

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ALTERNATIVAS DE CONSTITUIÇÃO DA CADEIA  
PRODUTIVA DO BIODIESEL NA PERSPECTIVA DOS  
CENTROS DE P&D**

**Daniela Loguercio Cánepa**

**Porto Alegre, 2004**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM AGRONEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ALTERNATIVAS DE CONSTITUIÇÃO DA CADEIA  
PRODUTIVA DO BIODIESEL NA PERSPECTIVA DOS  
CENTROS DE P&D**

**Daniela Loguercio Cánepa**

**Orientador Prof. Dr Antônio Domingos Padula  
Co-orientador Prof. Dr. Orlando Martinelli Jr.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios do Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronegócios.

**Porto Alegre, 2004**

**ALTERNATIVAS DE CONSTITUIÇÃO DA CADEIA  
PRODUTIVA DO BIODIESEL NA PERSPECTIVA DOS  
CENTROS DE P&D**

**Daniela Loguercio Cánepa**

**Orientador Prof. Dr Antônio Domingos Padula**

**Co-orientador Prof. Dr. Orlando Martinelli Jr.**

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Annelise Engel Gerbase – Faculdade de Química – UFRGS**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lilia Maria Vargas – Escola de Administração - UFRGS**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edi Madalena Fracasso – Escola de Administração – UFRGS**

**Prof. Dr. Juan Algorta Plá – Faculdade de Economia - UFRGS**

**Data: 28/07/2004**

**Local: IEPE/UFRGS**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço às instituições de apoio à pesquisa, CAPES e CNPq, por terem possibilitado a realização deste trabalho.

Ao professor orientador da dissertação, Antonio Domingos Padula;

Ao professor co-orientador Orlando Martinelli Junior;

Aos colegas do Curso de Mestrado em Agronegócios;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios;

Aos pesquisadores Luiz Pereira Ramos, Miguel Joaquim Dabdoub Paz, Carlos Nagib Khalil Luciano Basto Oliveira;

Ao professor Juan Algorta Plá;

agradeço pelo apoio e orientação para escrever esta dissertação.

Finalmente, agradeço aos meus pais, Eugênio e Mercedes, e à minha irmã Laura, por tudo.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	10
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	6
LISTA DE TABELAS .....	7
SIGLAS E ABREVIATURAS .....	8
1 INTRODUÇÃO .....	11
1.1 Problema de Pesquisa .....	13
1.2 Objetivos da Pesquisa .....	18
1.3 Justificativa da Pesquisa .....	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	20
2.1 Crescimento Econômico e Avanço Tecnológico .....	20
2.1.1 Inovação e Difusão Tecnológica .....	21
2.1.2 Sistema Nacional de Inovação e Sistema Setorial de Inovação .....	24
2.2 Cadeias Produtivas Agroindustriais .....	25
2.3 Análise de Viabilidade .....	30
2.3.1 Planejamento Econômico .....	30
2.3.2 Programação e Projetos .....	32
2.3.3 Projeto: conceito e objetivos .....	33
2.3.4 Classificação de Projetos .....	34
2.3.5 Etapas de um Projeto .....	35
2.3.6 Elementos de Composição de um Projeto .....	36
2.4 O Biodiesel .....	37
2.4.1 Trajetória e Conceituação do biodiesel .....	37
2.4.2 Processo Tecnológico .....	40
2.4.3 Biodiesel em outros países .....	42
2.4.3 Contexto Energético .....	44
2.5 Proposta dos Elementos de Viabilidade a serem Considerados na Constituição de uma Cadeia Produtiva Agroindustrial .....	49
3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS .....	53
3.1 Delimitação da Pesquisa .....	54
3.2 Instrumentos de Pesquisa .....	57
3.3 Instrumentos de Análise .....	59
4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS .....	61
4.1 Representação Geral da Cadeia Produtiva do Biodiesel .....	61
4.2 Perspectivas de Viabilidade de Constituição da Cadeia Produtiva do Biodiesel .....	63
4.2.1 Ambiente Institucional e Organizacional .....	63
4.2.2 Consumo .....	68
4.2.3 Distribuição .....	76
4.2.4 Produção de Biodiesel .....	78
4.2.5 Industrialização de Matéria-Prima .....	84
4.2.6 Produção Agrícola .....	90
4.2.7 Produção de Insumos .....	93
4.3 Considerações Finais .....	94
5 CONCLUSÕES .....	98
5.1 Limitações da Pesquisa .....	100
5.2 Sugestões para pesquisas futuras .....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	103
ANEXOS .....	107

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Principais fatores motivadores da utilização de biodiesel.....	14
<b>Figura 2:</b> Representação geral de cadeias produtivas agroindustriais.....	28
<b>Figura 3:</b> Reação de transesterificação para obtenção de biodiesel.....	39
<b>Figura 4:</b> Fluxograma do processo de produção de biodiesel.....	41
<b>Figura 5:</b> Matriz energética do Brasil, da OECD e do mundo por fontes renováveis e não renováveis de energia.....	45
<b>Figura 6:</b> Evolução das importações de óleo diesel de 1987 a 2002.....	47
<b>Figura 7:</b> Participação das fontes de energia na oferta interna mundial.....	47
<b>Figura 8:</b> Elementos de viabilidade da pesquisa empírica.....	51
<b>Figura 9:</b> Representação esquemática das etapas da pesquisa.....	54
<b>Figura 10:</b> Mapa dos principais centros de P&D em biodiesel no país.....	55
<b>Figura 11:</b> Representação genérica da cadeia produtiva do biodiesel.....	62
<b>Figura 12:</b> Aspectos favoráveis e desfavoráveis à utilização de óleos vegetais <i>in natura</i> e óleos e gorduras residuais como matéria-prima para a produção de biodiesel.....	88
<b>Figura 13:</b> Aspectos favoráveis e desfavoráveis à utilização de etanol e de metanol para a produção de biodiesel.....	90
<b>Figura 14:</b> Aspectos favoráveis e desfavoráveis ao uso das principais oleaginosas pesquisadas como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel.....	92
<b>Figura 15:</b> Modelo de configuração da cadeia produtiva do biodiesel baseado na utilização de óleo de soja.....	96
<b>Figura 16:</b> Modelo de configuração da cadeia produtiva do biodiesel baseado na utilização de outras fontes de matéria-prima.....	97

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Produção de biodiesel na União Européia em 2003.....	43
<b>Tabela 2:</b> Evolução dos gastos em divisas com importações de petróleo e derivados de 1987 a 2002.....	46
<b>Tabela 3:</b> Emissões de poluentes do biodiesel puro e de misturas.....	73
<b>Tabela 4:</b> Produção, teor de óleo e produtividade de óleos vegetais no Brasil.....	85

## SIGLAS E ABREVIATURAS

BEN: Balanço Energético Nacional

CENPES: Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello

CEPAN: Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios

CERBIO: Centro de Referências em Biocombustíveis

COPPE: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia

GTI: Grupo de Trabalho Interministerial

IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*

IVIG: Instituto Virtual de Mudanças Globais

LADETEL: Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas

MCT: Ministério de Ciência e Tecnologia

MME: Ministério de Minas e Energia

OIE: Oferta Interna de Energia

OECD: *Organization for Economic Cooperation and Development*

P&D: Pesquisa e Desenvolvimento

SNI: Sistema Nacional de Inovação

SSI: Sistema Setorial de Inovação

TECPAR: Instituto de Tecnologias do Paraná

UFC: Universidade Federal do Ceará

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFPR: Universidade Federal do Paraná

USPRP: Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto

## RESUMO

O modelo atual de desenvolvimento que está baseado na capacidade inesgotável do ambiente em fornecer energia e matéria, passa a ser cada dia menos viável quando se avalia a situação a ser deixada para as futuras gerações. A utilização de fontes não-renováveis de energia, como o petróleo e seus derivados, tem proporcionado elevados índices de desenvolvimento em algumas nações, mas também tem causado sérios impactos ao meio ambiente. Já na década de 70, as crises relacionadas à volatilidade nos preços do petróleo e a força dos movimentos ambientalistas trouxeram a necessidade de uma nova orientação para as questões energéticas em geral, estimulando a busca por fontes renováveis de energia e, entre elas, alternativas no setor agrícola para produção de biocombustíveis. Sendo assim, diversos biocombustíveis vêm sendo testados em todo o país, sendo que um deles, o biodiesel, vem tendo seu interesse retomado nos últimos anos. O biodiesel é um produto obtido da transesterificação de óleos e gorduras de origem vegetal, animal ou residual, que possui características muito semelhantes ao diesel do petróleo. O biodiesel pode ser utilizado puro ou misturado ao óleo diesel em diferentes proporções, sendo que seu maior atrativo é o fato de ser um combustível renovável e menos poluente. Entretanto, o fato de uma tecnologia ser científica e tecnicamente viável não garante que ela seja socialmente aceita pelo mercado e que se torne um produto comercial de sucesso, já que fatores sociais, políticos, econômicos e psicológicos interferem na capacidade dos agentes de avaliar as alternativas disponíveis e tomar decisões. Diante disso, este trabalho visa analisar as alternativas de constituição da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil na perspectiva dos centros de P&D e, dessa forma, constatar junto a especialistas as questões fundamentais que têm sido consideradas na análise de viabilidade técnica, econômica e socioambiental da produção e comercialização deste produto. Para tanto, procurou-se identificar os principais elementos de viabilidade a serem abordados junto aos centros de P&D e, por meio de entrevistas em profundidade, delinear alternativas de configuração da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil.

## ABSTRACT

The current model of development, based on the environment inexhaustible capability to supply energy and matter, has been less and less feasible when it comes to what is about to be left to the following generations. The use of non-renewable energy sources, such as oil and its by-products, has provided a high development rate in some nations, but it has also caused great environmental impact. In the seventies, the crises related to the volatility of oil prices and the power of environmental movements had already raised the need for a new guideline on energy matters as a whole, stimulating the search for renewable energy sources and, among those, alternatives for the biofuels production in the agribusiness sector. Hence, several biofuels have been tested all over the country, out of which one particularly, biodiesel, has been arousing interest back in the past years. Biodiesel is a product obtained from transesterification in vegetal, animal or residual fat and oils which displays characteristics that are very similar to diesel oil's. It may be used pure or mixed in a variety of proportions, as a substitute to diesel oil, and is especially attractive for being a renewable and less polluting kind of fuel. However, being a certain technology scientifically and technically feasible is not a guarantee of social acceptance by the market and that it may become a commercial hit, as social, political, economical, and psychological factors interfere with the agents' capabilities of evaluating available alternatives and taking decisions. Facing that, this work aims to analyse alternatives for the biodiesel productive chain in Brazil according to R&D departments view and thus verify the fundamental matters that have been taking into account by specialists in the analysis of technical, economical, and socio-environmental feasibility of the manufacture and marketing of this product. For such a purpose, has seek to identify the main feasibility elements that were to be approached at the R&D departments, as well as outline alternatives for biodiesel productive chain configuration in Brazil.

