélica.
Capacidade de Produção:	9 milhões de litros / ano.
Capacidade de Armazenagem:	400 mil litros.

A usina foi projetada especificamente para a produção de biodiesel em batelada, com o objetivo de atender a demanda do PNPB. Esta já está construída, mas até o final de 2008 não havia produzido biodiesel para a comercialização. Inicialmente, tem previsão de adquirir no mercado as matérias-primas necessárias, ainda não definidas, para começar a produção. Há estudos nas regiões do entorno da indústria para realizar o plantio de oleaginosas, principalmente pinhão manso e girassol, que serão utilizadas na produção.

5.3.3 USINAS PILOTO

a) COPPE

Razão Social:	INSTITUTO VIRTUAL INTERNACIONAL DE MUDANÇAS GLOBAIS (IVIG) – COPPE / UFRJ
Endereço:	Prédio anexo ao Centro de Tecnologia – Rua Pedro Calmon s/nº – Cidade Universitária – Ilha do Fundão – Rio de Janeiro (RJ).
Site:	http://www.ivig.coppe.ufrj.br
Situação:	Construída e em produção.
Tipo da Usina:	Piloto / Pesquisa.
Processo:	Transesterificação catálise homogênea alcalina e catálise homogênea ácida; esterificação.
Rota:	Etílica / Metílica
Capacidade de Produção:	3000 litros / dia.
Capacidade	de 6000 mil litros.
Armazenagem:	

O laboratório de produção e de testes de biodiesel da COPPE é formado por 02 usinas piloto composta de reatores, vasos de decantação e lavagem, destiladores e condensadores capazes de processar diversos tipos de matérias graxas, residuais ou virgens, para obtenção de biodiesel por batelada. Ambas as usinas estão preparadas para as reações de esterificação e transesterificação via catálise homogênea utilizando álcool metílico ou etílico. A Figura 5.1 mostra o fluxograma básico da produção de biodiesel nas usinas da COPPE, com variação da etapa de purificação do biodiesel (lavagem ou decantação), conforme o processo ou a matéria-prima utilizada.

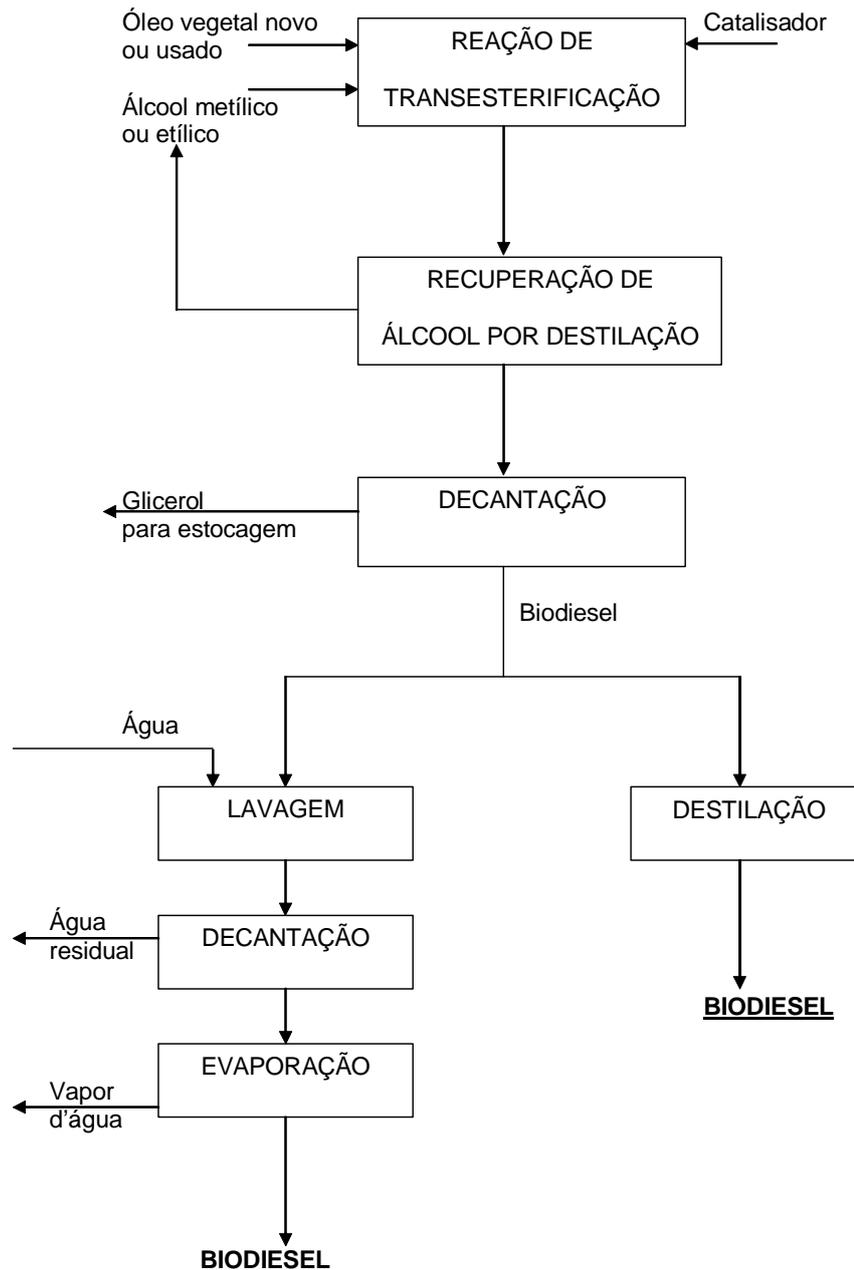


Figura 5.1: Fluxograma do processo de produção de biodiesel na COPPE

A primeira usina piloto opera desde junho de 2003 e foi montada a partir de equipamentos usados com capacidade para produzir 1000 litros por dia (Figura 5.2). A segunda usina opera desde março de 2007 e tem capacidade para 2000 litros por dia (Figura 5.3). Dentre as matérias-primas já utilizadas nas usinas piloto, pode-se destacar o óleo de soja refinado, o óleo de soja degomado, o óleo de soja bruto, o óleo residual de fritura, o óleo de mamona, o óleo de palma, o óleo de girassol, o sebo bovino, a espuma de esgoto e outras.



Figura 5.2: Primeira Usina Piloto da COPPE



Figura 5.3: Segunda Usina Piloto da COPPE

As usinas piloto da COPPE têm o objetivo de produzir o biodiesel para testes laboratoriais e testes em motores do ciclo diesel (frota própria e outras) utilizando diversas proporções de mistura do biodiesel com o óleo diesel. Os testes visam à identificação das matérias-primas disponíveis e suas melhores rotas para transformação

em biodiesel, levando em consideração aspectos técnicos, econômicos e logísticos, além do acompanhamento de desempenho, rendimento e desgaste dos motores testados. Os resultados dos testes realizados na COPPE dão suporte ao PNPB tanto na seleção das matérias-primas quanto nas misturas utilizadas. Os principais projetos realizados no Rio de Janeiro que testaram o desempenho do biodiesel, produzido nas usinas da COPPE, em misturas com o óleo diesel foram:

- Caminhões Comlurb – Foram testados 6 caminhões no município do Rio de Janeiro durante cerca de 2 anos, sendo que 2 utilizavam 5% de biodiesel de óleo de fritura misturados ao óleo diesel (B5), 2 utilizavam 5% de biodiesel de óleo de soja refinado misturados ao óleo diesel (B5) e os outros 02 utilizavam óleo diesel convencional. Os caminhões foram acompanhados, nesse período, observando-se o desempenho, o rendimento energético e o desgaste dos motores. Ao se comparar os resultados não se percebeu nenhuma alteração entre os caminhões que utilizavam B5 e os que utilizavam o óleo diesel.
- Ônibus da Viação Real – Foi testado 01 ônibus de passageiros (transporte público) no município do Rio de Janeiro utilizando 5% de biodiesel de óleo de soja refinado misturados ao óleo diesel (B5), durante 01 ano. Este veículo percorreu aproximadamente 100.000 km sem quaisquer alterações quanto ao desempenho, ao rendimento, à manutenção e ao desgaste, quando comparado com os demais ônibus da frota da Viação Real que utilizavam apenas o óleo diesel convencional.
- Caminhões Engemix – Estão sendo testados, desde dezembro de 2007, 03 caminhões utilizando 5% de biodiesel de óleo de mamona misturados ao óleo diesel (B5), sem a ocorrência, até o momento, de qualquer anormalidade no funcionamento dos mesmos.

b) PESAGRO

Razão Social:	PESAGRO – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Endereço:	Av. Francisco Lamago, 134 – Guarús – Campos dos Goytacazes (RJ).
Site:	http://www.pesagro.rj.gov.br
Situação:	Construída e em produção.
Tipo da Usina:	Piloto / Pesquisa
Processo:	Transesterificação catálise homogênea alcalina.
Rota:	Etílica / Metílica
Capacidade de Produção:	300 litros / dia.
Capacidade	de 2000 mil litros.
Armazenagem:	

Essa usina piloto está localizada na Fazenda Angra, de propriedade da Pesagro, onde se realizam experimentos com oleaginosas (soja, girassol, mamona, pinhão manso e nabo forrageiro) que servem como matéria-prima para alimentação da usina. Além do óleo vegetal extraído dos plantios experimentais, óleos vegetais residuais de fritura, coletados no município de Campos dos Goytacazes, com o apoio da Prefeitura Municipal, também abastecem a unidade.

Montada em 2007, a usina piloto é composta por um recipiente (Figura 5.4) onde o óleo é processado em batelada e transformado em biodiesel por meio da reação de transesterificação. Para efeito de pesquisas, a usina permite catálise homogênea alcalina ou ácida e rota metílica ou etílica. A produção teve início em março de 2008, utilizando como insumo o óleo de fritura residual, para o uso próprio da Pesagro (ônibus e tratores) e para o abastecimento de parte da frota da Prefeitura Municipal de Campos. Até o final de 2008, a utilização do biodiesel produzido foi de caráter experimental, pois o volume de óleo residual coletado ainda é baixo e os experimentos com oleaginosas estão na fase inicial. Já está prevista a ampliação da usina piloto, visando ao atendimento do aumento da oferta de matéria-prima, seja ela na coleta de óleo residual

em Campos ou na extração de óleos a partir dos plantios experimentais na fazenda da Pesagro.



Figura 5.4: Usina Piloto de Transesterificação da Pesagro.

c) INT

Razão Social:	INT – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA
Endereço:	Av. Venezuela, 82 – Centro – Rio de Janeiro (RJ).
Site:	http://www.int.gov.br
Situação:	Construída e em produção.
Tipo da Usina:	Piloto / Pesquisa
Processo:	Transesterificação catálise homogênea alcalina.
Rota:	Metílica / Etílica
Capacidade de Produção:	70 litros / dia.
Capacidade de Armazenagem:	200 litros.

A usina piloto do INT (Figura 5.5), montada originalmente para a pesquisa de diversas reações e processos, sofreu pequenas adaptações para processar óleos vegetais e gorduras animais para a obtenção de biodiesel em batelada via transesterificação por catálise homogênea alcalina. A usina tem como objetivo a produção de biodiesel para testes, principalmente testes laboratoriais e testes de armazenagem e de estabilidade de

biodiesel proveniente de diversas matérias-primas. Como as matérias-primas apresentam composições graxas diferentes entre si, o biodiesel produzido por estas também apresenta diferenças estruturais percebidas durante o processamento e também nas condições de estocagem e de estabilidade.

O processo de produção de biodiesel no INT teve início em janeiro de 2008 com os primeiros testes de operação e de adequação da usina. A usina é composta por reatores, destiladores, vasos para decantação e outros equipamentos capazes de realizar todas as etapas envolvidas no processo. Pode-se destacar como matérias-primas principais: o óleo de soja refinada, o óleo de soja degomada, o óleo de soja bruto, o óleo de palma, o óleo de mamona, o óleo de girassol, entre outras.



Figura 5.5: Usina Piloto de Transesterificação do INT.

5.4. Considerações Finais

O estado do Rio de Janeiro dispõe atualmente de quatro (CESBRA, HIDROVEG, MANGUINHOS e ECO-BIO) potenciais instalações para plantas de produção de biodiesel em escala industrial. Entende-se que essas instalações poderiam participar da cadeia logística e de comercialização do biodiesel como produtores (Figura 3.1).

Adicionalmente, o estado dispõe de usinas piloto (COPPE, PESAGRO e INT) capazes de aprimorar o desenvolvimento de tecnologias para a produção desse biocombustível.

6. CADEIA LOGÍSTICA E DE COMERCIALIZAÇÃO

6.1. Considerações Iniciais

Como desdobramento do conceito de cadeia de suprimento, este item considera os insumos necessários para a produção de biodiesel adicionais aos óleos vegetais cultiváveis, já apresentados no item 4. Além disso, apresentam-se as possíveis configurações das cadeias logísticas do biodiesel e destaca-se aquela que mais se adequaria ao caso do Rio de Janeiro.

6.2. Identificação dos demais insumos necessários à produção do biodiesel – álcool e catalisador

Além do óleo de origem vegetal ou animal, também são necessários outros produtos químicos que possibilitem a reação de obtenção do éster que dará origem ao biodiesel. Dentre esses insumos destacam-se o álcool e o catalisador a serem utilizados no processo de fabricação.

Neste item serão abordados os principais insumos a serem utilizados no programa RioBiodiesel pelas empresas produtoras de biodiesel, devido a sua disponibilidade e facilidade de obtenção.

Ressalta-se que ambos os insumos possuem unidades de produção no Estado do Rio de Janeiro, o que facilita o suprimento destes por parte das empresas que futuramente poderão se instalar no Estado.

6.2.1. Álcool

Além do óleo necessário à produção do biodiesel, tem-se a necessidade do álcool para que o processo químico de conversão seja possível.

Em princípio, dois alcoóis são utilizados nesse processo, o metanol e o etanol anidro. Há uma grande tendência para que seja utilizado o metanol em maior escala, devido a seu preço que historicamente é menor do que o preço do etanol anidro.

a) Metanol

O metanol é uma commodity¹ cujo preço atual acompanha o preço do gás metano, que possui abundante produção. Uma das formas de se aproveitar esse gás é por meio da produção de metanol. Seu preço atual no mercado é de cerca de US\$ 250/tonelada e de US\$ 330/tonelada no mercado contratado (valores FOB² Estados Unidos e CIF³ no porto Brasileiro, devendo-se incluir o frete e as taxas de internacionalização de cerca de 10% do preço, já que não existe alíquota de importação).