# 1 INTRODUÇÃO

Reduzir os conflitos existentes entre aspectos socioeconômicos e ambientais é um dos grandes desafios do século XXI. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, e posteriores encontros internacionais de governantes, mostraram haver consenso entre os países participantes em efetivar gestões que promovam um novo padrão de desenvolvimento, que concilie métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica, e garantam a qualidade de vida para as futuras gerações.

A manutenção da qualidade de vida no planeta depende do equilíbrio entre três fatores fundamentais: crescimento populacional, utilização de recursos naturais e geração de resíduos, isso porque a humanidade cresce e consome cada dia mais e para isso utiliza-se dos recursos naturais disponíveis e gera resíduos no meio ambiente (Braga *et al.*, 2002).

A utilização dos recursos disponíveis, através de processos tecnológicos cada vez mais avançados, tem proporcionado elevados índices de desenvolvimento em algumas nações. No entanto, também tem produzido altos níveis de poluição e feito intenso uso de um recurso energético não renovável: o petróleo.

Nesse contexto, a sociedade inevitavelmente enfrentará no futuro o aumento da demanda de energia e a escassez de recursos energéticos não-renováveis, já que a geração de energia através de combustíveis fósseis, como o petróleo e seus derivados, não poderá fornecer infinitamente a energia requerida pela crescente população mundial. Assim, torna-se vital o estudo de fontes alternativas, principalmente de fontes renováveis que possam causar menores desgastes ao meio ambiente.

Já na década de 1970, as crises relacionadas à volatilidade nos preços do petróleo e a força dos movimentos ambientalistas trouxeram a necessidade de uma nova orientação para as questões energéticas em geral, estimulando a busca por fontes renováveis de energia e, entre elas, alternativas no setor agrícola para produção de biocombustíveis.

No Brasil, a experiência com biocombustíveis ocorreu, de maneira efetiva, a partir de 1975 com a criação do Programa Nacional do Álcool – Proálcool – que visava à substituição parcial do consumo de gasolina por etanol (álcool etílico), obtido a partir da cana-de-açúcar. Em vista disso, houve um direcionamento da agroindústria canavieira, estimulado por políticas públicas, no sentido de atender a essa nova demanda.

Recentemente, outro combustível, o biodiesel, tem sido cogitado como uma alternativa renovável para o país, desta vez para substituir parcialmente o óleo diesel de petróleo. Em relação a este biocombustível, o Ministério da Ciência e Tecnologia publicou em 2002, o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel – Probiobiodiesel – em que planejou desenvolver a tecnologia de produção e uso do biodiesel. Em 2003, o atual governo, demonstrou interesse em dar continuidade ao esforço do governo anterior, criando um grupo de trabalho interministerial para averiguar as possibilidades de produção e utilização de biodiesel no país.

O biodiesel é o produto obtido da transesterificação de óleos e gorduras de origem vegetal, animal ou residual e, possui características muito semelhantes ao diesel do petróleo, podendo ser utilizado como combustível puro ou misturado ao óleo diesel. No Brasil, diversos óleos possuem potencial para serem explorados para a produção de biodiesel, podendo-se citar alguns óleos vegetais como os de soja, mamona, colza (canola), palma (dendê), girassol; a gordura animal e os óleos de peixes; além da reutilização de óleos usados em frituras.

Entretanto, o fato de uma tecnologia ser científica e tecnicamente viável não garante que ela seja socialmente aceita pelo mercado e que se torne um produto comercial de sucesso, já que fatores sociais, políticos, econômicos e psicológicos interferem na capacidade dos agentes de avaliar as alternativas disponíveis e tomar decisões.

Diante disso, este trabalho visa analisar as perspectivas futuras da produção e utilização do biodiesel no Brasil, ou seja, buscar a opinião de especialistas sobre quais e como estão sendo consideradas as questões fundamentais relativas às alternativas de constituição da cadeia produtiva deste produto.

## 1.1 Problema de Pesquisa

As primeiras experiências com o biodiesel no Brasil datam de finais da década de 70 e início da década de 80. Na época, um sucedâneo vegetal para o óleo diesel de petróleo foi desenvolvido em Fortaleza e testes de aplicabilidade foram realizados com a participação de diversas instituições, destacando-se a Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial - NUTECH – e o Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (Parente, 2003).

As pesquisas incluíram a utilização de diferentes óleos vegetais para a fabricação de biodiesel, entre eles os óleos de soja, colza, algodão, dendê e girassol. Porém, tais pesquisas foram paralisadas, entre outros motivos, pelo desinteresse de órgãos financiadores. Dessa forma, esta e outras iniciativas referentes à produção de biodiesel no Brasil passaram por um período de dormência, que se estendeu até a década de 90.

Entretanto, atualmente, o interesse nesse produto substituto do óleo diesel de petróleo vem sendo retomado. Recentemente, uma profusão de encontros, simpósios e congressos sobre biodiesel tem resultado no fortalecimento de uma ampla rede de participantes interessados no desenvolvimento da cadeia produtiva deste produto e no aumento na demanda por estudos relacionados ao tema.

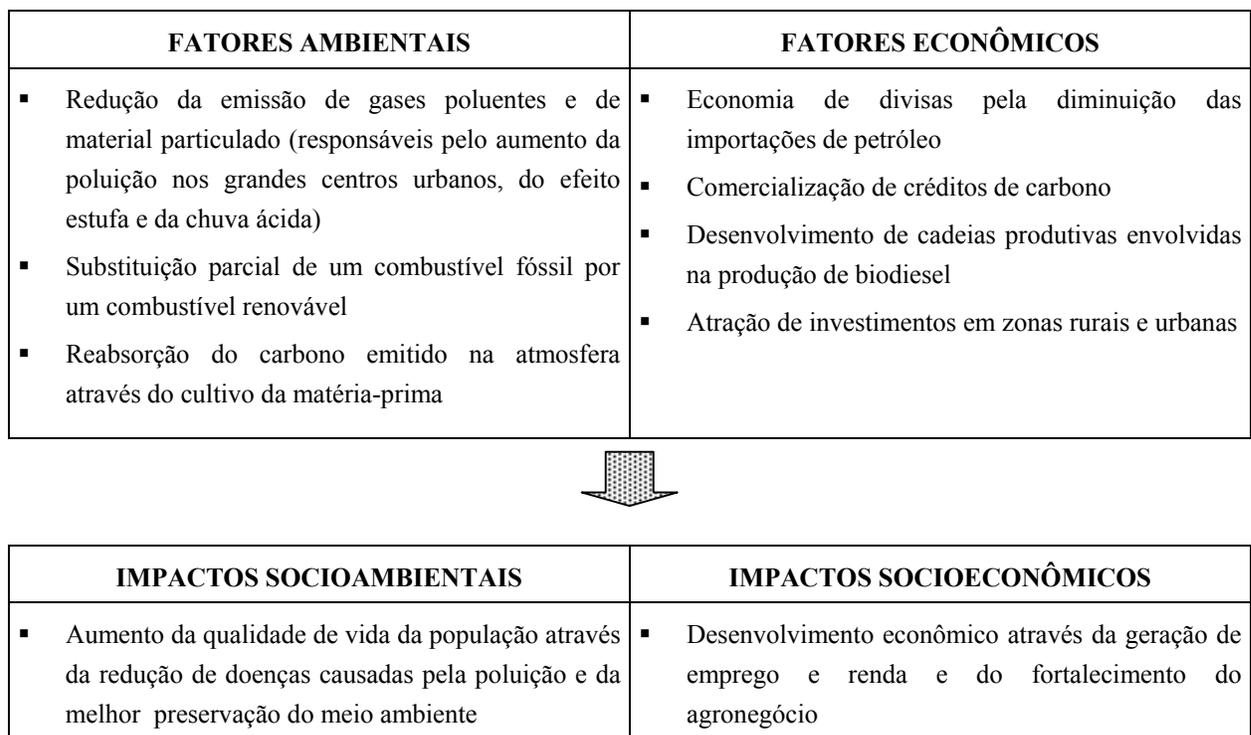
Dentre os eventos de maior relevância, pode-se destacar, no ano de 2002: o *1º Seminário Internacional de Biodiesel*, realizado em Curitiba, que resultou na criação do Centro de Referência em Biocombustíveis – CERBIO; no ano de 2003: a exposição *O Biodiesel e a Inclusão Social*, promovida em Brasília pelo Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica e o *1º Congresso Internacional de Biodiesel*, ocorrido em Ribeirão Preto e; no ano de 2004: o lançamento do *Pólo Nacional de Biocombustíveis* na cidade de Piracicaba. Tais eventos tiveram em comum a participação do governo e de instituições públicas e privadas interessadas na implementação do biodiesel no Brasil e a apresentação de trabalhos, projetos e ensaios de aplicabilidade do biodiesel.

Sabe-se hoje que produção de biodiesel pode variar consideravelmente de um país para outro, principalmente no que se refere à multiplicidade de matérias-primas que podem ser usadas para sua produção. Por ser fabricado fundamentalmente de óleos vegetais, os países que

atualmente produzem biodiesel em escala comercial o fazem de acordo com a disponibilidade de matéria-prima. Em países de grandes extensões territoriais, como é o caso do Brasil, essa variação pode dar-se inclusive de uma região para outra, o que implica numa maior complexidade do problema. De acordo com Plá (2002), uma oportunidade atrativa para o Brasil é a de aproveitar os excedentes da produção de óleo de soja para a fabricação de biodiesel abrindo possibilidades para futuramente serem utilizados outros óleos.

Quanto ao seu emprego, também ocorrem variações significativas, já que o biodiesel pode ser utilizado puro ou adicionado em diferentes proporções ao óleo diesel em motores de veículos particulares, frotas cativas, transporte de cargas, geradores de energia elétrica, entre outros.

No Brasil, a produção de biodiesel é ainda incipiente e, em sua maior parte, visa atender a demanda de testes de aplicabilidade com esse biocombustível. No entanto, pode-se constatar a partir do aumento no número de eventos promovidos no país relacionados ao tema biodiesel, que há um crescente esforço de articulação dos agentes interessados na constituição dessa cadeia, devido às vantagens que se estima obter com o uso deste produto. A Figura 1 mostra os principais fatores que estimulam a utilização de biodiesel no Brasil e seus impactos na sociedade.



**Figura 1.** Principais fatores motivadores da utilização de biodiesel.

Como pode ser visto na Figura 1, a substituição de um combustível fóssil, como o petróleo e seus derivados, por fontes renováveis de energia, como o biodiesel, é uma alternativa que deve ser avaliada não apenas do ponto de vista técnico-econômico como também do ponto de vista sócio-ambiental.

Os benefícios ambientais que se poderá obter da substituição parcial do óleo diesel pelo biodiesel estão relacionados, principalmente, à redução na emissão de poluentes (gás carbônico, dióxido de enxofre, material particulado, entre outros) pelos veículos de transporte que utilizam o óleo diesel como combustível. Nos grandes centros urbanos, a utilização do biodiesel, além de melhorar a qualidade de vida da população, poderia reduzir os gastos com saúde pública nos casos de enfermidades relacionadas à poluição.

Além disso, problemas ambientais globais, como o aquecimento do planeta (efeito estufa), têm sido objetos de discussão em conferências mundiais e de acordos internacionais. Exemplo disso é o Protocolo de Kyoto, firmado em 1997, que buscou o comprometimento de diversos países, inclusive o Brasil, em reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Neste sentido, a importância dos biocombustíveis é crescente, já que as emissões decorrentes do uso de combustíveis fósseis são responsáveis por mais de 50% do total de emissões (Carvalho, 2002).

Soma-se a esse, o fato de tratar-se da utilização de um recurso energético renovável, e que pode absorver, em seu próprio ciclo, o gás carbônico que emitiu na atmosfera. Isso ocorre porque o cultivo de matérias-primas agriculturáveis para a produção de biodiesel (soja, mamona, canola, palma, girassol, etc.) é capaz de reabsorver parte do carbono emitido na atmosfera pela combustão desse óleo.

Do ponto de vista estratégico, a utilização de biocombustíveis diminui a dependência de uma região extremamente conflituosa, o Oriente Médio, que concentra 65% do petróleo mundial (BRASIL; MCT, 2002). Pode-se destacar também a economia de divisas pela redução de importações de petróleo e a certificação e obtenção de créditos de carbono. Além disso, o Brasil pode tornar-se referência mundial na produção de biocombustíveis devido à experiência acumulada com o Proálcool e ao potencial para produção de oleaginosas.

Aspectos socioeconômicos como a geração de empregos e renda, o desenvolvimento e o fortalecimento de determinadas cadeias produtivas, a redução da migração rural e o desenvolvimento sustentado e descentralizado do agronegócio brasileiro também podem ser apontados como fatores de motivação fundamentais para a utilização do biodiesel.

Entretanto, muitos destes benefícios da utilização de biocombustíveis já citados, especialmente os socioambientais, são ainda de difícil valoração econômica, já que correspondem a *externalidades positivas*. Como *externalidades*, esses fatores não são contemplados na economia de mercado pelas leis da oferta e da demanda e só podem ser incorporados através de instrumentos desenvolvidos pela Política Ambiental.

Tendo em vista esses aspectos, o governo federal tem demonstrado interesse no desenvolvimento da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil. O Probiodiesel, lançado pelo governo anterior em portaria ministerial, visava ao “desenvolvimento, integrado em rede, das tecnologias de produção, de industrialização e de uso do biodiesel e de misturas com diesel, a partir de óleos puros e residuais produzidos regionalmente” e previa a “adição de até 5% de biodiesel ao diesel comum a partir de 2004”. Já o governo atual, através da criação de um Grupo de Trabalho Interministerial, solicitou um estudo para averiguar as possibilidades de produção e utilização de biodiesel no país.

Além do Governo, uma extensa rede de parcerias que inclui universidades, centros de P&D (pesquisa e desenvolvimento), montadoras de veículos, fabricantes de autopeças e sistemas, companhias de petróleo e indústrias de óleos vegetais, tem se desenvolvido e gerado importantes avanços no caminho da implementação da produção e utilização do biodiesel, sendo que, os centros de P&D, ligados a instituições públicas e privadas, vêm desempenhando um papel estratégico de atuação nessa rede.

Os benefícios potenciais da implementação do biodiesel, aliados à sinalização do governo federal em incluir o biodiesel na matriz energética nacional e à ampliação de uma rede de agentes interessados na comercialização do produto, têm gerado uma série de discussões em torno das perspectivas de viabilização do biodiesel no país.

Do ponto de vista técnico, a base tecnológica requerida para a fabricação de biodiesel no Brasil já é de domínio nacional e está difundida entre os centros de P&D, ainda que, determinados aspectos referentes ao aperfeiçoamento do processo tecnológico estejam sendo desenvolvidos no país. Como exemplo de tais avanços, podem ser citadas as pesquisas de aprimoramento da rota etílica para fabricação do biodiesel em virtude da disponibilidade nacional de etanol, que difere da rota metílica utilizada nos demais países.

Em termos econômicos, a situação torna-se mais complexa, já que o produto substituto do biodiesel é o óleo diesel de petróleo que, no Brasil, recebe subsídios governamentais a título de importância social por ser utilizado em praticamente todo o transporte coletivo e de cargas no país, o que dificulta a competitividade econômica do biodiesel.

Estudos preliminares estimam que, em valores de abril de 2002, o custo do biodiesel de óleo de soja (não incluindo os impostos e a margem do produtor) estaria entre 5 e 15% superior ao do óleo diesel (Pinazza, 2003), o que pode inviabilizar seu uso caso seja deixado à mercê das leis de mercado.

Entretanto, alguns fatores podem contribuir para a viabilização econômica do biodiesel, como é o caso da valoração dos benefícios socioambientais do uso do biodiesel, bem como dos danos causados pela utilização do óleo diesel de petróleo, e sua consideração nas análises de viabilidade econômica e na criação de políticas públicas que visem favorecer produtos de menor impacto ao meio ambiente. De outro lado, estima-se que a aprendizagem dos processos de fabricação do biodiesel e o aumento de sua produção comercial, possam reduzir consideravelmente seus custos.

Diante da problemática apresentada e do fato de os centros de P&D acumularem a maior parte do conhecimento e das experiências com biodiesel no país, este trabalho pretende analisar como estes centros estão considerando as perspectivas de viabilidade de implementação do biodiesel no Brasil. Dessa forma, o problema de pesquisa proposto, se traduz na seguinte questão: **como estão sendo consideradas as perspectivas de viabilidade da constituição da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil pelos centros de P&D?**

Apesar de inúmeros esforços empregados por diferentes agentes interessados na produção comercial de biodiesel, tal cadeia produtiva ainda não está estabelecida no país e, portanto, torna-se interessante fazer um estudo prospectivo desta cadeia. Além disso, acredita-se poder inserir o problema da viabilidade do biodiesel numa análise integrada de cadeias produtivas, já que as oportunidades e os obstáculos que estão sendo discutidas em âmbito nacional englobam questões que vão desde a produção da matéria-prima até a comercialização e consumo do produto final.

Já a abordagem do trabalho segundo a visão dos centros de P&D justifica-se não apenas pelo fato de estes concentrarem grande parte do conhecimento adquirido sobre a tecnologia de produção e utilização do biodiesel, como também por estarem atuando na articulação de parcerias necessárias para implementação do biodiesel no Brasil.

## 1.2 Objetivos da Pesquisa

Tendo em vista a problemática de pesquisa exposta na seção 1.1, o **objetivo geral** do trabalho aqui proposto é analisar as alternativas de viabilidade da constituição da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil tendo em vista os principais aspectos considerados pelos centros de P&D.

Os **objetivos específicos** decorrentes do objetivo geral são:

- Identificar na revisão da literatura os principais elementos de viabilidade que possam ser analisados segundo uma perspectiva de cadeias produtivas agroindustriais;
- Analisar como os elementos de viabilidade estão sendo considerados pelos centros de P&D para a constituição da cadeia produtiva do biodiesel;
- Delinear alternativas de constituição da cadeia produtiva de biodiesel no Brasil.

### **1.3 Justificativa da Pesquisa**

O presente trabalho, possui um caráter exploratório, já que não existem estudos que abordem a questão da viabilidade do biodiesel numa perspectiva de cadeias produtivas agroindustriais. Dessa forma, se faz interessante um estudo que reúna e sistematize as informações referentes à percepção dos centros de P&D sobre as possibilidades de constituição da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil e proponha caminhos para novas pesquisas sobre o agronegócio do biodiesel.

Acredita-se que o estudo das opiniões de especialistas dos centros de P&D, dos aspectos convergentes e divergentes, sobre as perspectivas de viabilidade da constituição da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil possa ser útil no sentido de orientar pesquisas futuras e apontar caminhos para o desenvolvimento de políticas públicas para o setor.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo tem o objetivo de apresentar o conjunto de conceitos e teorias utilizados para o desenvolvimento da presente pesquisa. Basicamente, a exposição do referencial teórico estará dividida em quatro partes.

Na primeira seção, serão discutidas as relações existentes entre o crescimento econômico e o avanço tecnológico, enfatizando os impactos das inovações e difusões tecnológicas e com o objetivo fundamental de dar subsídios teóricos à compreensão da questão da inserção de uma nova tecnologia energética num contexto amplo de desenvolvimento.

A segunda seção apresentará os conceitos e metodologias referentes à análise de cadeias produtivas agroindustriais, os quais servirão como ferramenta principal para a estruturação da pesquisa.

Na terceira seção, será abordada a metodologia de análise de viabilidade de projetos, da qual serão extraídos os elementos fundamentais para a elaboração dos instrumentos de pesquisa e análise.

Finalmente, na quarta seção, será feita uma breve revisão da literatura específica sobre o objeto de pesquisa e o contexto no qual está inserido com o objetivo de complementar os aspectos teóricos e adaptá-los ao problema de pesquisa em questão.

### **2.1 Crescimento Econômico e Avanço Tecnológico**

O crescimento econômico de um país é medido pelo aumento do produto *per capita* de sua população e pode ser proveniente da acumulação de capital e/ou do progresso tecnológico (Blanchard, 1999). Particularmente neste trabalho, interessa a relação existente entre crescimento

econômico e progresso tecnológico, o qual se sabe, é alcançado pelas economias modernas por consequência de atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Segundo Blanchard (1999), a relação entre investimentos em P&D e avanço tecnológico baseia-se em dois aspectos principais: a produtividade das pesquisas, ou seja, quanto dos gastos com P&D se traduz em novas idéias e produtos, e a apropriabilidade dos resultados da pesquisa, que capta até que ponto as empresas se beneficiam dos resultados de sua P&D.