Além das vantagens relacionadas ao preço, o metanol possui menor teor de água do que o etanol anidro, o que aumenta o rendimento do processo produtivo. No metanol, o teor de água é de cerca de 20 ppm, enquanto que no etanol anidro é de 3.000 ppm (Prosint, 2008).

Atualmente no Brasil duas empresas produzem metanol suficiente para atender a 50% da demanda nacional por esse produto que é de 700.000 t/ano, sendo o restante importado principalmente do Chile pelo Porto de Paranaguá (Paraná). Uma das empresas é a Prosint Química S.A. localizada no Rio de Janeiro (RJ) que produz atualmente 180.000 t/ano (considerando-se que a capacidade total instalada pode chegar a 212.000 t/ano). Há ainda uma previsão de ampliação para 260.000 t/ano em 2008. A outra empresa é a Copenor, localizada no Pólo Petroquímico de Camaçari na Bahia, que produz 83.000 t/ano (Prosint, 2007).

Neste sentido, devido à disponibilidade de uma das indústrias produtoras no Estado do Rio de Janeiro, o suprimento de metanol para a produção de biodiesel deverá gerar benefícios relacionados às menores distâncias entre a fabricação e o uso desse produto.

¹ Mercadorias primárias, em estado bruto ou com pequeno grau de industrialização, de qualidade quase uniforme, produzidos em grandes quantidades e por diferentes produtores. Possuem cotação e "negociabilidade" globais; portanto, as oscilações nas cotações dessas mercadorias têm impacto significativo nos fluxos financeiros mundiais, podendo causar perdas a agentes econômicos e até mesmo a países.

² FOB – free on board: trata-se de um método geográfico de formação do preço de um produto que considera o valor cobrado “sem” frete incluso, ou seja, é o preço do produto na fábrica, ficando a cargo do comprador as despesas e as demais responsabilidades de deslocamento do produto até as suas dependências (Ballou, 1993).

³ CIF – cost insurance and freight: trata-se de um método semelhante ao FOB, diferindo-se apenas pela inclusão do frete, seguros e demais despesas no preço final do produto. Nesse caso, a composição do preço final do produto considera todas as despesas e responsabilidades de entrega nas dependências do comprador, que ficarão sob a responsabilidade do fabricante (Ballou, 1993).

b) Etanol Anidro

Esse álcool também pode ser utilizado como insumo no processo de produção do biodiesel, assim como o metanol, ressaltando-se a existência de algumas vantagens e desvantagens, a saber:

Dentre as vantagens destaca-se que a indústria alcooleira no Brasil já está bastante consolidada, o que permite maiores garantias no fornecimento; permite a produção de biodiesel com maior lubrificidade e maior número de cetano; permite a produção de biodiesel onde esse insumo (álcool) também é renovável, o que não acontece com o metanol que geralmente é produzido a partir do gás natural; propicia maiores oportunidades de empregos no campo durante sua produção e não possui grau de toxidez tão elevado como o metanol.

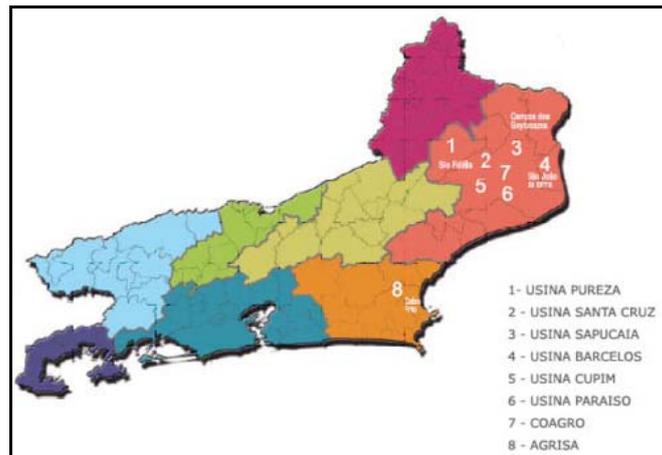
As desvantagens concentram-se nos seguintes pontos: os ésteres etílicos possuem maior afinidade com a glicerina dificultando a sua separação; o processo de desidratação requer maiores gastos com energia e equipamentos; em média os gastos com equipamentos utilizados em usinas de biodiesel por rota etílica são mais caros do que por rota metílica; dentre outras.

Acerca da produção vale destacar que no ano de 2006 o Brasil produziu cerca de 7,9 milhões de m³ (BEN, 2007).

Segundo o Sindaaf (2008), no Estado do Rio de Janeiro, a produção de etanol se concentra em 8 usinas na região norte do estado, sendo que a Usina de Sapucaia produz praticamente todo o etanol anidro (99,3%). A mesma está localizada às margens da BR 356 no Km 16 no município de Campos dos Goytacazes e obteve durante a safra 2007/2008 uma produção de 26.954 m³.

A cotação do álcool anidro, segundo o CEPEA (2008), é de R\$ 0,80/litro (FOB) em São Paulo.

A Figura 6.1 permite a visualização das usinas de produção de etanol no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Sindaaf

Figura 6.1: Usinas de Etanol do RJ.

A produção de biodiesel para o Programa RioBiodiesel deverá se beneficiar da disponibilidade do álcool etílico anidro como alternativa (este possui disponibilidade no Estado), além do metanol.

6.2.2. Catalisador

A principal função do catalisador no processo industrial de produção do biodiesel é acelerar a reação que originará o éster. A produção de biodiesel no Brasil está direcionada a utilizar a catálise básica por questões de facilidade de obtenção e maior rendimento. Dentre os insumos a serem utilizados no processo básico destacam-se o hidróxido de potássio (KOH) e o hidróxido de sódio (NaOH).

Atualmente, por questões de disponibilidade no mercado, de rendimento operacional e de preço, o catalisador mais utilizado é o hidróxido de potássio, cuja denominação comercial é potassa cáustico. Esse insumo é produzido por uma empresa denominada Pan-Americana com sede no Rio de Janeiro – RJ. Essa empresa possui um excedente mensal de 1.000 toneladas (com previsão de ampliação para 2.000 toneladas em 2010) para atender à demanda de biodiesel. Pode-se ressaltar que esse excedente será mais do que suficiente para atender à expectativa de demanda do B2, se considerada a necessidade de 1% de potassa na produção de biodiesel (Panamericana, 2008).

Em números, o B2 necessitaria de aproximadamente 740.000 t/ano de biodiesel, sendo necessárias 7.400 toneladas de potassa, o que é bem menor do que o excedente da empresa (12.000 toneladas/ano). Para o B5 seriam necessárias 2.200.000 t/ano de

biodiesel e 22.000 toneladas de potassa, também menores do que o excedente previsto após a ampliação (24.000 t/ano).

Assim, para a demanda a ser estimulada pelo Programa RioBiodiesel do Governo do Estado do Rio de Janeiro, o suprimento de potassa cáustica para a produção de biodiesel será suficiente para atender à demanda por esse produto, mesmo que todas as empresas produtoras a serem instaladas no Estado optem por utilizar esse catalisador.

6.3. Cadeia Logística e de Comercialização

Dentre os pontos importantes a serem considerados na produção e na distribuição de biodiesel está cadeia logística e de comercialização de produtos e de insumos. Esse quesito merece considerável atenção por se tratar de um componente vital em qualquer processo produtivo, seja pela aquisição dos insumos (suprimento) ou pelo escoamento dos produtos finais (distribuição e comercialização).

Neste tópico, serão abordadas as considerações pertinentes ao tipo de cadeia de produção e à malha para a movimentação dos insumos e dos produtos finais no Estado do Rio de Janeiro.

6.3.1. Cadeia de Produção de Biodiesel

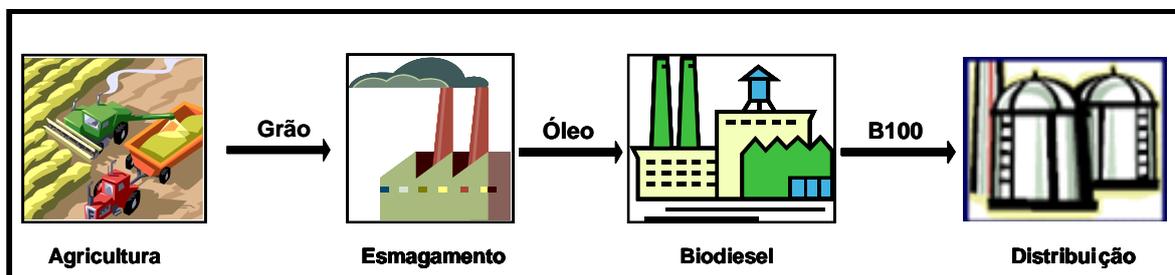
Uma das questões primordiais para a produção do biodiesel incide no tipo de cadeia a ser utilizada no processo, uma vez que esse fato está diretamente relacionado com as facilidades de transporte e de custos relacionados a todo o processo.

Dentre as cadeias consideradas no estudo, tem-se segundo o IBP (2007):

Cadeia 1: Neste caso, todos os insumos deverão ser transportados e armazenados entre as diversas unidades consideradas. Esse modelo tende a ser mais oneroso, pois se gasta muito com o sistema de transportes, de armazenagem e de controle de suprimento. Além disso, esses custos são diretamente proporcionais às distâncias entre as unidades.

O transporte será necessário para o deslocamento dos grãos da área de plantio até a unidade de esmagamento. Após a etapa de extração, o óleo deverá ser movimentado até a usina produtora de biodiesel. Este, por sua vez, deve ser transportado para consumo até as bases distribuidoras, onde será misturado ao óleo diesel na proporção pré-estabelecida. Ressalta-se que caso os pontos finais de abastecimento de veículos (postos ou terminais) sejam numerosos e distantes, os custos dessa distribuição incidirão sobre

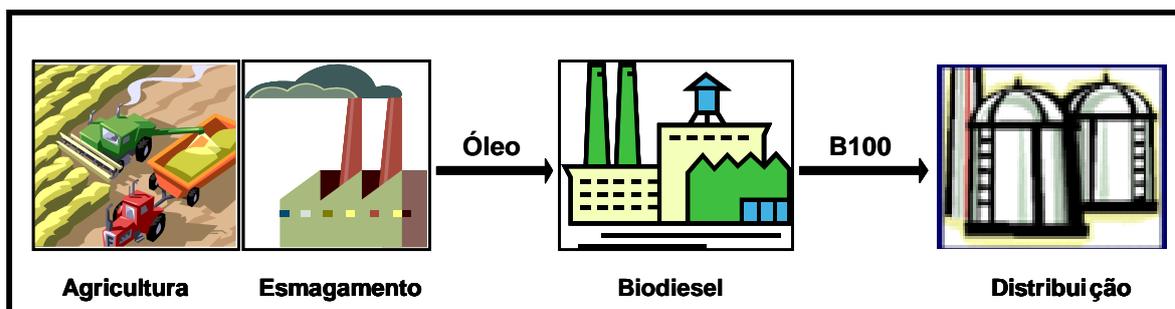
o preço final do biodiesel na bomba, aumentando ainda mais esses custos. A Figura 6.2 permite um melhor entendimento dessa cadeia.



Fonte: IBP, 2007.

Figura 6.2: Cadeia de Produção Tipo 1.

Cadeia 2: Nesta cadeia, é possível obter a redução de custos de transporte e de armazenagem no primeiro trecho entre o plantio e a unidade de esmagamento. Por estarem próximos, há a redução dos gastos com o deslocamento. Apesar dessa cadeia obter vantagens em relação à primeira, os demais custos permanecem vigentes e proporcionais às distâncias de transportes dos produtos. A Figura 6.3 permite um melhor entendimento dessa cadeia.

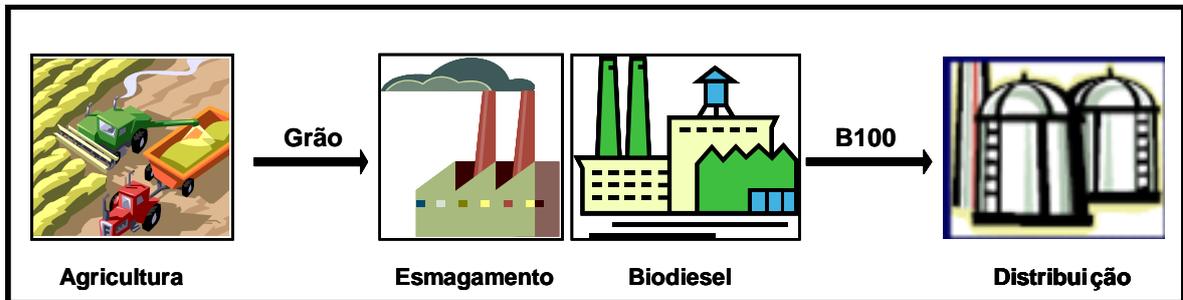


Fonte: IBP, 2007.

Figura 6.3: Cadeia de Produção Tipo 2.

Cadeia 3: Nesta cadeia, observa-se uma inversão em relação à cadeia 2, uma vez que as unidades de esmagamento e de produção de biodiesel serão localizadas para um mesmo ponto. Neste contexto, haverá uma economia no processo de transporte do óleo extraído na unidade de esmagamento. É possível salientar que essa cadeia torna-se menos onerosa do que a segunda, pelo fato de que o transporte do produto já beneficiado será

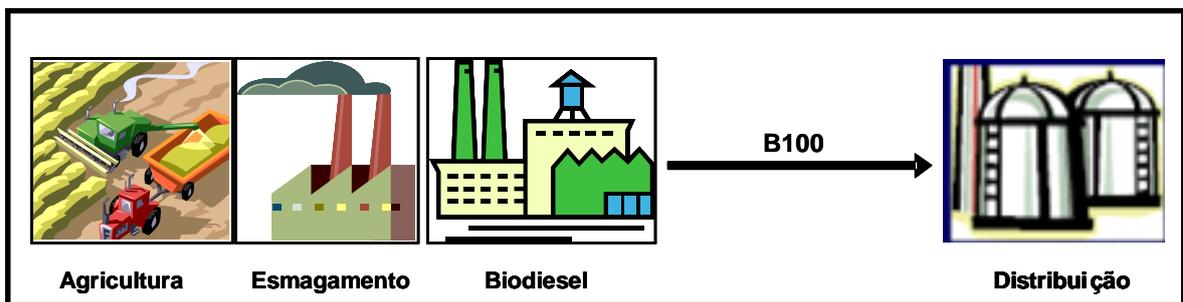
mais eficiente. Assim sendo, apenas o óleo extraído será transportado, o que reduz substancialmente a quantidade de carga quando comparada à quantidade de grãos para a obtenção da mesma quantidade de óleo. A Figura 6.4 permite um melhor entendimento dessa cadeia.