Como foi dito no capítulo anterior, as questões relativas ao desenvolvimento econômico e tecnológico das nações, vêm sofrendo fortes influências dos movimentos sociais e ambientalistas. De acordo com estes movimentos, a lógica atual de desenvolvimento seguida pela grande maioria dos países, não satisfaz às necessidades humanas, já que gera um modelo de produção e consumo insustentável, que fortalece as imposições de mercado.

Dessa forma, as inovações e difusões de novas tecnologias refletem os impactos destas mudanças paradigmáticas, uma vez que o conhecimento científico avança em determinadas direções e o ambiente atua na seleção das alternativas tecnológicas viáveis. Neste contexto, o desenvolvimento de novas tecnologias energéticas possui uma importância estratégica, pois permeia praticamente todos os setores da economia.

### **2.1.1 Inovação e Difusão Tecnológica**

Ao longo do tempo, as teorias econômicas buscaram explicar a dinâmica do processo de inovação e difusão tecnológica e seus impactos na estrutura industrial e na organização das instituições. Os neoclássicos, segundo Cassiolato (1994), baseiam-se na noção de “função produtiva” para suas teorias sobre mudanças tecnológicas e entendem que o progresso técnico é determinado de maneira exógena, ou seja, se supõe que a tecnologia é um bem gratuito, geralmente aplicável e fácil de reproduzir.

Em contraponto à teoria neoclássica surgiram as teorias conhecidas como evolucionistas ou neo-schumpeterianas, representadas nos trabalhos de Nelson e Winter, e que seguiram se desenvolvendo com as idéias de Dosi e outros autores, durante as décadas de setenta e oitenta. De acordo com Cassiolato (1994), as teorias evolucionistas definem o processo de inovação e

mudança tecnológica como “uma atividade caracterizada por uma heurística altamente seletiva que procede por trajetórias interrompidas por descontinuidades importantes associadas ao surgimento de novos paradigmas tecnológicos”.

De acordo com Deza (1995), a idéia comum que liga a geração de estudos neoschumpeterianos, que podem ser agrupadas na denominação de “análise evolucionista”, é a concepção do desenvolvimento tecnológico como um processo evolutivo, dinâmico, acumulativo e sistêmico, para cuja compreensão é preciso integrar as relações de interação dialética entre o desenvolvimento das tecnologias e a dinâmica econômica.

Este autor afirma que o ponto chave das teorias evolucionistas da inovação, que rompem com a concepção neoclássica, é a de que a tecnologia não é um dado que aparece definitivamente realizado no momento em que nasce, senão que vai se desenvolvendo gradualmente ao mesmo tempo em que se difunde num contexto industrial, econômico e social específico com quem mantém um *feedback* permanente.

Giovanni Dosi, um dos principais autores evolucionistas, definiu em 1982, o conceito de “paradigma tecnológico” - em analogia ao “paradigma científico” de Kuhn<sup>1</sup> - como “um padrão ou modelo de princípios derivados de conhecimentos das ciências naturais e da tecnologia existente que define o campo de investigação, os problemas a serem resolvidos e os procedimentos para resolvê-los”.

Um novo paradigma tecnológico emerge a partir de novas possibilidades oferecidas pela ciência, mas sua configuração não deriva direta e exclusivamente da ciência, pois intervém nela critérios de discriminação e seleção emanados de instâncias econômicas e institucionais. As forças econômicas e os fatores institucionais e sociais operam como um mecanismo de seleção fundamental de um novo paradigma (Deza, 1995).

De acordo com Freeman e Perez (1988), as inovações podem ser de dois tipos: radicais ou incrementais. Uma inovação radical, geralmente determina uma mudança de paradigma, já que, quando introduzidas no mercado, não possuem antecedentes. Estas mudanças são provenientes, na maioria das vezes, de setores de P&D das empresas, de universidades e centros de pesquisa

---

<sup>1</sup> Kuhn, T., 1962. A Estrutura das Revoluções Científicas.

ligados a órgãos governamentais. Uma inovação incremental deriva de produtos ou processos existentes e são provenientes, na maioria das vezes, de processos de aprendizagem (*learning by doing* e *learning by using*).

As inovações tecnológicas costumam ter diferentes alcances na economia. Um conjunto de inovações radicais e incrementais pode determinar o surgimento de um novo sistema tecnológico caso afete, direta ou indiretamente, vários setores da economia, constituindo uma mudança no paradigma técnico-econômico.

Entretanto, o alcance de tais inovações não depende exclusivamente de sua viabilidade técnico-científica, já que a sociedade possui um papel decisivo de seleção e aceitação destas inovações. Diversos fatores, podendo-se citar os sociais, políticos e psicológicos, interferem na capacidade de avaliar e optar por distintas alternativas tecnológicas.

Sendo assim, diferentes mecanismos de prospecção podem ser utilizados a fim de prever tendências e anseios da sociedade em geral. A consulta de especialistas pode ser uma ferramenta bastante útil no sentido de entender os aspectos relativos à introdução de novas tecnologias no mercado.

Dosi concede particular importância ao papel das forças públicas e institucionais frente à geral debilidade dos mecanismos de mercado para selecionar direções tecnológicas nos estágios iniciais da história de uma indústria, sendo que o estágio final da seleção está situado no mercado, que sanciona uma ou várias opções (Deza, 1995).

As inovações, de acordo com Tigre (1998), podem não representar em si impactos econômicos significativos, já que se deve dar a devida importância à velocidade e abrangência da difusão destas inovações na economia. De acordo com o autor:

“A difusão de inovações depende do conjunto de fatores condicionantes favoráveis, incluindo inovações complementares, criação de infra-estrutura apropriada, quebra de resistência de empresários e consumidores, mudanças na legislação e aprendizado na produção e uso de novas tecnologias. Assim, embora a inovação abra oportunidades para empresas crescerem, criarem mercados e exercerem o poder monopolístico temporário, somente sua difusão ampla tem impacto macroeconômico.” (Tigre, 1998, p. 79)

A difusão de uma inovação implica numa interação entre forças tecnológicas, organizativas, econômicas, sociais e políticas. O período de difusão se estende durante um período em que a atividade de invenção e os aperfeiçoamentos e modificações essenciais ainda continuam (Deza, 1995).

Economicamente essas fases podem ter uma importância tão grande como a invenção inicial, já que o aumento do conhecimento científico permite uma gradual redução de custos de inovações. Inicialmente, a maior parte dos inventos são relativamente toscos e ineficientes. Pode ocorrer que as melhoras posteriores reduzam os custos de forma que aumente a vantagem existente em princípio com respeito às técnicas tradicionais (Deza, 1995).

Diante disso, pode-se dizer que, em favor dos avanços tecnológicos de um país, deva-se propiciar o desenvolvimento da capacidade de gerar novas tecnologias e/ou a incorporação de novos paradigmas tecnológicos dentro de seu sistema econômico. Essa capacidade diferencial de um país em estabelecer as condições associadas à inovação tecnológica denomina-se Sistema Nacional de Inovação – SNI.

### **2.1.2 Sistema Nacional de Inovação e Sistema Setorial de Inovação**

Os SNI representam o conjunto de instituições e agentes que contribuem, individual e conjuntamente, para a criação, acumulação e transferência de conhecimentos, habilidades e artefatos que compõem uma nova tecnologia (Révillion, 2004). Sendo assim, os SNI incluem além da empresa e de suas atividades de P&D - entendidas como pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental - um conjunto de instituições - que incluem universidades, institutos públicos de pesquisa, agências públicas e privadas de fomento aos investimentos em inovação e o sistema educacional (Hasenclever; Ferreira, 2002).

Entretanto, em função da abrangência de um SNI e da complexidade de sua análise, é interessante que se estabeleçam recortes setoriais em função do produto que está sendo focado, os Sistemas Setoriais de Inovação – SSI. A desagregação de um Sistema Nacional de Inovação em diferentes setores é possível devido ao fato de que as características do progresso tecnológico

e dos fluxos de informações científico-tecnológicas variam enormemente entre os diversos setores (Freeman & Soete, 1997; Pavitt, 1984).

Os sistemas setoriais segundo Malerba (2003) são compostos de três dimensões, que afetam tanto a geração e adoção de novas tecnologias quanto à organização da inovação e produção, sendo elas: (i) o conhecimento e domínio tecnológico, caracterizado pela base de conhecimento, tecnologias e insumos e cujo foco de análise está voltado para as fronteiras setoriais; (ii) os atores e redes, que correspondem aos agentes organizacionais e individuais que compõe o setor; e (iii) as instituições, que incluem normas, rotinas, regras, hábitos e leis que conduzem as ações dos agentes.

O conceito de sistema setorial de inovações permite uma visão multidimensional integrada e dinâmica da inovação em seus setores. Tal abordagem pode ser utilizada para fazer uma análise descritiva das diferenças e similaridades da estrutura, organização e fronteiras entre os setores; para o entendimento das diferenças e similaridades de trabalho, dinâmica e transformação entre os setores; para a identificação dos fatores que afetam a inovação, a performance comercial e a competitividade internacional de firmas e países em diferentes setores e para o desenvolvimento de novas políticas públicas (Malerba, 2003).

## **2.2 Cadeias Produtivas Agroindustriais**

A proposta desta pesquisa em analisar o problema da implementação do biodiesel no Brasil numa perspectiva de cadeias produtivas agroindustriais, já que se trata de um produto fundamentalmente fabricado a partir de fontes agriculturáveis e que todas as etapas envolvidas na produção e comercialização deste produto se relacionam e interferem na sua viabilidade, traz consigo a necessidade de um aporte teórico que dê embasamento à pesquisa aplicada.

O agronegócio contempla o conjunto de atividades envolvidas na produção agroindustrial, desde a produção de insumos até a distribuição e consumo do produto final, sendo composto de inúmeras cadeias produtivas e de instituições de apoio que formam o ambiente na qual elas estão

inseridas. Atribui-se a John A. Davis e Ray A. Goldberg<sup>2</sup> a criação do conceito de *agribusiness*, definido como:

“a soma das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, do armazenamento, processamento e distribuição de produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles.” (Batalha; Silva, 2001, p.27)

De acordo com Batalha; Silva (2001), a literatura referente ao estudo de problemas agroindustriais possui duas vertentes metodológicas principais. Uma delas é a noção de *commodity system approach*, originada em Harvard e utilizada por Goldberg em 1968 para estudar os sistemas produtivos do trigo, da soja e da laranja nos Estados Unidos. A outra, desenvolveu paralelamente na década de 1960 o conceito *filière*, no âmbito da escola industrial francesa aplicada ao estudo da organização agroindustrial.