Fonte: IBP, 2007.

Figura 6.4: Cadeia de Produção Tipo 3.

Cadeia 4: Essa cadeia possibilita uma maior redução dos custos de transporte em relação às demais, e portanto tem sido a mais indicada para as usinas de produção de biodiesel. Observa-se que haverá redução de custos de movimentação de grãos e de óleo extraído, pois as três unidades estarão no mesmo local ou no mesmo raio de atuação, permanecendo apenas o transporte do produto final conforme pode ser observado na Figura 6.5.



Fonte: IBP, 2007.

Figura 6.5: Cadeia de Produção Tipo 4.

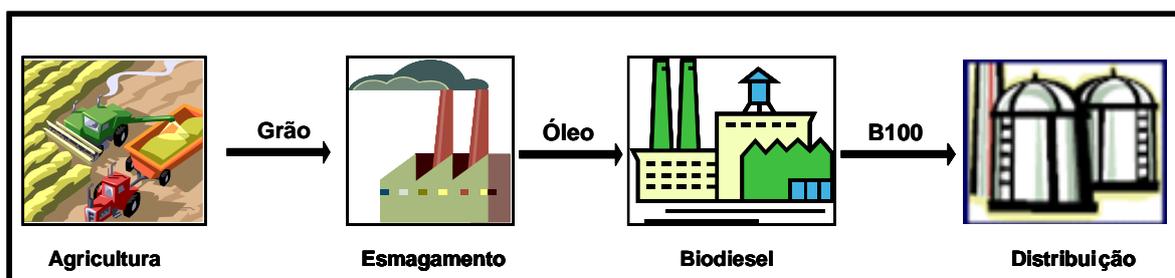
Observa-se que os custos de produção do biodiesel decrescem à medida que as cadeias passam do tipo 1 para o tipo 4. Entretanto, algumas considerações se fazem necessárias

quanto à escolha da cadeia devido às especificidades do empreendimento em questão. Dentre elas destaca-se:

- Como no Estado do Rio de Janeiro não existem unidades industriais de esmagamento de oleaginosas, propõem-se que a unidade esmagadora esteja próxima da propriedade rural;
- O óleo vegetal produzido seria transportado para uma das quatro potenciais usinas apresentadas no item 5 deste relatório;
- Posteriormente o biodiesel produzido deverá ser entregue à Refinaria de Petróleo de Duque de Caxias (REDUC) no Estado do Rio de Janeiro.

Neste sentido, devido ao reduzido número de fontes de suprimento de matéria-prima, às características técnicas de extração de cada oleaginosa, às facilidades envolvidas na escolha dos locais de implementação das usinas e às demais limitações características da região, optou-se por tomar como base para o estudo as diretrizes mencionadas para a cadeia de produção de biodiesel do tipo 1.

Assim sendo, o plantio, a obtenção do óleo e a produção do biodiesel deverão acontecer em locais diferentes, conforme apresentado na Figura 6.6.



Fonte: Adaptado de IBP, 2007.

Figura 6.6: Cadeia de Produção a ser Priorizada.

6.3.2. Malha de Movimentação do Produto

Para a movimentação do produto final, foram consideradas as principais rodovias do estado do Rio de Janeiro devido à localização das usinas de produção do biodiesel e da

REDUC. Neste estudo, foi considerado apenas a utilização do sistema rodoviário de transportes devido à sua disponibilidade e oferta imediata no estado do Rio de Janeiro.

Para efeito de comercialização do biodiesel, todo o volume produzido será transportado até a Refinaria de Duque de Caxias (REDUC) localizada às margens da Rodovia Washington Luis (km 113) no Município de Duque de Caxias (RJ), onde o mesmo será misturado ao óleo diesel em proporção estabelecida pelo Governo Federal e posteriormente comercializado junto às distribuidoras.

Neste contexto, tornou-se possível, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG), identificar visualmente as rotas a serem seguidas para o escoamento do produto por usina do Estado, conforme Figura 6.7.



Figura 6.7: Malha de Movimentação de Biodiesel – RJ.

É possível ressaltar que ambas as Usinas localizadas no município do Rio de Janeiro utilizarão para o escoamento de seu produto final a Avenida Brasil (trecho urbano da BR 101) e posteriormente a Rodovia Washington Luis (BR 040).

A usina ECOBIO no município de Resende utilizará para o transporte do biodiesel a rodovia BR 116 até o Rio de Janeiro num percurso de 146 km e, posteriormente, tomará a Rodovia Washington Luis até o destino final.

A CESBRA, localizada no município de Volta Redonda, transportará o biodiesel produzido em sua planta pela rodovia BR 393 até a BR 116. Essa última rodovia fará a ligação até o município do Rio de Janeiro e, posteriormente, a rodovia Washington Luis fornecerá o acesso ao destino final.

6.4. Estimativa de Custo de Produção

Para a identificação dos dados econômico-financeiros da produção e da distribuição de biodiesel no estado do Rio de Janeiro, tornou-se necessária a adoção de algumas premissas que permitissem o encadeamento do estudo. Dentre as quais se pode citar:

- A consideração da capacidade máxima de produção das 4 Usinas de Biodiesel capazes de operar em escala comercial, para a realização dos cálculos das demandas por insumos;
- Como as Usinas Piloto não produzem em escala comercial, mas sim para projetos de testes específicos, sua demanda não foi contabilizada por estar muito abaixo da demanda das plantas comerciais;
- Foram considerados os óleos vegetais extraídos de fontes cultiváveis, conforme apresentado no item 7 deste relatório;
- Os fatores relacionados à distribuição das áreas para plantio das oleaginosas foram adotados como critério de formação do preço final do biodiesel, conforme item 7 deste relatório.

Para a composição dos custos produtivos, foram considerados os valores médios em termos percentuais, pois há uma grande semelhança entre as unidades de fabricação de biodiesel. Os componentes principais que fazem parte da produção em escala industrial, bem como seus percentuais com base em pesquisa do IBP (2009) são:

- Matéria-Prima: compreende óleos, alcoóis, catalisadores, aditivos e água de processo. Essas matérias-primas representam cerca de 72%, no caso do girassol, e 82%, no caso da mamona, dos custos finais do biodiesel;
- Impostos: composto por todos os impostos das esferas do governo federal, estadual e municipal. Contribui com uma parcela de 17% (girassol) ou 10% (mamona) dos custos finais do biodiesel;

- Logística: composta pela malha de suprimento e de distribuição e pela armazenagem do produto final e dos insumos. Sua participação percentual varia em função da complexidade da malha e pode representar de 2,5% a 7,0%. Como no estado do Rio de Janeiro assumiu-se que haverá uma produção de oleaginosas e os demais insumos já são produzidos no Estado, a participação desta componente de custos será de cerca de 3% do valor final do produto.
- Produção (transformação e mão-de-obra): o processo industrial de obtenção do biodiesel não se apresenta como uma atividade intensiva em energia, como a indústria do petróleo. Assim como no processo de transformação, que demanda pouca energia, a necessidade de mão-de-obra para a produção de biodiesel também é baixa, o que pode ser explicado pela automatização de grande parte dos processos industriais. Assim sendo, os custos relacionados aos salários da equipe de trabalho de uma usina de biodiesel e os custos de transformação representam cerca de 5% (mamona) e 8% (girassol) dos custos finais do produto.

Neste contexto, partindo de um custo por litro de óleo vegetal, pode-se chegar à composição final do custo de produção de biodiesel no Estado do Rio de Janeiro.

A reação de transesterificação por rota metálica e catálise básica necessita, por litro de biodiesel produzido, de aproximadamente 83% de óleo (vegetal), 16% de metanol e 1% de catalisador. Depois de realizada a reação, obtém-se cerca de 83% de ésteres metílicos (que ainda necessitam ser purificados para se transformarem em biodiesel de uso comercial normatizado), 10% de glicerol e cerca de 6% de metanol recuperado, que poderá ser re-utilizado em outra batelada.

Considerando esses valores percentuais, pode-se calcular a quantidade de insumos necessários ao processo de produção de biodiesel das usinas, conforme Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Necessidade de Insumos (1).

Item	USINA			
	CESBRA	ECO-BIO	MANGUINHOS	HIDROVEG
Produção máxima anual	9000000	9000000	48000000	75000000
Óleo vegetal	7438017	7438017	39669421	61983431
Metanol	887603	887603	4733844	7396694
KOH	74380	74380	396624	619835
Aditivos	45000	45000	0	0

Nota: Aditivos estabilizadores só considerados para o óleo de girassol.

6.4.3. Formação do Preço do Biodiesel

Para a formação do custo final de produção do biodiesel foram considerados os valores médios de mercado dos insumos e demais atributos necessários. Em função desses valores e das capacidades produtivas das usinas consideradas, foi possível calcular os custos finais por litro de biodiesel.

Os custos dos principais insumos para a produção do biodiesel foram calculados segundo as médias de valores de comercialização no Estado do Rio de Janeiro. Os custos por usina estão listados na Tabela 6.2.

Tabela 6.2: Custos com Insumos (R\$).

Item	USINA			
	CESBRA	ECO-BIO	MANGUINHOS	HIDROVEG
Óleo vegetal	R\$ 15.932.231,41	R\$ 15.932.231,41	R\$ 128.528.925,63	R\$ 200.826.316,67
Metanol	R\$ 1.322.528,93	R\$ 1.322.528,93	R\$ 7.053.487,60	R\$ 11.021.074,38
KOH	R\$ 120.495,87	R\$ 120.495,87	R\$ 642.644,63	R\$ 1.004.132,23
Aditivos	R\$ 900.000,00	R\$ 900.000,00	R\$ -	R\$ -
Totais	R\$ 18.275.256,21	R\$ 18.275.256,21	R\$ 136.225.057,86	R\$ 212.851.523,28

Preços: do óleo de mamona: R\$ 3,24/l; óleo de girassol: R\$ 2,14/l.

Com o cálculo do custo total dos insumos, apresentado na Tabela 6.2, para as quatro empresas comerciais de biodiesel, foi possível obter, por meio dos valores médios percentuais dos principais componentes (matéria-prima, impostos, logística e produção) que compõem o custo total do biodiesel, os valores finais anuais de produção (R\$) por usina do estado do Rio de Janeiro (Tabela 6.3).

A partir do custo total do biodiesel e da capacidade produtiva, foi possível obter o custo do biodiesel em reais por litro de cada usina localizada no Estado do Rio de Janeiro (Tabela 6.3).

Tabela 6.3: Composição dos Custos por Usina – Rio de Janeiro.

Item	USINA				Fração	
	CESBRA	ECO-BIO	MANGUINHOS	HIDROVEG	Mamona	Girassol
Matéria-prima	R\$ 18.275.256,21	R\$ 18.275.256,21	R\$ 136.225.057,86	R\$ 212.851.523,28	82%	72%
Impostos	R\$ 4.314.991,05	R\$ 4.314.991,05	R\$ 16.612.811,93	R\$ 25.957.502,84	10%	17%
Logística	R\$ 761.469,01	R\$ 761.469,01	R\$ 4.983.843,58	R\$ 7.787.250,85	3%	3%
Produção	R\$ 2.030.584,02	R\$ 2.030.584,02	R\$ 8.306.405,97	R\$ 12.978.751,42	5%	8%
Totais	R\$ 25.382.300,29	R\$ 25.382.300,29	R\$ 166.128.119,34	R\$ 259.575.028,39	100%	100%
Custo (R\$/l)	R\$ 2,82	R\$ 2,82	R\$ 3,46	R\$ 3,46		

6.5. Considerações Finais

Considerando as possibilidades de composição das cadeias logísticas e de comercialização do biodiesel e as particularidades do estado do Rio de Janeiro, foi possível propor uma composição de cadeia logística de biodiesel a ser praticada a partir do aproveitamento de fontes de matéria-prima oleaginosa cultivável.

Conforme o item 3 deste relatório, essa matéria-prima oleaginosa tem sua produção restrita ao norte do estado e à região do Vale do Paraíba.

Adicionalmente, com a consideração dos demais insumos produtivos (metanol, catalisadores e aditivos) e dos aspectos da logística e da produção industrial, foi possível estimar o preço médio de comercialização do produto, conforme Tabela 6.3.

Um melhor detalhamento dos aspectos da cadeia logística serão apresentados no item 7, que estabelece a base de dados georeferenciados.

7. MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

7.1. Considerações Iniciais

O mapeamento em bases de dados, formulada por meio de entidades geográficas referenciadas, permite traduzir as imagens temáticas associadas à teoria dos grafos. Essas imagens serão utilizadas em processos baseados em sistema de redes para a identificação das regiões de plantio e de produção de biodiesel no Estado do Rio de Janeiro, das unidades produtoras e da rede rodoviária utilizada para o transporte desse produto.

Partindo da premissa que o estado do Rio de Janeiro é a maior divisão territorial, destaca-se que a rede rodoviária federal e estadual foi codificada em termos dos atributos e dos registros dos nós e dos arcos descritos no Plano Nacional de Viação (PNV, 2007).

Essa rede liga os recortes geográficos municipais (seus centróides, representados por nós) aos entroncamentos rodoviários por meios de conectores. Os atributos dos arcos que representam os segmentos rodoviários promovem a análise para a identificação de rotas entre pares de origem e de destino e a aplicação de algoritmos de otimização (caminhos de menores custos) em redes, pelos uso de ferramentas computacionais apropriadas.