Conforme Goldberg (1968), a idéia central que está por trás do conceito de *commodity system approach* é que se administradores, públicos ou privados, estão desenvolvendo estratégias e políticas efetivas para o agronegócio, eles devem conhecer o sistema produtivo global e entender as interações que ocorrem entre as partes que atuam neste sistema.

Os trabalhos desenvolvidos a partir da difusão do conceito de *agribusiness* e sua aplicação imediata para a formulação de estratégias corporativas tiveram grande impacto sobre a compreensão da evolução das atividades agroindustriais norte-americanas, principalmente devido à simplicidade de operacionalização. Segundo Zylbersztajn (2000), os trabalhos baseados no *commodity system approach* são constituídos de uma análise com base sistêmica e consideram dois níveis de agregação: o nível da firma e dos ambientes macroeconômico e institucional que afetam a coordenação do sistema.

Ainda de acordo com Zylbersztajn (2000), alguns aspectos referentes à metodologia desenvolvida por Goldberg merecem destaque:

- a focalização no sistema de um único produto, o que passou a caracterizar o enfoque de sistemas de *agribusiness*;

---

<sup>2</sup> Davis, J. H.; Goldberg, R. A., 1957. *A concept of agribusiness*.

- a definição de um *locus geográfico*, o que mostra outra característica de delimitação do campo analítico;
- o tratamento explícito do conceito de coordenação, provendo importante espaço para a análise institucional;
- o reforço das características diferenciais dos sistemas do *agribusiness* dos outros sistemas industriais, colocando maior importância nos fatores que influenciam as flutuações da renda agrícola.

Nesta mesma direção, a escola industrial francesa também propôs uma visão sistêmica para os estudos agroindustriais. Não há um consenso sobre a definição precisa de *filière*; entretanto, a mais corrente é “cadeias de produção”. Segundo Morvan (1991), uma *filière* (ou uma cadeia de produção) é constituída de três elementos principais:

- uma sucessão de operações de transformações, dissociáveis, separáveis e ligadas entre si pelos encadeamentos de técnicas;
- um conjunto de relações comerciais e financeiras que se estabelecem entre todos os estágios de transformação;
- um conjunto de ações econômicas, que presidem a valoração dos meios de produção e que asseguram a articulação destas operações.

Dessa forma, a *analyse de filière* foi uma metodologia desenvolvida para englobar estes elementos e entender como eles se articulam entre si. De acordo com Morvan, as principais aplicações do conceito de cadeia de produção agroindustrial são: (i) uma ferramenta de descrição técnico-econômica; (ii) uma metodologia de divisão setorial do sistema produtivo; (iii) uma base referencial para formulação de políticas industriais; e (iv) um método de análise da estratégia das firmas.

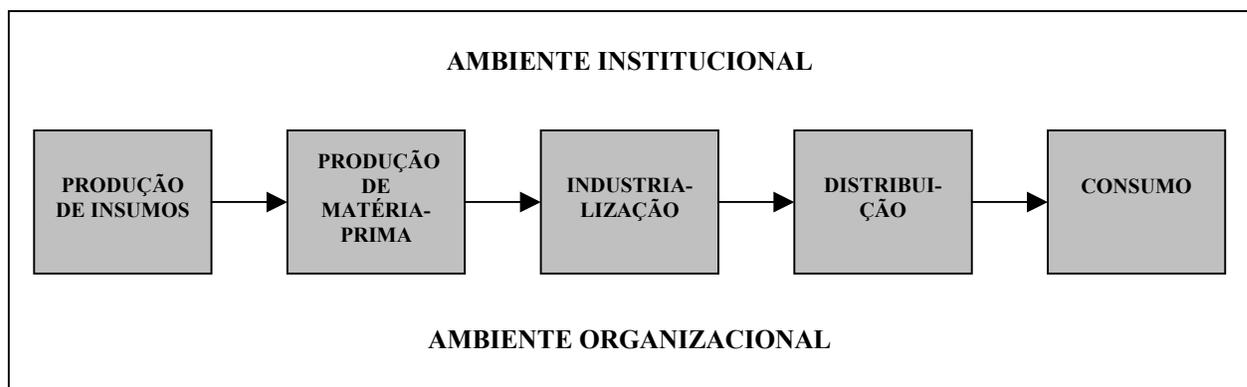
Vale ressaltar que, tanto a noção de *commodity system approach* como a de *analyse de filière*, são metodologias que propõem uma abordagem sistêmica dos problemas agroindustriais, incorporando desde as operações ligadas à produção de insumos até as operações de

comercialização dos produtos finais e as interrelações entre elas e com o ambiente na qual estão inseridas.

Contudo, dentre as diferenças existentes entre as duas vertentes apresentadas está o fato de a análise em termos de cadeia de produção (ou *filière*) proposta pela escola francesa partir do consumo do produto final, ou seja, do mercado. Em contraponto, a análise em termos de *commodity system approach* geralmente é iniciada a partir de uma matéria-prima base.

Visto isso, a utilização da terminologia “cadeia produtiva agroindustrial” utilizada neste trabalho está associada ao conceito de “cadeia de produção” já descrito, onde a cadeia em questão é definida a partir da identificação do produto final, neste caso o biodiesel, e sua análise, portanto, é iniciada pelo consumo.

As cadeias produtivas agroindustriais são compostas de diversos segmentos, que vão desde a produção de insumos para a fabricação de matéria-prima, passando pela industrialização ou fabricação do produto propriamente dito, até a distribuição e consumo do produto final. Tais componentes da cadeia estão inseridos em um ambiente regido por leis e normas e composto de organizações de interesse público ou privado que atuam ao longo da cadeia. Um modelo genérico de representação de uma cadeia produtiva agroindustrial é mostrado na Figura 2.



**Figura 2:** Representação simplificada de uma cadeia produtiva agroindustrial.

**Fonte:** Adaptado de Zylbersztajn, 1996.

A Figura 2 representa esquematicamente uma cadeia produtiva agroindustrial qualquer em que as operações ocorrem sucessivamente de modo linear. Evidentemente esta é uma representação simplificada e de caráter geral, já que numa cadeia produtiva agroindustrial ocorre uma complexa rede de operações que não se desenvolvem de maneira linear.

É importante ressaltar ainda que o modelo representado na Figura 2 não contempla dois aspectos importantes das cadeias produtivas: primeiro, a característica sistêmica das relações existentes entre os elementos da cadeia e, segundo, a dinamicidade, já que as cadeias produtivas se modificam ao longo do tempo.

Embora, a literatura acerca de cadeias produtivas agroindustriais já tenha evoluído para modelos mais modernos que mais se parecem com redes de relações entre os elementos constituintes de uma cadeia, o modelo da Figura 2 é útil no sentido de ilustrar de forma clara e simplificada a seqüência de operações básica existente numa cadeia produtiva agroindustrial, além de ser bastante genérico.

Os elementos constituintes de uma cadeia produtiva agroindustrial que aparecem na Figura 2, usualmente chamados de segmentos da cadeia (consumo, distribuição, industrialização, produção de matéria-prima e produção de insumos) e de ambiente no qual as cadeias se inserem (institucional e organizacional), são definidos como:

- **Ambiente Institucional e Organizacional:** corresponde ao conjunto de leis e normas, às regras tácitas ou explícitas, que regulam as relações entre os agentes da cadeia no mercado nacional e internacional e promovem as condições de atuação na cadeia. É constituído de instituições e organizações locais, regionais, nacionais e internacionais que influenciam na criação e modificação do conjunto de tais regras.
- **Consumo:** corresponde ao consumo do produto final pelo mercado, ou seja, ao objetivo último da existência de uma determinada cadeia produtiva para onde convergem as operações existentes na cadeia. Os consumidores são os agentes que fazem andar a cadeia produtiva estabelecendo a demanda pelo produto final, que está baseada em fatores como renda, preferências, expectativas, entre outros.
- **Distribuição:** corresponde às operações envolvidas com o transporte e armazenamento dos produtos acabados. Basicamente, a distribuição pode ocorrer de duas formas: varejo, que é o último contato com o consumidor, e o atacado, que corresponde a uma etapa intermediária entre a indústria e o varejo, onde ocorre uma centralização do produto com o intuito de abastecer o varejo.

- **Industrialização:** corresponde às operações que ocorrem dentro das unidades industriais para a fabricação do produto propriamente dito. Os agentes deste segmento são empresas que variam desde pequenas empresas familiares até grandes redes internacionais.
- **Produção de Matéria-Prima:** corresponde à produção das matérias-primas necessárias para a fabricação do produto. Este segmento pode geralmente ser dividido em produção agrícola e produção industrial de matérias-primas.
- **Produção de Insumos:** corresponde à indústria de produção de sementes, fertilizantes, defensivos e maquinário para a produção agrícola, geralmente comum a todas as cadeias produtivas agroindustriais.

## 2.3 Análise de Viabilidade

Estudos de viabilidade técnica e econômica costumam ser tratados segundo a metodologia de elaboração e análise de projetos industriais. A literatura referente a essa metodologia é bastante vasta e encontra-se no campo da economia aplicada. Surgida para fundamentar as decisões sobre investimentos governamentais e da iniciativa privada, esta técnica é utilizada dentro de um contexto global de desenvolvimento econômico e deve seguir determinadas diretrizes estabelecidas por um país ou região.

### 2.3.1 Planejamento Econômico

O estudo da ciência econômica antes de constituir simples preocupação acadêmica, tem por objetivo desenvolver instrumentos de análise que facilitem a identificação dos problemas básicos da comunidade e possibilitem o uso racional dos recursos escassos disponíveis a fim de acelerar o processo de desenvolvimento (Holanda, 1975).

Pode-se dizer que o princípio básico da economia é obter uma alocação ótima dos bens escassos. O modelo econômico atual presente em quase todos os países do mundo, baseia-se no fato de que o acesso aos bens e serviços é determinado pelas leis econômicas de mercado, ou

seja, pela lei da oferta e da demanda. As variações ocorrem conforme a intervenção do Estado, sendo maior em alguns países e menos atuante nos países de economia mais liberal.

Entretanto, de acordo com Melnick & Nações Unidas (1981), concluiu-se que, especialmente em países pouco desenvolvidos, não se deve deixar o desenvolvimento econômico à mercê das forças da economia de mercado, mas orientar a economia de modo específico para obter um ritmo mais ativo de crescimento da renda *per capita*.