Assim sendo, considera-se as áreas dos municípios georeferenciados como zoneamento de tráfego e as suas sedes como centróides (nós) ligados à rede rodoviária.

Essa base elaborada e adaptada para o *software* TransCAD permite a execução de simulações de transportes para as futuras análises do projeto.

Para que a base de dados citada fosse consistente, foram utilizadas as informações do “Programa Riobiodiesel”, coordenado pela Secretaria de Ciências, Inovação e Tecnologia iniciado em 2003/2004, onde foram realizadas ações para o desenvolvimento do Módulo Rural do Programa no Estado do Rio de Janeiro, conforme apresentado no relatório “IDENTIFICAÇÃO DAS REGIÕES DE PLANTIO DE FONTES DE OLEAGINOSAS, DESTACANDO-SE SUAS APTIDÕES, FORMA DE

MANEJO, VOCAÇÃO DE TRABALHO (TIPO DE MÃO-DE-OBRA) E PRODUTIVIDADE”.

Além dessa referência, foram utilizados os relatórios intitulados como: “ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA-ECONÔMICA E DE LOGÍSTICA DO PROGRAMA RIOBIODIESEL” e “USINAS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO”, que constam da referência bibliográfica e formam a base principal de informações.

Neste contexto, esse trabalho detalha a forma operacional do uso das informações do “Programa Riobiodiesel”, em uma base de informações definidas por entidades geográficas que integra os principais temas do projeto e permite a manipulação dessas informações podendo gerar mapas, entre outros usos.

Assim sendo, o objetivo principal deste item é o mapeamento das informações resultantes do “Programa Riobiodiesel” em uma base de dados georeferenciada. Neste sentido, é possível tratar as informações por meio dessa base com a utilização de ferramentas computacionais.

7.2. Descrição dos dados

O objetivo deste trabalho é mapear a cadeia de produção do Biodiesel a partir de plantas oleaginosas no estado do Rio de Janeiro. Essa base de dados é composta por:

- Municípios (área e centróides);
- Setores censitários rurais;
- Unidades e bases de produção georeferenciadas;
- Base viária.

Quanto à ferramenta computacional, optou-se pela utilização do TransCAD para a modelagem e para o tratamento dos dados. Segundo a Caliper (2007), o TransCAD é uma ferramenta SIG-T (Sistemas de Informações Geográficas para Transporte) projetada especificamente para planejar, gerenciar e realizar a operação e a análise das características dos sistemas de transporte e as aplicações logísticas. O TransCAD pode ser considerado um dos SIG-T mais utilizados, pois possui um grande número de

recursos, como um gerenciador de banco de dados espacial que armazena os dados utilizando uma estrutura topológica. Essa estrutura define a localização e as relações espaciais entre pontos, linhas, áreas e entidades geográficas definidas como *layers* ou camadas, fornecendo assim ferramentas para agregação de dados geográficos, tornando simples a integração dos dados de diferentes escalas.

No TransCAD, é possível a criação de mapas por meio dos dados obtidos de arquivos geográficos, de extensão *.dbf ou *.cdf. Cada arquivo geográfico contém determinada informação e é mostrado no TransCAD como uma camada (layer). Sendo assim, um mapa no TransCAD é constituído de uma ou mais camadas. Estas podem ser: do tipo área, que representam, por exemplo, municípios, estados ou países; do tipo linha, como rodovias e ferrovias; ou do tipo ponto, como cidades ou unidades de produção. Para cada camada são vinculadas informações por meio de campos de uma tabela, como mostra a Figura 7.1.

A integração entre essas camadas é feita pelo método da sobreposição. Ao se criar uma camada de rodovias, por exemplo, o TransCAD gera uma camada de pontos intermediária que é a ligação entre as duas ou mais rodovia. A partir dessa camada, é possível gerar a rede viária que permite construir caminhos mínimos entre os pontos do mapa.

O TransCAD pode resolver problemas de programação de rotas e transportes, de fluxo de cargas, de controle de tráfego e de controle de demandas. Essa ferramenta ainda possui a capacidade de gerenciar e de analisar redes de metrô, ferrovias, rodovias, aerovias, submarinas, multimodais e transporte público em geral. Segundo a Caliper (2007), o TransCAD é a única ferramenta computacional classificada como uma ferramenta SIG que contém ferramentas de planejamento, modelagem de transportes e aplicações de logística.

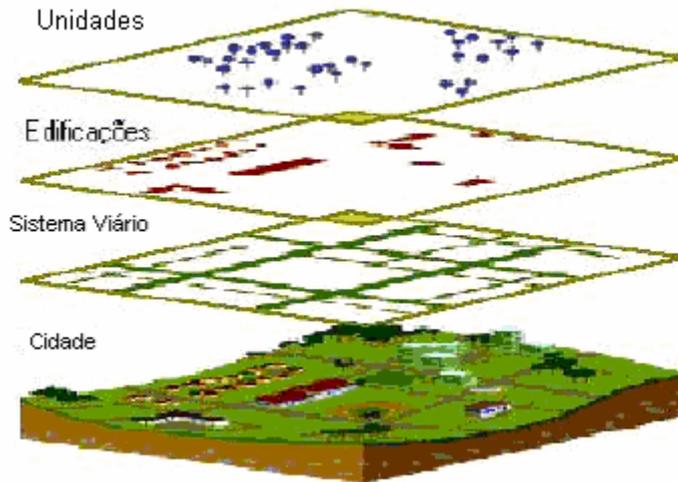


Figura 7.1: Dados geográficos em camadas, Adaptado de Raia Jr (2000).

O TransCAD armazena dados espaciais em um formato topológico eficiente que reduz as exigências de armazenamento e aumenta a integridade dos dados. A montagem de um mapa topológico assegura a conectividade de redes de transporte e fornece um método extremamente eficiente para a edição e o desenvolvimento geográficos interativos da rede. O TransCAD oferece também, o formato de dados geográfico de leitura, apenas para garantir o acesso rápido às bases de dados geográficas grandes. Este formato é ideal para a publicação de séries de dados geográficos.

Segundo a Caliper (2007), o TransCAD possui rotinas que calculam o caminho mínimo. Como variáveis que podem ser minimizadas, têm-se a distância, o tempo, o custo, a demanda e outras. As rotinas auxiliam na solução dos problemas de transportes mais complexos permitindo a criação de matriz de distância, de modelo de fluxos de região para região, de minimização de custos de distribuição e de esperas em terminais.

A cadeia de produção do Biodiesel a partir de óleos vegetais é composta por Áreas Produtoras, Unidades Esmagadoras, Unidades de Produção e Base de Distribuição. A Figura 7.2 apresenta um esquema dessa cadeia e seus fluxos.

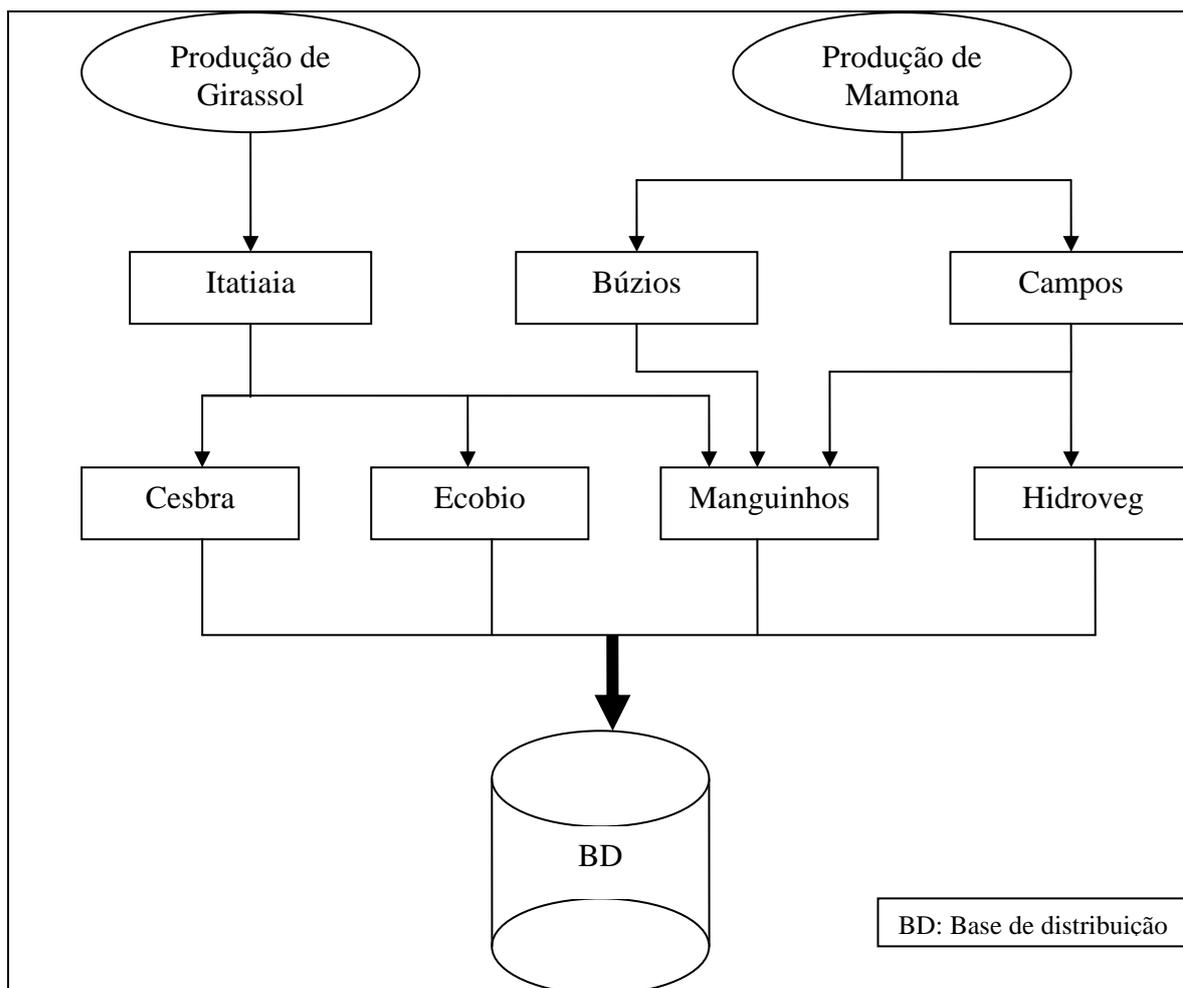


Figura 7.2: Fluxograma da Cadeia do Biodiesel.

A produção do Biodiesel no estado do Rio de Janeiro a partir de plantas oleaginosas está baseada em dois tipos de plantas, que são produzidas em três pólos distintos. Nos municípios de Resende, Itatiaia, Quatis e Porto Real, localizados no Sul Fluminense, concentram-se a produção de biodiesel a partir da semente de girassol, identificada como Área de Produção 1. Nos municípios de Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, São Francisco do Itabapoana, Carapebus e Quissamã, localizados no Norte Fluminense e definidos como Área de Produção 2, e nos municípios de Cabo Frio e Búzios, localizados na região da baixada Litorânea e identificados como Área de Produção 3, está concentrada a produção de mamona, conforme Figura 7.3. Essas áreas foram mapeadas considerando as zonas rurais de cada município.

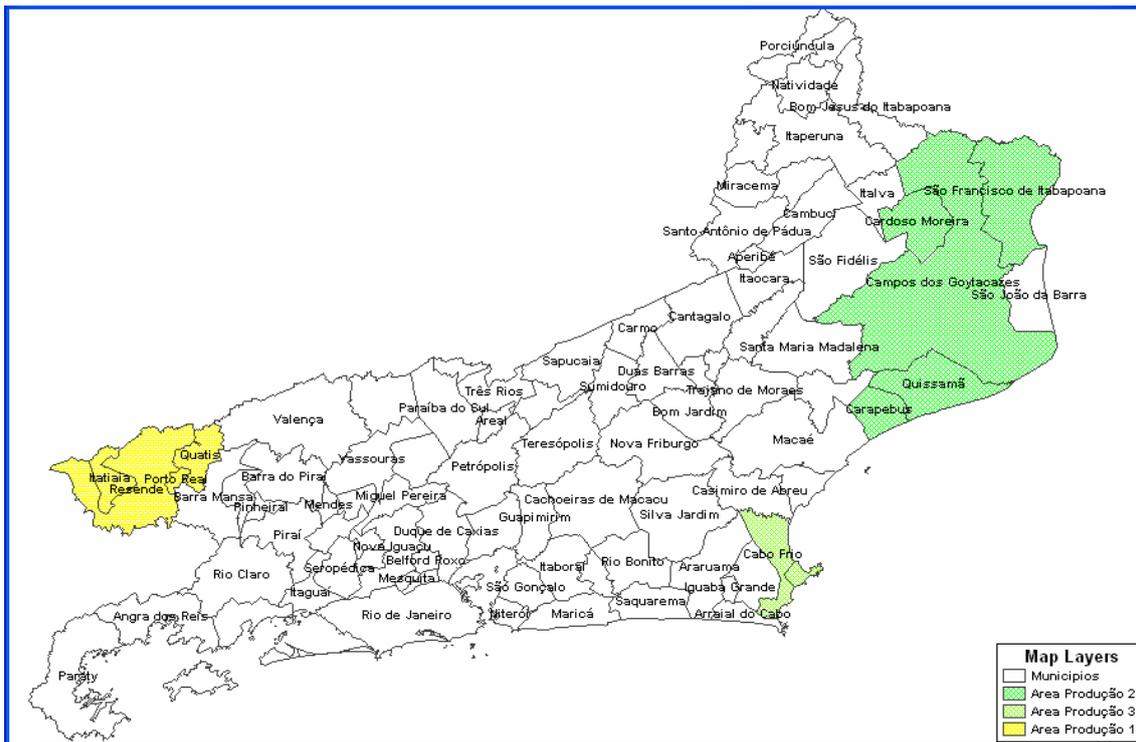


Figura 7.3: Municípios do Estado do RJ.

As informações que subsidiaram o mapeamento foram estruturadas e correlacionadas conforme o fluxograma esquemático da Figura 7.4.

Esse fluxograma permite sintetizar as análises executadas para a produção de biodiesel no Estado do Rio de Janeiro desenvolvida pelo “Programa Riobiodiesel”.

Médio Paraíba		Norte Fluminense		Baixada Litorânea	
Cultivo		Cultivo		Cultivo	
Resende	1.114 km ²	São Francisco de Itabapoana	1.111 km ²	Búzios	69 km ²
Porto Real	51 km ²	Quissamã	746 km ²	Cabo Frio	401 km ²
Quatis	286 km ²	Carapebus	306 km ²		
Itatiaia	225 km ²	Campos	4032 km ²		
		Cardoso Moreira	515 km ²		
Área Total	1.676 km ²	Área Total	6.710 km ²	Área Total	470 km ²
	167.600 ha		671.000 ha		47.000 ha
Percentual cultivo	26,17%	Percentual cultivo	30,50%	Percentual cultivo	30,50%
Área Plantada	43.861 ha	Área Plantada	205.965 ha	Área Plantada	14.357 ha
Potencial cultura		Potencial cultura		Potencial cultura	
Girassol	1.170 kg sem/ha	Mamona	650 kg sem/ha	Mamona	650 kg sem/ha
	51.320.280 kg sem/ano		133.227.120 kg sem/ano		9.331.855 kg sem/ano
	20.528.352 kg óleo/ano		74.687.187 kg óleo/ano		5.225.839 kg óleo/ano
Produção	22.809.280 l óleo/ano		82.896.874 l óleo/ano		5.806.488 l óleo/ano
<pre> graph TD subgraph "Unidades Esmagadoras" Itatiaia[Itatiaia] Campos[Campos 100.000.000 l/ano 17.103.126 l/ano] Buzios[Búzios 6.000.000 l/ano 193.512 l/ano] end subgraph "Usinas Produtoras" Cesbra[Cesbra (Volta Redonda) 9.000.000 l/ano] EcoBio[Eco Bio (Resende) 9.000.000 l/ano] Hidroveg[Hidroveg (Rio de Janeiro) 75.000.000 l/ano] Manguinhos[Manguinhos (Rio de Janeiro) 48.000.000 l/ano 40.123.178 l/ano 35.313.898 l/ano 29.507.410 l/ano] end REDUC[REDC] Itatiaia --> EcoBio Campos --> EcoBio Campos --> Hidroveg Campos --> Manguinhos Buzios --> Manguinhos EcoBio --> REDUC Hidroveg --> REDUC Manguinhos --> REDUC Cesbra --> REDUC </pre>					

Figura 7.4: Municípios do estado do RJ.

Como os insumos produzidos não ocupam toda a área dos municípios descritos acima, utilizou-se um arquivo contendo seus dados censitários para uma melhor identificação das áreas produtoras, conforme Figura 7.5. É possível observar que uma pequena parte dos municípios está destinada a plantações voltadas para a produção de biodiesel.

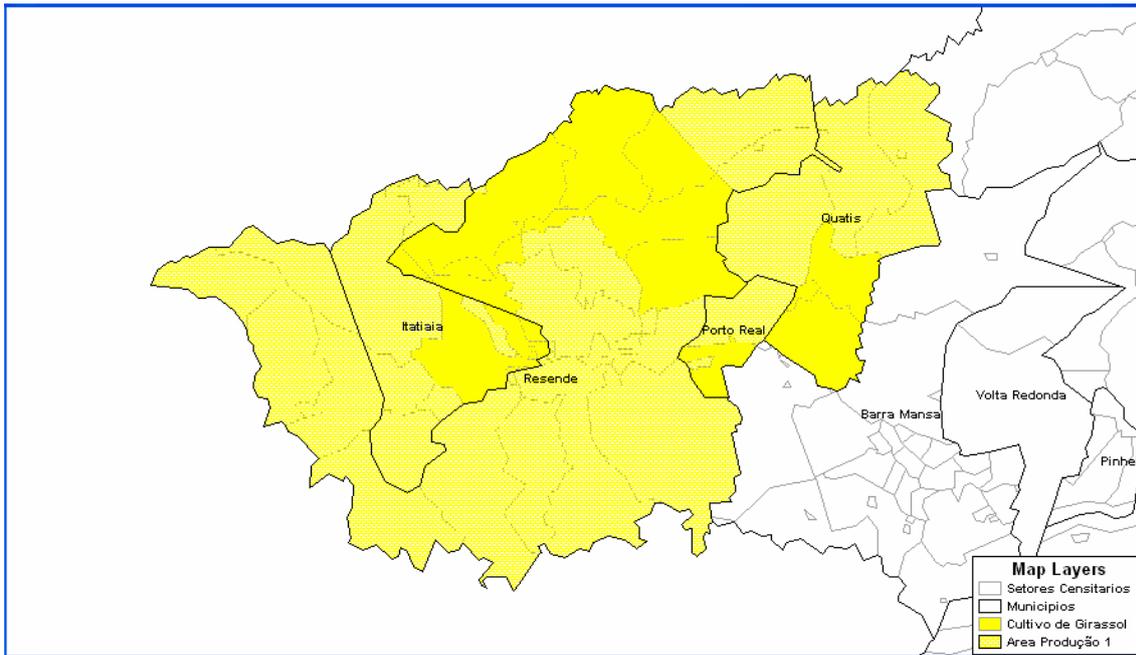


Figura 7.5: Área produtora de semente de girassol.

De acordo com a Figura 7.6, esses municípios destinam cerca de 26% de seu território para a plantação de semente de girassol, com produção média de 1170 kg/ano por hectare. Depois de realizado o esmagamento da semente de girassol, obtém-se o óleo que segue para a unidade de produção do biodiesel e o bagaço ou o farelo é destinado à produção de ração agropecuária.

Dataview1 - Municípios								
	NOME_MUNIC	SIGLA	NOME_MESO	[Area proj]	[Percentual Cultivo]	[Area Cultivada]	[Prod Kg Sem ha]	[Prod Kg Sem]
	Resende	RJ	Sul Fluminense	1114.00	26.17	291.53	1170	34109454
	Itatiaia	RJ	Sul Fluminense	225.00	26.17	58.88	1170	6889252
	Quatis	RJ	Sul Fluminense	286.00	26.17	74.85	1170	8757005
	Porto Real	RJ	Sul Fluminense	51.00	26.17	13.35	1170	1561563

Figura 7.6: Distribuição da produção de girassol.

Para o cultivo de semente de mamona destinada à produção de biodiesel foram definidas as áreas localizadas nas regiões norte e baixada litorânea do estado do Rio, conforme Figura 7.7.

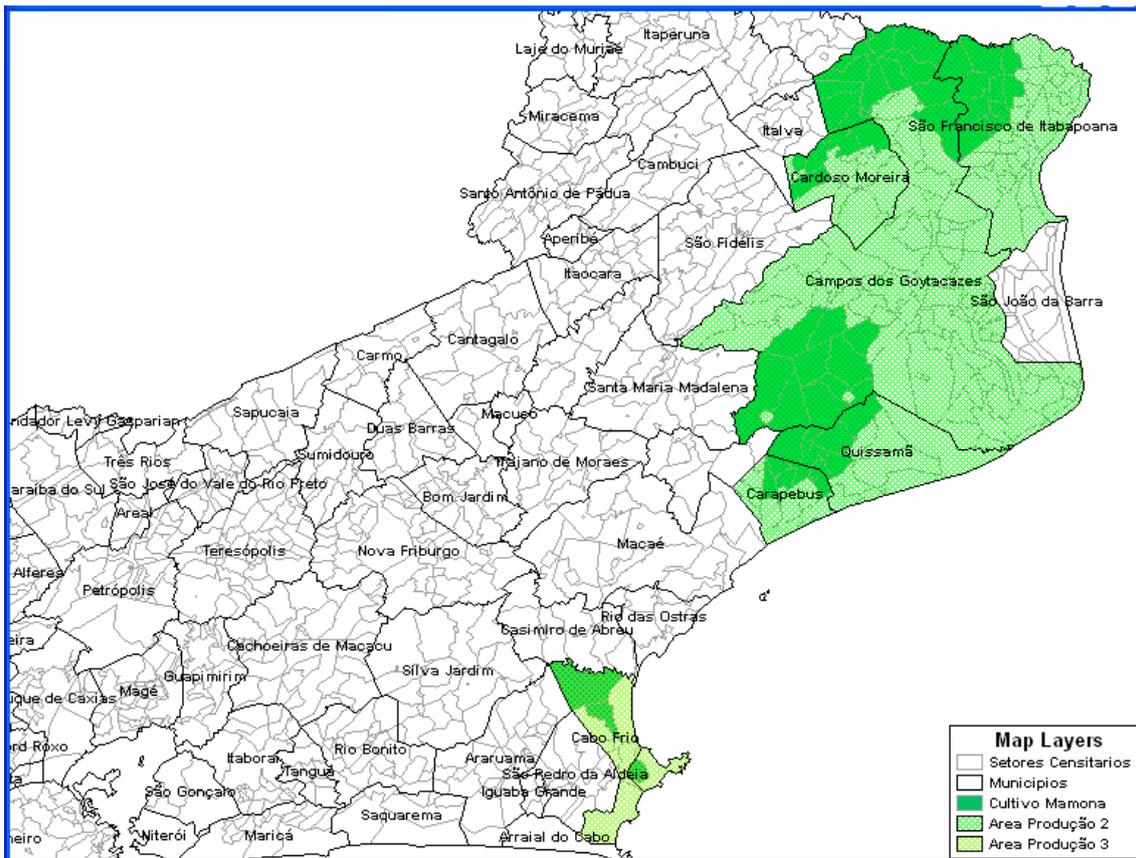


Figura 7.7: Regiões cultivo de mamona.

Dos municípios localizados no norte do estado, Campos dos Goytacazes se destaca pela sua extensão territorial com cerca de 4032 km². A produtividade de cada município é de cerca de 650 kg de sementes por ano, ocupando aproximadamente 30,5% do território, conforme Figura 7.8.

Dataview1 - Municípios								
	NOME_MUNIC	SIGLA	NOME_MESO	[Área proj]	[Percentual Cultivo]	[Área Cultivada]	[Prod Kg Sem ha]	[Prod Kg Sem]
	Campos dos Goytacazes	RJ	Norte Fluminense	4032.00	30.50	1229.76	650	79934400
	São Francisco de Itabapoana	RJ	Norte Fluminense	1111.00	30.50	338.86	650	22025575
	Cardoso Moreira	RJ	Norte Fluminense	515.00	30.50	157.07	650	10209874
	Quissamã	RJ	Norte Fluminense	746.00	30.50	227.53	650	14789450
	Carapebus	RJ	Norte Fluminense	306.00	30.50	93.33	650	6066450

Figura 7.8: Produção de mamona.

O esmagamento da semente de mamona produz o óleo destinado à produção de biodiesel e o farelo ou o bagaço é enviado para o campo como adubo orgânico.

7.2.1. Unidades Esmagadoras e Produção

As respectivas áreas de produção possuem pelo menos uma unidade de processamento chamada de unidade esmagadora. Essa unidade esmagadora é onde os insumos agrícolas são processados. Após o esmagamento da semente de girassol, o óleo é obtido “In Natura” e segue para a unidade de produção do biodiesel. Já o bagaço ou farelo é destinado à produção de ração agropecuária. A Figura 7.9 apresenta as áreas produtoras e as respectivas unidades.

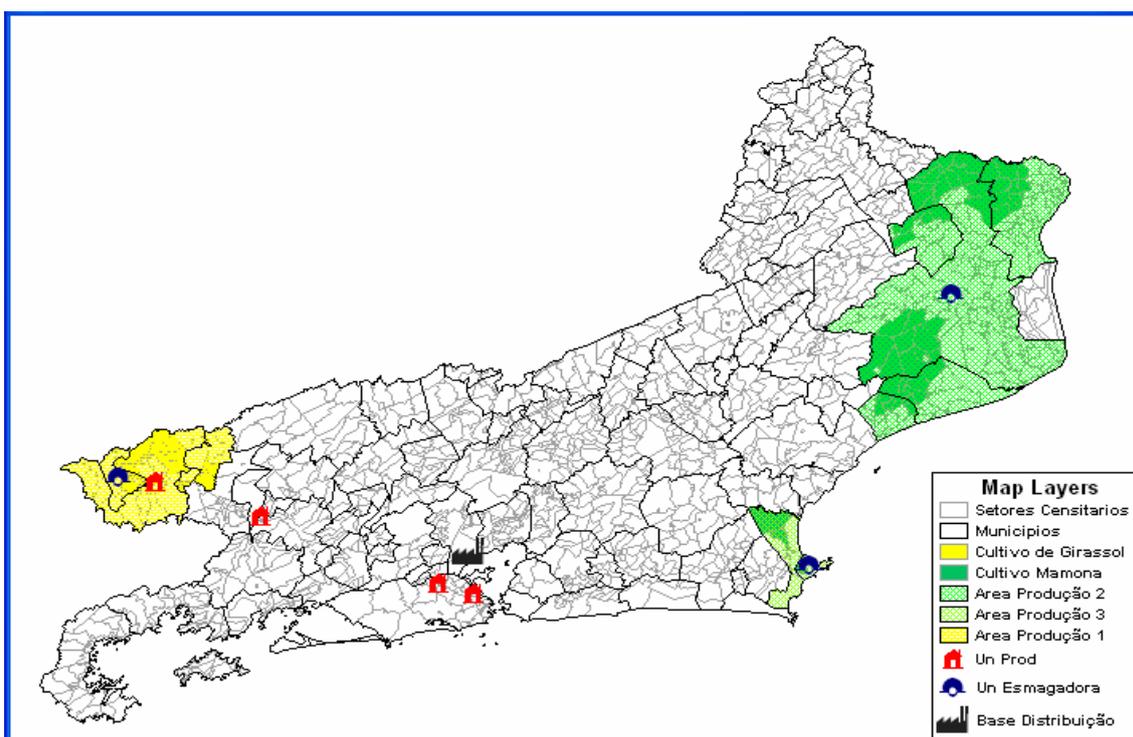


Figura 7.9: Unidades Esmagadoras e Produtoras.