Nesse sentido, conforme Holanda (1975), considerável atenção é dada às técnicas de planejamento econômico, como instrumentos de administração pública e privada que visam a aumentar a eficiência, racionalidade e segurança das decisões de funcionários públicos e empresários particulares, na órbita econômica, através da maximização do rendimento social e privado no uso de recursos escassos.

Segundo esse autor, o planejamento econômico pode ser definido como “a aplicação sistemática do conhecimento humano para prever e avaliar cursos de ação alternativos com vistas à tomada de decisões adequadas e racionais, que sirvam de base para ação futura”. O planejamento é definido por Mindlin (2001) como sendo uma técnica que consiste em assegurar o equilíbrio entre os níveis de produção e demanda de bens, dada a oferta de fatores de produção, de forma a atingir certos objetivos básicos. Desses objetivos, pode-se entender, os que são fundamentais ao desenvolvimento econômico de um país ou de uma região.

Dessa forma, pode-se dizer que o planejamento é utilizado para obter a melhor combinação de recursos disponíveis a fim de atingir os objetivos nacionais. É importante salientar que mesmo nos países que possuem uma economia mais liberal, existe um planejamento mínimo ou um conjunto de indicações gerais que buscam complementar e corrigir as imperfeições do mercado e que orientam as políticas do governo e as decisões de investimentos dos empresários privados.

Para alcançar os seus objetivos de planejamento, os governos utilizam-se de diversos instrumentos de política econômica que se diferenciam entre si pelo seu grau de generalidade ou especificidade ou pela maior ou menor influência sobre a natureza e estrutura do sistema econômico e sobre o funcionamento dos mecanismos de mercado (Holanda, 1975).

Portanto, o “mercado” não define por si só, o rumo do desenvolvimento econômico, pois o Estado pode atuar de maneira pró-ativa nestas escolhas. As projeções de crescimento setorial, por exemplo agrícola ou industrial, dependerão tanto das estimativas de demanda como da estratégia adotada pelo governo para o padrão de desenvolvimento escolhido (Mindlin, 2001).

Dessa forma, conforme Melnick & Nações Unidas (1981), a questão do desenvolvimento econômico engloba desde aspectos teóricos e conceituais básicos, na macroeconomia, até as fases práticas e executivas, na microeconomia. Dentro dessa perspectiva, incluem-se tanto as técnicas de programação global e setorial, como também as técnicas relativas à preparação e avaliação de projetos individuais de investimento.

### **2.3.2 Programação e Projetos**

Tem-se como ponto de partida de um projeto, que este deve sempre inserido num contexto amplo de planejamento do desenvolvimento econômico do país ou da região. No sentido prático do planejamento, está a programação, que tem a finalidade de fixar um conjunto de metas coerentes de produção compatíveis entre si e com a estabilidade do sistema. Ou seja, os planos globais de desenvolvimento costumam dar origem a uma série de programas setoriais e regionais que por sua vez irão impulsionar os investimentos da iniciativa privada.

De acordo com Melnick & Nações Unidas (1981), “o programa revelará a natureza das possíveis mudanças estruturais previstas no desenvolvimento, e estabelecerá uma série de problemas relativos ao financiamento, ao aparato institucional necessário e à política econômica a ser seguida para alcançar os objetivos”. Conforme os autores, do ponto de vista da realização de um programa, as medidas a serem adotadas serão orientadas no sentido de propor a execução dos projetos concretos e canalizar os recursos disponíveis, tanto para financiar determinados projetos do setor público como para estabelecer a política econômica de modo a direcionar os investimentos dos empresários conforme o programa.

### 2.3.3 Projeto: conceito e objetivos

Pela definição das Nações Unidas o projeto é “um conjunto de informações, sistemática e racionalmente ordenadas, que nos permite estimar os custos e benefícios de um determinado investimento”. A elaboração e a análise de projetos nos permite avaliar as vantagens e desvantagens de um investimento, baseando-se em critérios racionais e reduzindo os riscos e incertezas inerentes a qualquer projeção.

Conforme Lemos *et al.* (1974), os principais objetivos de um projeto consistem em:

- reunir um conjunto de informações que permitam descrever, caracterizar, comparar e estimular as vantagens e desvantagens de certo empreendimento;
- em conseqüência, apontar a conveniência de destinarem-se esforços e recursos para a efetivação das metas de iniciativa em questão.

Para atingir tais objetivos, utiliza-se uma combinação de aspectos econômicos, técnicos e administrativos a fim de atender a necessidades de racionalização do processo decisório na escolha de cursos alternativos de ação. Dessa forma, pode-se dizer que a elaboração de projetos é uma matéria de caráter essencialmente prático e interdisciplinar, em que o problema deve ser abordado de forma sistemática (Holanda, 1975). Conforme Lemos *et al.* (1974), um bom projeto é aquele que dá ênfase na interligação desses elementos constituintes.

De acordo com Holanda (1975), a importância do processo de elaboração de projetos é sua utilização como instrumental técnico-administrativo e de avaliação econômica, tanto no âmbito privado como no social. Do ponto de vista do empresário privado, o projeto representa o procedimento lógico e racional que substitui o comportamento intuitivo e empírico geralmente utilizado para as suas decisões de investimento e o mecanismo de avaliação econômica dos efeitos diretos dessas decisões, em termos de rentabilidade ou eficiência da aplicação de recursos financeiros. Já do ponto de vista social, não basta estimar os efeitos diretos do projeto, cumpre avaliar também, as suas repercussões indiretas sobre o sistema econômico que, por imperfeições de mercado e fatores institucionais, não se expressam em custos e benefícios monetários.

Dentro da literatura sobre elaboração e análise de projetos podem ser destacados dois importantes manuais desenvolvidos para esta finalidade: o *Manual de Projetos de Desenvolvimento Econômico* das Nações Unidas e da Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL) e o *Manual de Análise de Projetos Industriais* da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD).

Ambos trabalhos enfatizam que todo o projeto possui uma fase técnica e outra econômica que estão intimamente ligadas e que se condicionam reciprocamente. Mais especificamente, ressalta Holanda (1975) que, segundo seu caráter interdisciplinar, a elaboração de projetos industriais contempla tradicionalmente as seguintes dimensões: econômica (no sentido micro e macroeconômico); técnica (no sentido de engenharia e de investimento); financeira (no sentido de financiamento, de rentabilidade e de capacidade de pagamento); administrativa e legal.

#### **2.3.4 Classificação de Projetos**

A classificação mais comum de projetos é de acordo aos diferentes setores da economia para o qual está direcionado, ou seja, podem ser classificados em: agrícolas, industriais ou de serviços. Já os projetos industriais, por exemplo, podem ser classificados como sendo de implantação; expansão; modernização ou realocização.

Outra classificação bastante usual, divide os projetos entre públicos ou privados. Segundo Holanda (1975), os projetos públicos podem surgir como resultado de planos globais ou setoriais de desenvolvimento, de caráter regional ou nacional. Já os projetos privados surgem geralmente em resposta a dois tipos de estímulos: (i) solicitações de um mercado amplo e em crescimento; e (ii) estímulos financeiros, fiscais e cambiais criados pelo governo, em benefício de certas áreas preferenciais de investimentos, em termos setoriais e regionais.

Conforme esse autor, a principal característica diferenciadora do investimento privado decorre de ser este estreitamente dependente das solicitações imediatas do mercado, enquanto o investimento público pode assumir um papel mais ativo, antecipando-se ao crescimento da procura de determinados bens e serviços.

Quanto à sua origem, Holanda (1975) classifica os projetos como sendo: (i) derivados de planos de desenvolvimento de caráter nacional, setorial, regional, sub-regional ou local; (ii) decorrentes de estudos de mercado (nacional e internacional, regional ou local, atual ou futuro); (iii) induzidos pela abertura de oportunidades para exploração de recursos ociosos ou pela descoberta de novos recursos naturais; (iv) associados ao processo de inovação tecnológica, através da modernização de unidades existentes, criação de novos produtos ou desenvolvimento de novos meios para produzir bens conhecidos; e (v) decorrentes de pressões políticas ou de consideração de natureza estratégica ou militar.

### **2.3.5 Etapas de um Projeto**

De acordo com as observações feitas por Lemos *et al.* (1974) e Holanda (1975), um projeto pode conter um maior ou menor número de etapas dependendo de sua complexidade, podendo-se distinguir algumas etapas principais: (i) escolha do projeto; (ii) estudos preliminares, ou seja, as investigações exploratórias, de caráter bastante sumário e superficial; (iii) anteprojeto, corresponde a um estudo mais sistemático de todos os aspectos que vão integrar o projeto final; (iv) projeto final, caso os resultados prévios o recomendem; (v) concretização física do empreendimento que consiste na montagem e execução do projeto, correspondendo à fase de execução dos investimentos previstos para construção das instalações e testes de funcionamento; e (vi) funcionamento efetivo do empreendimento.

Os estudos preliminares têm usualmente por objetivo o equacionamento geral do problema, fornecendo subsídios para a orientação de pesquisas futuras, ao nível de anteprojeto, ou identificando obstáculos que, de imediato ou liminarmente, evidenciam a inviabilidade do projeto (Holanda, 1975).

Já o anteprojeto, constitui uma etapa com todos os elementos do projeto final, porém, sem o nível de detalhamento desse último e tem por objetivo, permitir a avaliação dos benefícios que aconselhem ou não a realização do empreendimento. O projeto final deve possuir detalhes que tornem possível a montagem da unidade produtora, em que todos os aspectos devem ser esclarecidos.

### 2.3.6 Elementos de Composição de um Projeto

De acordo com Melnick & Nações Unidas (1981), duas fases principais da elaboração de um projeto podem ser identificadas: a fase técnica e a fase econômica. Fica claro que essas duas fases são interdependentes, ou seja, uma condiciona a outra e vice-versa. Porém, esta distinção torna-se útil para fins expositivos, podendo-se referir à fase técnica como “engenharia do projeto” e à fase econômica como “economia do projeto”.

A partir de uma revisão dos principais manuais desenvolvidos para auxiliar a elaboração de projetos identificou-se que todos contêm, pelo menos, seis elementos fundamentais:

- Estudo do mercado, que consiste na estimativa dos bens ou serviços provenientes de uma determinada unidade nova de produção que a comunidade estaria disposta a adquirir a determinados preços;
- Engenharia do projeto, que consiste nos requisitos técnicos como o processo de produção, os equipamentos e as instalações para o cumprimento do programa de produção projetado;
- Tamanho e localização, que consistem no estudo da escala de operação e dos fatores locais que conduzam ao resultado mais favorável para a construção da unidade produtora;
- Investimento do projeto, que consiste na estimativa total de capital fixo e de capital de trabalho ou de giro necessários para a execução do projeto;
- Financiamento, que consiste na análise das fontes de recursos para financiamento dos investimentos previstos;
- Orçamento de receitas e despesas, que consiste na estimativa das receitas anuais esperadas e dos custos fixos e variáveis previstos para obtenção dessas receitas.