As unidades esmagadoras fornecem o óleo “In natura” para as unidades de produção. Na unidade de produção ou de processamento ocorre a transformação do óleo “In natura” em biodiesel. O transporte do óleo entre essas unidades é feito pelo modo rodoviário, utilizando-se rodovias estaduais e federais apresentadas na Figura 7.10. A base de dados viária utilizada foi a mesma utilizada no PNLT, ou seja, tem-se a base intermodal que permite simular outros canais de distribuição ou até mesmo apurar outros fatores a fim de estabelecer qual modo apresenta menores custos. Na modelagem aqui utilizada, os custos foram apurados considerando apenas as distâncias mínimas

entre as unidades esmagadoras, de produção e a Base de distribuição. Essa base é o local onde o biodiesel é misturado ao óleo diesel.

A utilização dessa base de dados possibilita ainda outros estudos, como a determinação da melhor localização da unidade esmagadora para a obtenção do menor custo de transporte. Para que isso seja possível, é necessário conhecer os custos de transporte dos insumos até as unidades esmagadoras.

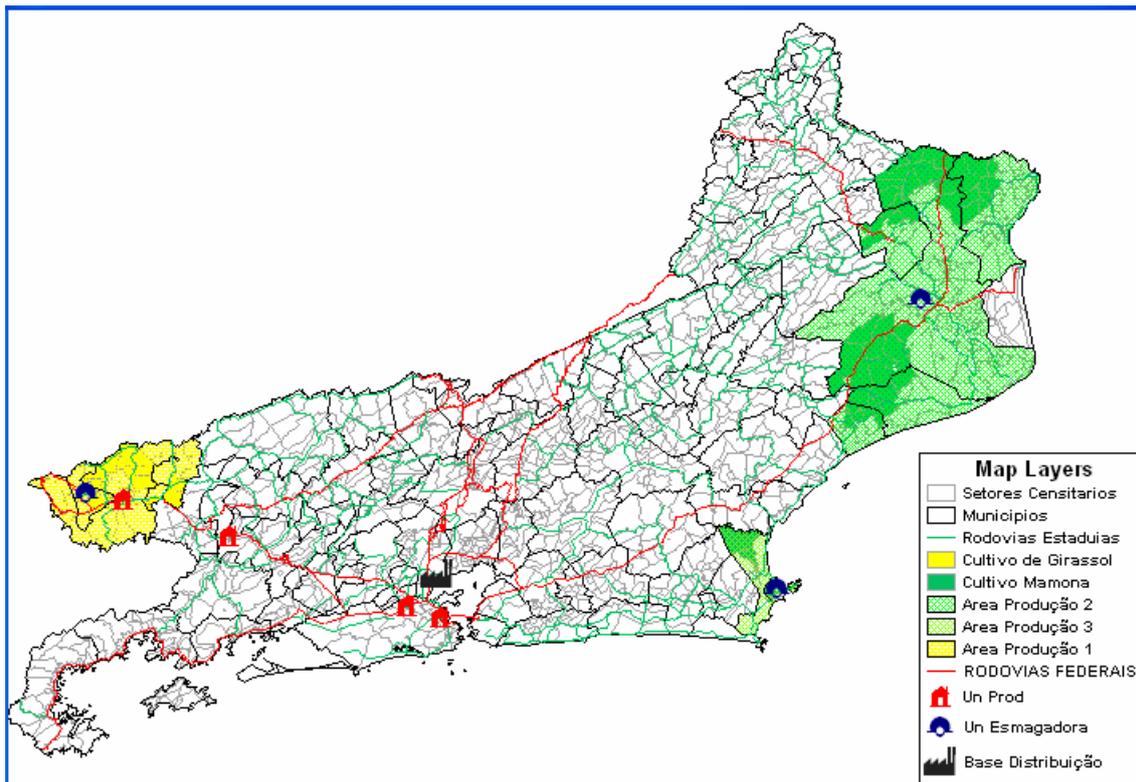


Figura 7.10: Mapa - superposição dos temas desenvolvidos.

A Figura 7.11 revela que as unidades esmagadoras localizadas em Campos dos Goytacazes e Itatiaia ainda possuem uma folga de capacidade, isto é, existe a possibilidade do aumento da produtividade sem a necessidade de ampliação. No caso da unidade de Campos dos Goytacazes, existe uma capacidade de produção ociosa de aproximadamente 17%. Já a unidade de Itatiaia está ociosa em aproximadamente 23%.

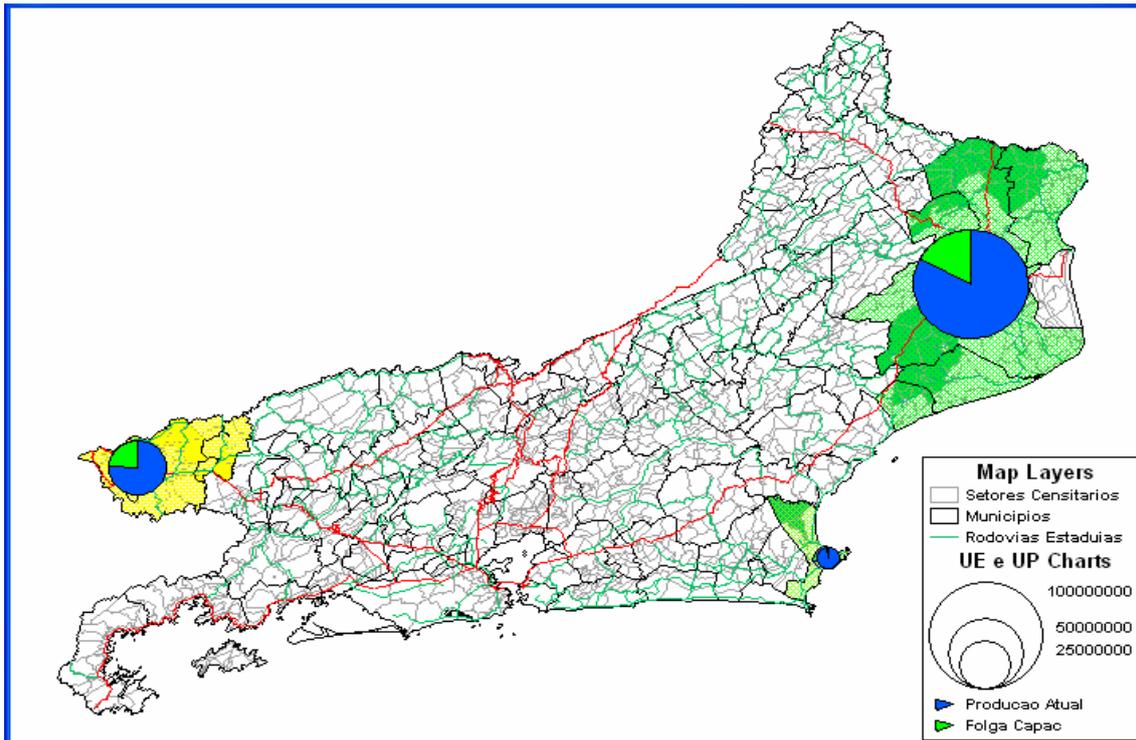


Figura 7.11: Folga de capacidade das unidades esmagadoras.

Assim como acontece com as unidades esmagadoras, quase todas as unidades de produção possuem capacidade de produção ociosa. Conforme apresentado na Figura 7.12, apenas a unidade Hidroveg está produzindo com sua capacidade total. A unidade localizada na cidade do Rio de Janeiro (MANGUINHOS) possui capacidade ociosa de aproximadamente 61% e a de Resende (ECOBIO) de cerca de 75%. Já a unidade de volta Redonda (CESBRA) possui capacidade ociosa de aproximadamente 90%.

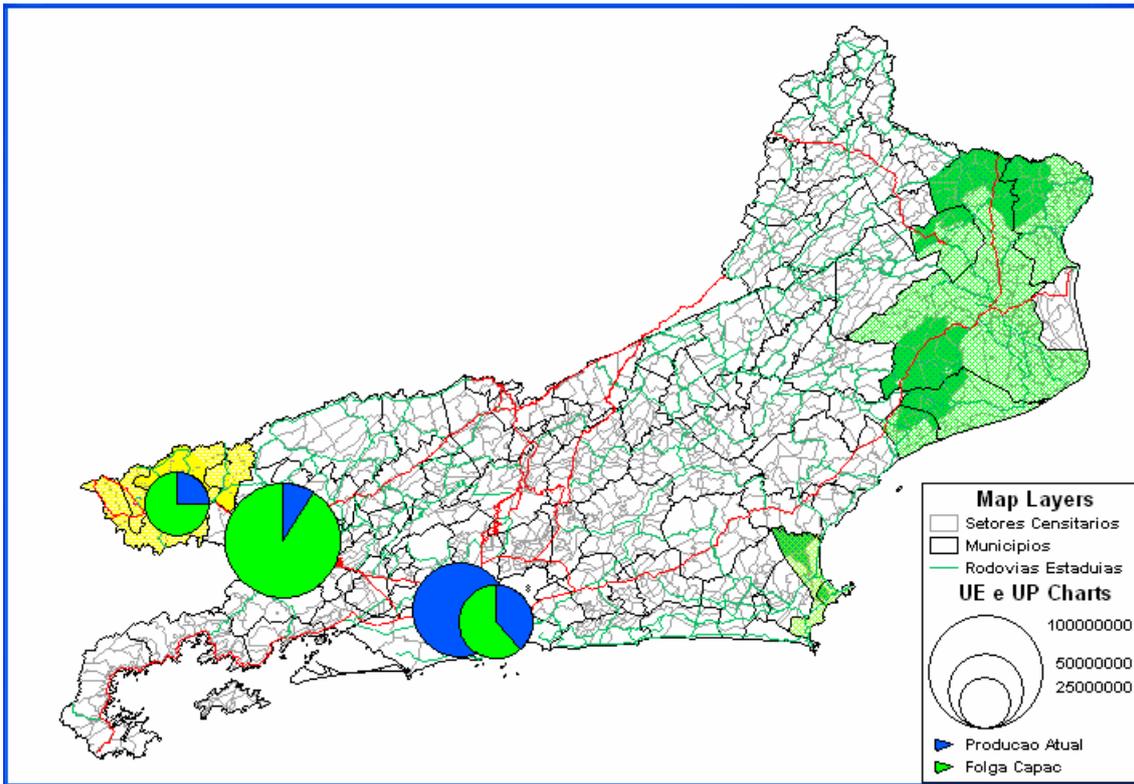


Figura 7.12: Folga de capacidade das unidades produtoras.

Essas informações foram associadas à rede viária do estado, como descrito no próximo subitem.

7.2.2. Rede Rodoviária

As análises realizadas consideraram os caminhos de menor tempo de viagem entre os postos de plantio e de esmagamento e as unidades produtoras. Assim sendo, foi possível configurar a rede rodoviária conforme as Figuras 7.13, 7.14 e 7.15.

Os atributos dos arcos, como dados físicos, operacionais ou resultados de análises, podem ser adicionados, permitindo a inserção de uma quantidade necessária de informações em uma mesma plataforma de análise.

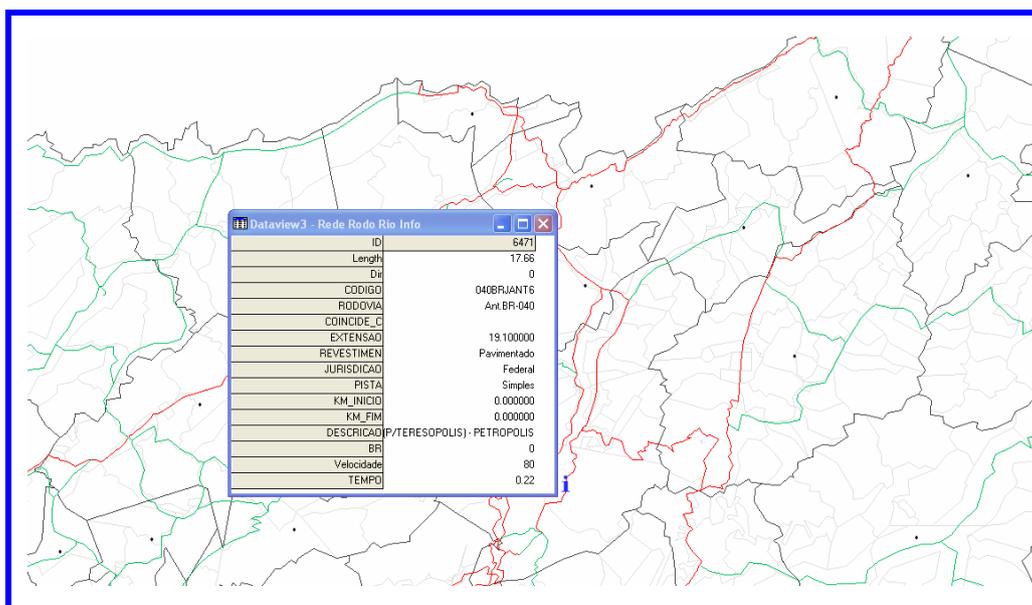


Figura 7.13: Atributos do arco selecionado (i). As informações da Figura 7.13 são fundamentais para se calibrar as rotas entres pares de origem e de destino.

CODIGO	RODOVIA	COINCIDE_C	EXTENSAD	REVESTIMEN	JURISDICA0	PISTA	KM_INICIO	KM_FIM
102ERJ0380	RJ-102		8.000000	Pavimentado	Estadual	Simple	141.300000	149.300000
102ERJ0390	RJ-102		6.000000	Pavimentado	Estadual	Simple	149.300000	155.300000
106ERJ0370	RJ-106		18.300000	Pavimentado	Estadual	Simple	152.400000	170.600000
182ERJ0170	RJ-182		10.100000	Pavimentado	Estadual	Simple	38.700000	48.800000
146ERJ0150	RJ-146		27.300000	Leito natural	Estadual	Simple	71.200000	98.500000
158ERJ0190	RJ-158		16.500000	Pavimentado	Estadual	Simple	76.400000	92.900000
192ERJ0010	RJ-192	492BRJ0170C	6.400000	Pavimentado	Estadual	Simple	0.000000	6.400000
220ERJ0010	RJ-220		4.700000	Pavimentado	Estadual	Simple	0.000000	4.700000
214ERJ0170	RJ-214		16.000000	Pavimentado	Estadual	Simple	32.900000	48.900000
230ERJ0230	RJ-230		18.600000	Leito natural	Estadual	Simple	114.300000	132.900000
168ERJ0030	RJ-168		9.200000	Pavimentado	Estadual	Simple	17.300000	26.500000
180ERJ0010	RJ-180		17.000000	Leito natural	Estadual	Simple	0.000000	17.000000
146ERJ0170	RJ-146		15.900000	Leito natural	Estadual	Simple	98.500000	114.400000
194ERJ0060	RJ-194		9.400000	Leito natural	Estadual	Simple	20.100000	29.500000
202ERJ0040	RJ-202		12.000000	Leito natural	Estadual	Simple	17.500000	29.500000
186ERJ0110	RJ-186	393BRJ0170A	14.500000	Pavimentado	Estadual	Simple	49.100000	63.600000
210ERJ0030	RJ-210		26.700000	Leito natural	Estadual	Simple	4.900000	31.600000
220ERJ0050	RJ-220		13.200000	Pavimentado	Estadual	Simple	6.800000	20.000000
226ERJ0020	RJ-226		3.500000	Pavimentado	Estadual	Simple	6.600000	10.100000
220ERJ0110	RJ-220		7.600000	Pavimentado	Estadual	Simple	25.800000	33.400000
226ERJ0050	RJ-226		9.800000	Leito natural	Estadual	Simple	12.600000	22.400000

Figura 7.14: Atributos e informações dos arcos da rede rodoviária.

A codificação do PNV (Plano Nacional de Viação) inicia-se pela informação e se configura como “chave primária” na elaboração do banco de dados. Essa codificação está definida pelo campo “CODIGO”, conforme Figura 7.14.

A identificação da rodovia é possível por meio do campo “RODOVIA”. A partir desse campo, podem ser definidas as características físicas, jurídicas, geográficas e operacionais.

DESCRICAO	BR	Velocidade	TEMPO
INICIO DO PAVIMENTO - ACESSO A ARMACAO DOS BUZIOS (MANGUINHOS)	102	80	0.10
ACESSO A ARMACAO DOS BUZIOS (MANGUINHOS) - KM 155.0 (PRAIA SECA)	102	80	0.07
ENTR. RJ-162 (PARA RIO DOURADO) - DIVISA RIO DAS OSTRAS/MACAE TRIUNFO (CD) - ENTR. RJ-174 (CAMBOTA)	106	80	0.22
ENTR. RJ-182 (PARA SANTA MARIA MADALENA-CD) - DIVISA SANTA MARIA MADALENA/SAO FIDELIS	182	80	0.08
ENTR. RJ-116 (ITAOCARA-CD) - ACESSO A PONTE DA BOIA (PARA RJ-194)	146	40	0.55
ENTR. RJ-116 (PONTO DE PERGUNTA) - DIVISA ITAOCARA/SAO FIDELIS	158	80	0.21
ENTR. BR-356 - DIVISA ITAPERUNA/NATIVIDADE	192	80	0.08
ENTR. RJ-226 (P/PURILANDIA) - ENTR. RJ-198 (P/VARRE-SAI)	220	80	0.05
ENTR. RJ-198 (SANTA CLARA) - ENTR. RJ-226 (PURILANDIA-CD)	214	80	0.18
ENTR. BR-101 - ENTR. RJ.162 (ATALAIA)	230	40	0.37
ENTR. RJ-182 (ALTO DO IMBE) - ENTR. RJ-190	168	80	0.10
DIVISA SANTA MARIA MADALENA/SAO FIDELIS - ENTR. RJ-192/BR-492 (CAMBIASCA)	180	40	0.38
TRES IRMAOS (CD) - PONTE DA BOIA (ACESSO A RJ-158)	146	40	0.35
ENTR. RJ-200 - ENTR. RJ-198 (MONTE VERDE)	194	40	0.25
DIVISA SANTO ANTONIO DE PADUA/CAMBUCI - ENTR. RJ-198 (PARA CRUZEIRO)	202	40	0.29
DIVISA LAJE DO MURIAE/ITAPERUNA - ENTR. RJ-198 (ITAPERUNA)	186	80	0.18
ENTR. RJ-212 (PARA AVAI) - ENTR. RJ-214 (NATIVIDADE-CD)	210	40	0.66
KM 6.6 (INICIO DO PAVIMENTO) - ENTR. RJ-214 (PARA NATIVIDADE)	220	80	0.17
DIVISA NATIVIDADE/PORCIUNCULA - ENTR. RJ-230 (PORCIUNCULA-CD)	226	80	0.06
ENTR. RJ-214 (P/VARRE-SAI-CD) - DIVISA. NATIVIDADE/PORCIUNCULA	220	80	0.09
ENTR. RJ-220 (P/PORCIUNCULA-CD) - DIVISA RJ/MG	226	40	0.21
	230	40	0.27

Figura 7.15: Atributos e informações dos arcos da rede rodoviária (complemento da Figura 7.14).

A partir das informações apresentadas, é possível realizar análises de transporte, como a identificação do caminho de menor tempo, utilizando-se o *software* TransCAD, conforme ilustrado na Figura 7.16.

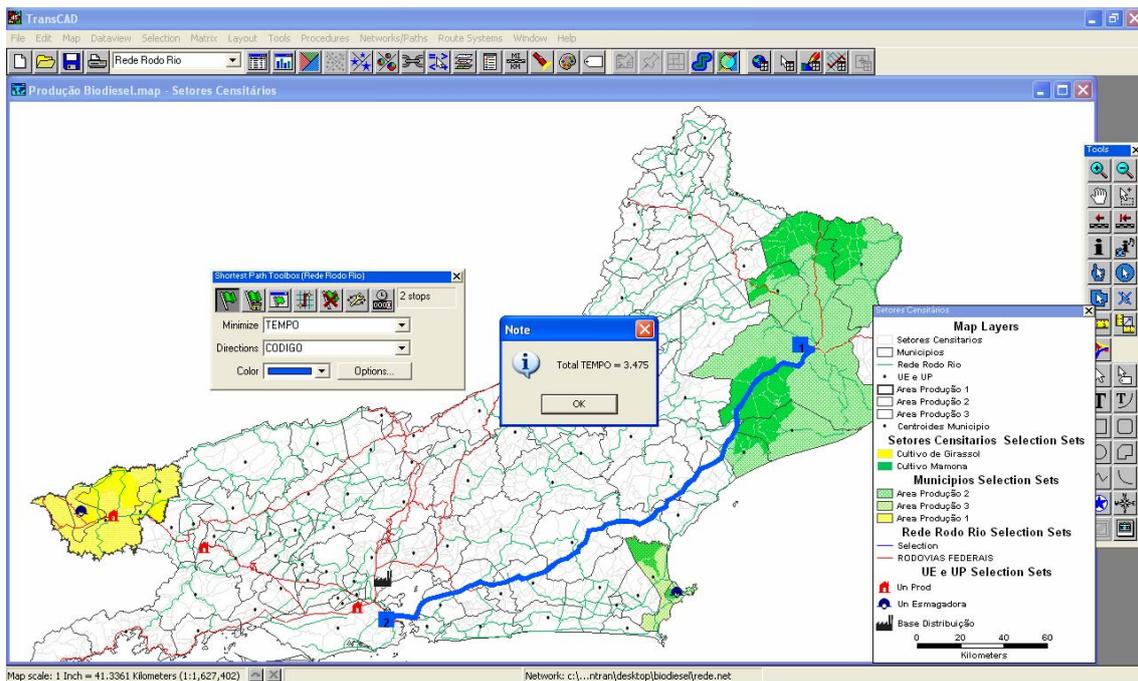


Figura 7.16: Otimização de caminhos e rede.

Os resultados podem ser extraídos ainda pela saída de dados adicionada às funcionalidades do sistema, conforme Figura 7.17.

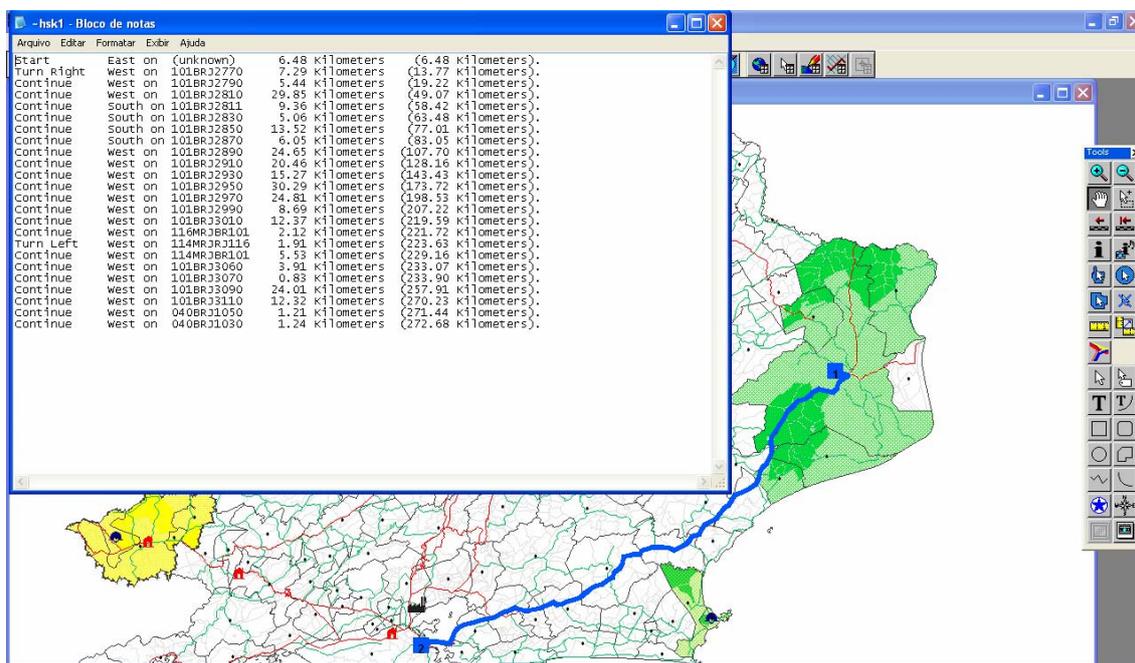


Figura 7.17: Saída de dados.

Neste contexto, deve-se ressaltar a possibilidade de análise de algumas particularidades, como as demarcações territoriais das Unidades de Proteção Ambiental e Terras Indígenas no Estado do Rio de Janeiro, por meio de funcionalidades associadas às bases de dados desenvolvidas. Essa abordagem será apresentada no próximo subitem.

7.3.3. Considerações Específicas

Analisando-se superficialmente os fatores relacionados aos usos correntes do solo nas regiões selecionadas como produtoras, tem-se que qualquer plantio nas Áreas 1 e 3 possuem maior interface com unidades de proteção ambiental do que as produzidas na Área 2, conforme ilustrado na Figura 7.18.

Se esse fator for somado à questão produtiva, relacionada a cada Usina Esmagadora a ser instalada, torna-se mais econômico, por questões de ganho de escala, que a produção prevista para a Área 3 seja transferida à Área 2, uma vez que, além de maior interface ambiental, a produção prevista para esta área é de seis por cento da produção esperada para a Área 2.



Fonte: DNIT, SAGARF, 2009.

Figura 7.18: Unidades de Conservação e Terras Indígenas no Estado do Rio de Janeiro.

Assim sendo, verifica-se que as produções estimadas para as Áreas 1 e 3 possuem maiores interfaces ambientais, isto é, teriam maior produtividade de escala e menor impacto ambiental se fossem transferidas para a área de produção 2.

Caso a estratégia final seja a de incentivar a produção agrícola para fins do biodiesel no Estado do Rio de Janeiro, deve-se repensar a proposta de produção no município de Estação dos Búzios, devido aos fatores aqui tratados e apresentados e outros diretamente ligados aos usos, interesses, planificações municipais e custos da terra nesse município e na sua microrregião.

7.4. Considerações Finais

As informações que compõem a base de dados georeferenciada, produzida e descrita neste relatório, possuem sua extensão para o uso tanto no *software* TransCAD como em outros sistemas voltados ao desenvolvimento e leitura de bases geográficas.

Optou-se pelo uso do TransCAD por ser um sistema computacional voltado para a análise de transporte e por estar disponível com cópia autorizada para o uso no Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ.

Essa associação (geoprocessamento e análise em rede) torna ágil e dinâmica qualquer mudança, ajuste, ampliação e/ou seleção de informações do projeto desenvolvido para o “Programa Biodiesel”.

Assim sendo, os arquivos da base de dados georeferenciada acompanham este documento.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Este trabalho visou a contribuir com o processo de determinação dos condicionantes da produção de biodiesel no estado do Rio de Janeiro.

O objetivo principal do trabalho foi atendido com a apresentação de um modelo de cadeia logística adequada à atual realidade do processo produtivo do Rio de Janeiro. Adicionalmente, o uso da ferramenta de Sistema de Informações Geográfica (SIG) representa uma aplicação da gestão da cadeia logística para apoio ao planejamento estratégico da cadeia de suprimento do biodiesel. Essa aplicação tratou especificamente do Estado do Rio de Janeiro e considerou as peculiaridades do Programa RioBiodiesel.

Os objetivos secundários também foram alcançados na medida em que:

1. Foi selecionado, a partir da experiência nacional, um modelo de cadeia de suprimento que considera a realidade do Estado do Rio de Janeiro quanto às particularidades do Norte e do Sul Fluminense;
2. Foi elaborado um banco de dados disponível georeferenciado das cadeias de suprimento do biodiesel que considera as particularidades do Estado do Rio de Janeiro;
3. Foram sugeridas as unidades de plantio e cultivo de espécies oleaginosas e de produção de óleo vegetal em diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro em áreas consideradas aptas para essas atividades, especificando a produtividade, a forma de cultivo, entre outras características;
4. Foram sugeridas unidades de processamento para a produção de biodiesel (usinas) e a localização das mesmas.

Entretanto, o custo do biodiesel a partir das fontes selecionadas é ainda pouco competitivo no mercado de combustíveis. Propõem-se, então, algumas sugestões:

1. Utilização de óleo residual de fritura como matéria-prima principal para a produção de biodiesel nos centros urbanos do estado, em particular nos municípios do Rio de Janeiro (usinas da HIDROVEG e MANGUINHOS) e de Volta Redonda (usina da CESBRA);

2. Utilização do óleo virgem apenas como complemento do óleo residual de fritura para a produção de biodiesel;
3. Teste para a viabilização de outras cadeias produtivas (do tipo 2, 3 ou 4);
4. Busca de outras fontes de matéria-prima oleaginosa, como o pinhão-manso, o nabo forrageiro e outras.