A ordem de desenvolvimento desses elementos não possui grande relevância, o importante, é que tais elementos não sejam analisados isoladamente. Conforme Melnick & Nações Unidas (1981), o que se deve buscar é uma coerência em relação ao aprofundamento da

coleta dos dados de cada elemento em questão e organizá-los de maneira harmoniosa, respeitando suas divisões e suas interrelações.

## **2.4 O Biodiesel**

Nesta seção, apresentam-se os principais conceitos encontrados na literatura específica sobre o desenvolvimento histórico do biodiesel no Brasil e no mundo, bem como características e definições do produto, especificidades do processo tecnológico e do contexto energético no qual se insere a questão do biodiesel. Acredita-se que o conhecimento de tais aspectos possa contribuir na adaptação da fundamentação teórica para a análise do presente problema de pesquisa.

### **2.4.1 Trajetória e Conceituação do biodiesel**

A utilização de óleos vegetais como combustível não é recente. O alemão Rudolf Diesel, na Exposição Mundial de Paris em 1900, utilizou óleo de amendoim para fazer a demonstração de sua invenção: o motor com ignição por compressão, mais conhecido como motor do ciclo diesel. A partir de então, encontram-se mencionadas diversas experiências de auto-suficiência energética durante a Primeira e a Segunda Guerra Mundial em que óleos vegetais foram utilizados como combustível de emergência (Knothe, 2001; Raneses *et al.*, 1999).

Os anos posteriores à guerra motivaram pesquisas em torno de biocombustíveis em diversos países. Entretanto, foram a crise energética do petróleo, iniciada em 1973, e a força dos movimentos ambientalistas da época que desencadearam um processo mais efetivo de busca por fontes renováveis de energia. Dentre as alternativas existentes, fortaleceu-se a idéia do uso de biocombustíveis, que incluem a utilização da produção agrícola para fins energéticos.

Contudo, já no início do século XX, foi verificado que a utilização direta de óleos vegetais *in natura* em substituição ao óleo diesel poderia causar sérios problemas aos motores caso o uso fosse prolongado. Então, descobriu-se que esses problemas poderiam ser resolvidos através da modificação dos óleos *in natura* por transesterificação. Este processo envolve

basicamente a reação de um óleo com um álcool, mediante a presença de um catalisador, para formar um éster (biodiesel) e glicerina (Raneses *et al.*, 1999).

Genericamente a definição de biocombustíveis está baseada na utilização da biomassa para fins energéticos. A biomassa é a matéria vegetal que se desenvolve pela captação da energia solar através do processo de fotossíntese (Braga *et al.*, 2002). Dentre os biocombustíveis utilizados estão incluídos aqueles com origem nos produtos e resíduos da agricultura, resíduos da floresta e das indústrias conexas e a fração biodegradável dos resíduos industriais e urbanos (lenha, carvão vegetal, álcool etílico ou etanol, biodiesel, entre outros) e o biogás, com origem na degradação biológica anaeróbia da matéria orgânica contida nos efluentes agropecuários, da agroindústria, ou urbanos e ainda nos aterros de resíduos sólidos urbanos (gás metano).

No Brasil, na mesma época da implementação do Proálcool em 1975 (que incentivou o uso do etanol, fabricado a partir da cana-de-açúcar, para abastecer veículos movidos à gasolina), também foram desenvolvidos projetos de utilização de ésteres de óleos vegetais (biodiesel) e de óleos vegetais *in natura* como biocombustíveis substitutos do óleo diesel de petróleo.

Foram realizados ensaios de aplicabilidade e testes mais aprofundados que envolveram a participação de universidades, centro de P&D, ministérios e empresas fabricantes de motores. Entretanto, com a diminuição dos preços do petróleo, a maior parte dos projetos envolvendo a utilização de óleos vegetais como combustível foi abandonada na década de 80 e o interesse nessas pesquisas só foi retomado recentemente.

Em 2002, com a nova elevação dos preços do óleo diesel e o interesse em reduzir sua importação, o governo brasileiro, através do Ministério da Ciência e Tecnologia, lançou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel - Probiobiodiesel. O programa foi instituído com o objetivo de fomentar a produção e utilização do biodiesel no país, de modo a atingir sua viabilidade técnica, econômica e socioambiental (Meirelles, 2003).

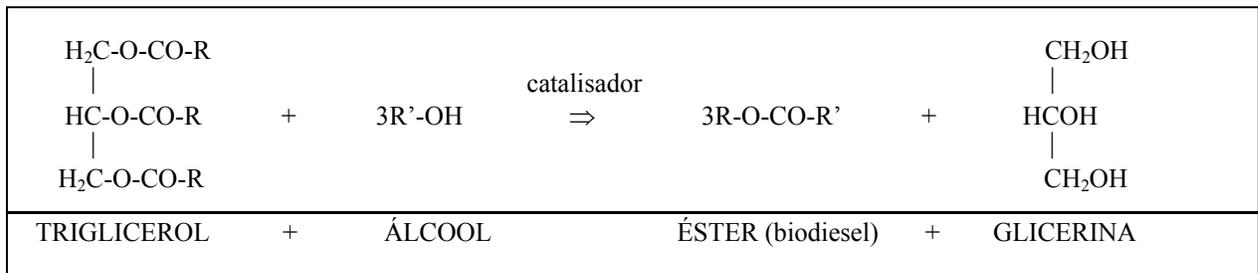
O governo atual deu continuidade ao projeto, solicitando um relatório ao grupo de trabalho interministerial, que foi encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal como fonte alternativa de energia - biodiesel.

O conceito de biodiesel ainda é bastante discutido. No Probiodiesel, o Ministério da Ciência e Tecnologia definiu o conceito de biodiesel como sendo o “combustível obtido a partir de misturas, em diferentes proporções, de diesel e ésteres de óleos vegetais”.

Uma definição técnica recorrente, citada por Meirelles (2003), é a de que o biodiesel é “o éster alquílico de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo (óleos e gorduras vegetais ou animais) com álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). A transesterificação consiste na reação química de um óleo vegetal com um álcool na presença de um catalisador. Como resultado, obtém-se o éster (biodiesel) metílico ou etílico, conforme o álcool utilizado, e a glicerina”.

Entretanto, esta definição pode ser considerada, de certa forma, limitante quanto ao processo tecnológico de produção do biodiesel, pois envolve necessariamente a reação de transesterificação. Um conceito mais amplo encontrado na literatura especializada, e citado por Neto *et al.* (2000), é o da “National Biodiesel Board” dos Estados Unidos que considera o biodiesel “um éster monoalquílico que pode ser obtido a partir de óleos vegetais ou de gordura animal e cuja utilização está associada à substituição de combustíveis fósseis em motores de ignição por compressão (motores do ciclo diesel)”.

Estando ou não explícita na definição, a reação de transesterificação, mostrada na Figura 3 é, atualmente, a maneira mais utilizada para a obtenção do biodiesel. A transesterificação é um processo de separação da glicerina do óleo vegetal. A remoção da glicerina reduz a viscosidade do óleo, tornando-o tecnicamente mais adequado para ser utilizado em motores do ciclo diesel. Os ésteres produzidos pela reação de transesterificação têm características físico-químicas muito semelhantes às do óleo diesel mineral.



**Figura 3.** Reação de transesterificação para obtenção de biodiesel.

Onde R é a cadeia carbônica dos ácidos graxos e R' é a cadeia carbônica do álcool reagente.

**Fonte:** Adaptado pela autora de Neto *et al.* (2000) e Knothe (2002).

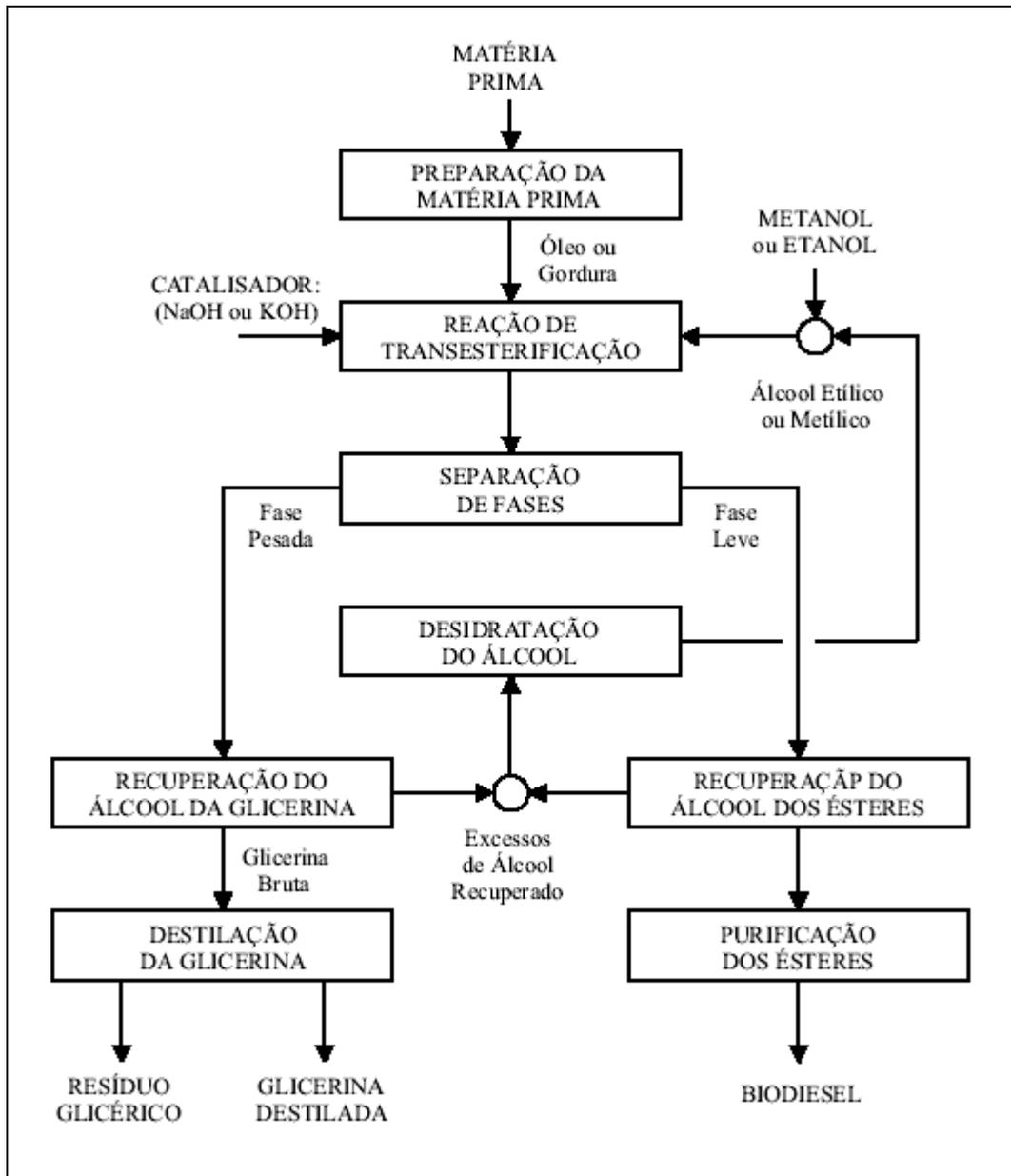
Como foi dito anteriormente, o biodiesel pode ser produzido a partir de óleos vegetais *in natura*, gorduras animais ou residuais. De maneira geral, os fatores que influenciam na escolha da matéria-prima para a produção de biodiesel são: geografia, clima e economia (Knothe, 2001). Na Europa, a matéria-prima basicamente utilizada é o óleo de canola e nos Estados Unidos, a soja foi considerada primordial devido à grande produção dessa oleaginosa no país. No Brasil, com a grande extensão territorial e diversidade agrícola, pode ser explorada uma ampla variedade de culturas oleaginosas de acordo com as potencialidades de cada região.