BIBLIOGRAFIA

- ANP, 2009, *Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Bicomcombustíveis*. Disponível em: <www.anp.gov.br>.
- CALIPER GISDK, 2009, *User's Guide Version 4.8 for Windows*, TransCAD Transportation GIS Software. Caliper Corporation, Newton, EUA, 2007.
- MARQUES, L. G. C., 2008, *Usina de Produção de Biodiesel no Estado do Rio de Janeiro*. Relatório projeto "Produção de Biodiesel".
- MURTA, A. L. S., 2008, *Estudo de Viabilidade Técnica-Econômica e de Logística do Programa RIOBIODIESEL*. Relatório projeto "Produção de Biodiesel".
- RAIA JR, A. A., 2000, *Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice de Potencial de Viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informações Geográficas*. São Carlos: Tese (Doutorado em Engenharia Civil - Transportes) – Universidade de São Paulo - USP, Escola de Engenharia de São Carlos, 212p.
- Acioli, J. L., 1994, *Fontes de Energia*, Editora Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- ANP, 2003, *Anuário Estatístico da ANP*, Agência nacional do Petróleo, Rio de Janeiro, RJ
- ANP, 2004, *Agência Nacional do Petróleo*. Disponível em: <www.anp.gov.br/>
- Congresso Internacional de Biodiesel, 2003, *Apresentações*. Ribeirão Preto.
- Bender, M., 1999, *Economic feasibility review for community-scale farmer cooperatives for biodiesel*. Bioresource Technology 70, 81-87.
- Bockey, D., 2004a, *The biodiesel market is growing – but the challenges too!* UFOP, Berlin. Disponível em: <www.ufop.de>.
- Bockey, D., 2004b, *Biodiesel production and marketing in Germany. The situation and perspective*. UFOP, Berlin. Disponível em: <www.ufop.de>.
- Bockey, D., 2004c, *Resposta às perguntas sobre comercialização de biodiesel na Alemanha*. Comunicação por e-mail (10/06/2004).
- Boldo, C., Wahnfried, C. e Massagardi, M. A., 2001, *A experiência européia com RME*. Efeitos no sistema de injeção. Seminário Biodiesel, São Paulo, SP.
- Connemann, J. & Fischer, J., 1998, *Biodiesel in Europe*, International Liquid Biofuels Congress, Curitiba, Paraná, Brasil.
- Coutinho, L., 2004, *Óleo de dendê? Encha o tanque*. Revista Veja (25/02/2004), p. 83.
- Di Lascio, M. A.; Rosa, L. P.; Molion, L. C. B., 1994, *Projeto de atendimento energético para comunidades isoladas da Amazônia*. COPPE/UFRJ, UNB, UFAL. Rio de Janeiro, RJ.

- EBB, 2004, European Biodiesel Board. Disponível em: <www.ebb-eu.org/stats.php>.
- Ferrés, J. D., 2001a, *Biodiesel, Custos e Produção no Brasil*, Seminário Biodiesel, AEA, São Paulo, SP.
- Ferrés, J. D., 2001b, *Biodiesel: Produção e custos no Brasil*. Anais do Seminário Biodiesel. Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, São Paulo, SP.
- GTI-Biodiesel, 2003, *Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia*. Casa Civil, Presidência da República, Brasília, DF.
- Greenergy 2004, *Greenergy partnership to build UK's first multi-feed biodiesel plant*. Greenergy Press Release.
- IEA, 2004, *Biofuels for Transport – An International Perspective*, International Energy Agency, Paris, France.
- IVIG, 2001, *CDM-PDD-Biodiesel. Produção de biodiesel a partir de óleos residuais*. Relatório Interno, Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais. UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- Körbitz, W., 2000, *New Markets for biodiesel in modern Common Rail diesel engines*. ALTENER – Seminar, University for Technology in Graz, Austria.
- Lovatelli, C., 2001, *Situação do biodiesel no mundo*. Anais do Seminário Biodiesel. Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, São Paulo, SP.
- NBB, 2004 *National Biodiesel Board*, EUA. Disponível em: <www.nbb.org>.
- Parente, E. J. S., 2003, *Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado*. Tecbio, Fortaleza, CE.
- Partenaires Diester, 2004, *Síntese da experiência*. Disponível em: <www.villesdiester.asso.fr>.
- Poulton M. L., 1994a, *Alternative Fuels for Road Vehicles*, Computational Mechanics Publications, Ashurst Lodge, Ashurst, Southampton, UK.
- PROLEA, 2004, *Diester, le diesel vert*. Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux. Disponível em : <www.prolea.com>.
- Salama, C., 1982, *Estudo da Viabilidade de Utilização de Óleos Vegetais em Substituição ao Óleo Diesel*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- SINDICOM, 2004b, *Relatório sobre a experiência mundial com uso de Biodiesel*. Consulta às Empresas. SINDICOM, Rio de Janeiro, RJ.
- UFOP, 2004a, *Biodiesel – Flowerpower*. Facts, Arguments, Tips. 2nd Updated Edition, Issue 1/2004, UFOP, Belin. Disponível em: <www.ufop.de>.
- UFOP, 2004b, *Union for the Promotion of Oil and Protein Plants*. Alemanha (Union zur Förderung von Oel und Proteinpflanzen), Alemanha. Disponível em: <www.ufop.de/IOPD_E_RZ.pdf>.
- Agriannual, 2006, *Anuário da Agricultura Brasileira*. São Paulo: FNP, 504 p.

- Agrobyte, 2008, *Semeando Informações*. Disponível em: <www.agrobyte.com.br/index.php?pag-amendoim>. Acesso em: 02 jul.
- AMORIM NETO, M. S.; ARAUJO, A. E.; BELTRÃO, N. E. M., 2001, *Clima e Solo*. In: AZEVEDO, D. M. P., LIMA, E. F., *O agronegócio da mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 63-75.
- ANDRADE, W. E. B. A.; SOUZA FILHO, B. F.; FERREIRA, J. M., VIANA, R. A.; SANTOS, J. G. C., GOMES, J. M. R., SANTOS, P. S. B. S., 2007, *Rendimento agrícola e industrial de cultivares de amendoim avaliados em diferentes tipos de solo em Campos dos Goytacazes*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Universidade Federal de Lavras, p.158-163.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 2005, Rio de Janeiro. IBGE, v.65.
- BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F, BENATI, T., FIRMINO, P.T., 2001, *Importância Econômica e Social*. In: BELTRÃO, N. E. M.; VIEIRA, D. J. *O Agronegócio do gergelim no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 21-35.
- BELTRÃO, N. E. M., SILVA, L. C., QUIROGA, V. P., VIEIRA, D. J., 2001, *Preparo do solo, Adubação e Calagem*. In: BELTRÃO, N. E. M., VIEIRA, D. J., 2001, *O Agronegócio do gergelim no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 109-131.
- BEZERRA, A. R., ROSS JUNIOR, I. G., BASSO, E. A., ANTONIASSI, R., 2007, *Rendimento em óleo das variedades de mamona cultivadas no Estado do Rio de Janeiro para o Projeto Riobiodiesel*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, VII, DEQ/Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- BORSARI FILHO, S., 2006, *Potencial da cultura do amendoim com fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel*. In: CÂMARA, G. M. S., HEIFFIG, L. S. *Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel*. Piracicaba: USP: ESALQ:DPV, p. 42-54.
- CARVALHO, B. C. L., 2005, *Manual do Cultivo da Mamona*. Salvador, EBDA, 65 p. il.
- COOPERBIO, 2008., *A cultura do Amendoim*. Disponível em: <<http://www.cooperbio.com.br/materias/amendoim.pdf>>. Acesso em: 02 de jul.
- EMBRAPA, 1999, *Vamos Plantar Gergelim*. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Campo Grande, 19p.
- EMBRAPA, 1994, *Gergelimcultura no Tróico semi-árido nordestino*, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Campina Grande, 52p.
- EMBRAPA, 2008, *Comercialização do gergelim*. Disponível em <www.cnpa.br/produto/gergelim/comercializacao.html>. Acesso em: 20 de jul.
- FIGUEREDO, A. F.; SOUZA, J. M. P., SILVA, G. G., *Mapa do Potencial Pedoclimático para a Cultura do Gergelim, da mamona, do amendoim e do girassol no Estado do Rio de Janeiro*. In: Relatório

técnico final do projeto: Avaliações agrônômicas, edafoclimáticas e econômicas sobre a produção de biodiesel.

- FIRMINO, P. T., ARRIE, N. H. C., ARRUDA, T. A., ANTUNES, R. M. P., *Valor Protéico do Grão, Importância na Alimentação Humana e Aplicações na Fitoterapia e Fitocosmética*. In: BELTRÃO, N. E. M., VIEIRA, D. J., 2001, *O Agronegócio do Gergelim no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 301-325.
- FREIRE, E. C., LIMA, E. F. L., ANDRADE, F. P., 2001, *Melhoramento Genético*. In: AZEVEDO, D. M. P., LIMA, E. F., *O Agronegócio da Mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 229-256.
- FREIRE, R. M. M., 2001, *Ricinoquímica*. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. *O Agronegócio da Mamona no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 296-335.
- LIMA, L. M., CHIARO, R. S., ANTONIASSI, R., FREITAS, S. C., OLIVEIRA, L. A., REGO FILHO, L. M., ANDRADE, W. E. B., 2006, *Rendimento em Óleo das Variedades de Girassol Cultivadas no Estado do Rio de Janeiro para o Projeto Riobiodiesel*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Universidade Federal de Lavras, p. 341-34.
- LOPES, G. E. M., 2008, *Rendimento de Cultivares de Mamona em Itaocara-RJ na Época da Primavera-verão*. Comunicação pessoal. Dados não publicados.
- OLIVEIRA, L. A. A. 2006, *Relatório Técnico Final do Projeto: Avaliações Agrônômicas, Edafoclimáticas e Econômicas e, Implantação de Banco de Germoplasma de Espécies Oleaginosas no Estado do Rio de Janeiro*. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, Programa Riobiodiesel. 71p.
- OLIVEIRA, L. A. A.; FREITAS, J. M. P., MACHADO, E. M.; REGO FILHO, L. M., FERREIRA, J. M., CAVALCANTI, E., 2006, *Avaliação de Oleaginosas no Estado do Rio de Janeiro, Resultados Estação outono-inverno/2005*. In: 1 CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL. Brasília, DF MCT, ABIPTI, v. 1.p.155-159.
- RAMALHO FILHO, A. BEEK, K. J., 1995, *Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras*. 3 ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 65 p.
- RAMOS, N. P., AMORIM, E. P., SAVY FILHO, A., 2006, *Potencial da Cultura da Mamona como Fonte de Matéria-prima para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel*. In: CÂMARA, G. M. S., HEIFFIG, L. S., *Agronegócio de plantas de oleaginosas: matérias-primas para produção de biodiesel*. Piracicaba: USP: ESALQ - DPV, p. 81-103.
- ROOS J. R. I. G., BASSO, E. A., BEZERRA, A. R., ANTONIASSI, R., 2008, *Rendimento médio das variedades de gergelim no Estado do Rio de Janeiro*. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/cobeqic07/pdf/oral/p2.pdf>> Acesso em: 28 jun.

- ROOS JUNIOR, I. G., ANTONIASSI, R., OLIVEIRA, L. A. A., REGO FILHO, L. M., BEZERRA NETO, F. V., *Rendimento das variedades de mamona da Embrapa Nordestina e Paraguaçu cultivadas no município de Campos*, Estado do Rio de Janeiro. In: Congresso Brasileiro de Mamona. Salvador – Ba.
- ROOS JUNIOR, I. G., BASSO, E. A., BEZERRA, A. R., ANTONIASSI, R., 2007, *Rendimento em Óleo das Variedades de Gergelim Cultivadas no Estado do Rio de Janeiro para o Projeto Riobiodiesel*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, VII, DEQ/Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- SAVY FILHO, A., BANZATTO, N. V., BARBOZA, M. Z., MIGUEL, A. A. M. R. O., DAVI, L. H. N., CARVALHO, L. O., RIIBEIRO, F. M., 1998, *Mamona*. In: Oleaginosas no Estado de São Paulo - Análise e Diagnóstico. Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral. Campinas, p.29-39. (Documento Técnico, 107).
- UNGARO, M. R. G., 2006, *Potencial da Cultura do Girassol como Fonte de Matéria-prima para o Programa Nacional de Biodiesel*. In: CÂMARA, G. M. S., HEIFFIG, L. S., Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para biodiesel. Piracicaba: USP: ESALQ-DPV, p. 123-152.
- BALLOU, R. H.; 1993, *Logística Empresarial*, 1ª edição, Ed. Atlas, São Paulo, SP.
- BEN, 2007, *Balanço Energético Nacional*. Ano base 2006. Disponível em: <www.mme.gov.br/ben>. Acesso em: jun/2008.
- CEPEA ,2008, *Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada*. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/alcool/>. Acesso em: jun/2008.
- IBP, 2008, *Instituto Brasileiro do Petróleo e Gás, Planejamento Estratégico, Tecnológico e Logístico para o Programa Nacional de Biodiesel*, Módulos I e II. Disponível em: <http://www.ibp.org.br/main.asp>.
- MURTA, A. L. S., 2008, *Análise da Viabilidade Autoprodução de Biodiesel por Frotistas: O Caso da Vale*. Tese de Doutorado, Programa de Engenharia de Transportes – PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- PANAMERICANA S.A, 2008, *Indústrias Químicas; Produtos*. Cotação de hidróxido de potássio encaminhada em 20/04/2008. Disponível em: <http://www.panamericana.com.br/panamericana/>. .
- PROSINT Química S.A., 2008, *Metanol*. Disponível em: <http://www.prosint.com.br/prosint.htm> e Cotação do metanol encaminhada em 18/04/2008, Rio de Janeiro, RJ.
- SINDAAF, 2008, *Sindicato Fluminense dos Produtores de Açúcar e Álcool*. Disponível em: <www.sindaaf.org.br>, consultado em junho de 2008.