Tradicionalmente, embora o etanol possa ser empregado na reação de transesterificação, o metanol é o álcool mais utilizado nos países que atualmente produzem biodiesel devido a dois fatores principais: (i) a rota metílica é mais viável tecnicamente porque a porção de água existente no etanol retarda a reação e (ii) o metanol está disponível em maior quantidade nos países em que o biodiesel é produzido em escala comercial. Entretanto, além do fato de o etanol ser um combustível renovável, o Brasil é o maior produtor mundial de etanol, o que torna esse produto bastante interessante como insumo para produção de biodiesel no Brasil.

De acordo com Ramos *et al.* (2003), diversos tipos de catalisadores podem ser utilizados na reação de transesterificação, entre eles estão as bases inorgânicas (hidróxido de sódio e potássio e bases de Lewis) e os ácidos minerais (ácido sulfúrico), além de outros tipos de catalisadores como resinas de troca iônica, argilominerais ativados, superácidos, superbases e as enzimas lipolíticas (lipases).

#### **2.4.2 Processo Tecnológico**

A tecnologia de produção do biodiesel com base na reação de transesterificação de uma matéria-prima graxa qualquer está apresentada na Figura 4 e cada uma das etapas do processo são descritas abaixo com base no trabalho de Expedito José de Sá Parente (Parente, 2003), pioneiro na pesquisa em biodiesel no Brasil:



**Figura 4:** Fluxograma do processo de produção de biodiesel.

Fonte: Parente, E. (2003).

- Preparação da matéria-prima: visa obter uma melhor taxa de conversão da reação de transesterificação, basicamente busca-se reduzir, quando necessário, a acidez e o teor de umidade da matéria-prima a ser utilizada.
- Reação de transesterificação: como mostra a Figura 3 da seção anterior, é a transformação da matéria-prima no éster (biodiesel) propriamente dito, podendo-se seguir basicamente duas rotas:

a etílica e a metílica. Cada uma delas possui vantagens e desvantagens que serão discutidas *a posteriori*.

- Separação das fases: como resultado da reação de transesterificação obtém-se uma massa reacional final composta de duas fases: uma mais densa, que corresponde à glicerina bruta e uma menos densa, que corresponde a uma mistura de ésteres. Tais fases podem ser separadas mediante processos de decantação e/ou centrifugação.
- Recuperação do álcool da glicerina: a glicerina bruta contém altos teores de álcool e deve passar por um processo de evaporação para eliminação dos constituintes voláteis, que por sua vez podem ser recuperados por liquefação.
- Recuperação do álcool dos ésteres: assim como a glicerina, os ésteres também possuem uma certa quantidade de álcool, que pode ser eliminada e recuperada da mesma forma.
- Desidratação do álcool: o álcool proveniente dos processos de recuperação, geralmente possuem teores significativos de água, devendo ser submetido à desidratação.
- Purificação dos ésteres: os ésteres deverão ser lavados por centrifugação e desumidificados posteriormente para finalmente obter-se o biodiesel, o qual deverá ter suas características enquadradas nas normas técnicas de especificação do produto.
- Destilação da glicerina: para ser utilizada como matéria-prima para fabricação de outros produtos, a glicerina deve passar por um processo de purificação por destilação a vácuo, onde são eliminadas as impurezas do processo transformando-a num produto límpido e transparente.

### **2.4.3 Biodiesel em outros países**

Diferentes modelos de implementação do uso do biodiesel vêm sendo adotados em países como França, Alemanha, Itália, Estados Unidos, Argentina e Malásia. Em nível mundial, os mercados consumidores de biodiesel são, basicamente: veículos de frota cativa; carros particulares, transporte público e geradores de eletricidade (Meirelles, 2003).

Os primeiros a produzir biodiesel em escala industrial foram países da União Européia que, no início da década de 1990, receberam incentivos de políticas governamentais que permitiram o uso da produção de oleaginosas para fins industriais.

Atualmente, a União Européia é o maior produtor mundial de biodiesel. O total de biodiesel produzido mais que dobrou em menos de 4 (quatro) anos. Em 2003, foram produzidos quase 1,5 milhões de toneladas como pode ser visto na Tabela 1, sendo que, entre os países de maior destaque na produção de biodiesel estão Alemanha, França e Itália, responsáveis por mais de 90% deste total.

**Tabela 1:** Produção de biodiesel na União Européia em 2003.

<b>País</b>	<b>Produção (mil ton)</b>	<b>%</b>
Alemanha	715	49,86
França	357	24,90
Itália	273	19,04
Dinamarca	41	2,86
Áustria	32	2,23
Reino Unido	9	0,63
Espanha	6	0,42
Suécia	1	0,07
<b>TOTAL</b>	<b>1434</b>	<b>100,0</b>

**Fonte:** European Biodiesel Board, 2004.

A colza é a matéria-prima mais utilizada na Europa para a fabricação de biodiesel, sendo que a cadeia produtiva desta oleaginosa recebe isenção tributária e incentivos legais. Por outro lado, o óleo diesel de petróleo chega a receber uma tributação 760% superior a praticada no Brasil, o que torna o biodiesel um produto economicamente competitivo na União Européia (Meirelles, 2003).

Na Alemanha, o produto é distribuído na sua forma pura para uma ampla rede de postos de venda de combustíveis e comercializado a um preço inferior ao óleo diesel mineral. Na França, o biodiesel é distribuído, em geral, misturado ao diesel na proporção de 10% e, na frota de ônibus urbanos, na proporção de 30%.

Os Estados Unidos possuem uma capacidade produtiva de biodiesel estimada em 126 mil toneladas por ano e, apesar de não haver isenção tributária, existem incentivos para a transformação de excedentes de óleo de soja em biodiesel. Já em alguns estados, como a Carolina

do Norte e Minnessota, foi estabelecido por lei, que todo o óleo diesel consumido possuía 2% de biodiesel (Oliveira, 2001).

### **2.4.3 Contexto Energético**

As fontes de energia utilizadas pela humanidade podem ser classificadas em dois grandes grupos: as fontes não-renováveis, como a energia nuclear e os combustíveis fósseis, cujo aproveitamento é irreversível e gera resíduos prejudiciais ao meio ambiente; e as fontes renováveis, como a energia solar, eólica, de biomassa, entre outras, cuja utilização adequada não impõe prejuízos ao meio ambiente.

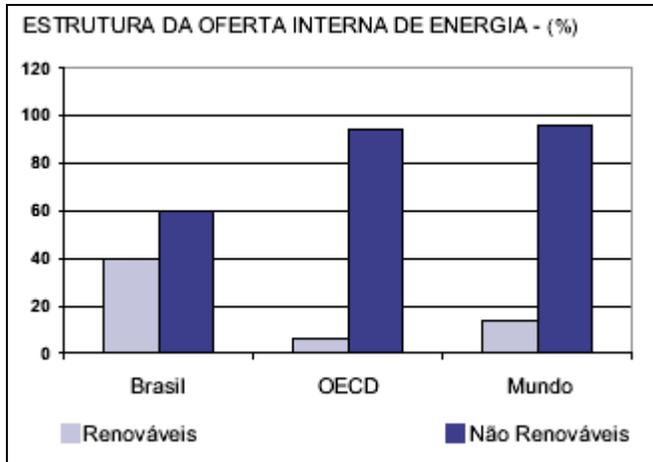
Em nível mundial, a utilização de fontes energéticas renováveis tem mostrado avanço expressivo em virtude do fortalecimento das políticas ambientalistas. Pode-se dizer que há dois fatores fundamentais que determinam o interesse na substituição dos combustíveis fósseis (tais como petróleo, carvão mineral e gás natural) por combustíveis renováveis:

- Os combustíveis fósseis constituem fontes esgotáveis de energia e suas reservas estão concentradas em áreas de grandes conflitos internacionais, tornando crítica a situação de dependência externa de tais produtos.
- A queima de combustíveis fósseis é a principal causa das emissões de gases do efeito estufa, em especial de CO<sub>2</sub>, contribuindo para o aquecimento global.

Há uma convergência de opiniões no sentido de que novas tecnologias energéticas renováveis ganharão importância no contexto energético mundial, tanto na sua utilização para geração de eletricidade como na substituição de combustíveis líquidos no setor de transportes. No Brasil, as fontes renováveis de energia possuem uma participação bastante expressiva, sendo que isso se deve, em parte, à introdução do álcool combustível na matriz energética nacional na década de 70, com a implementação do Proálcool.

De acordo com dados do Balanço Energético Nacional – BEN (BRASIL; MME, 2003), a matriz energética brasileira, quando comparada à matriz energética mundial, apresenta uma

situação de destaque em relação ao uso de energias renováveis, como pode ser visto na Figura 5, se comparada à matriz energética dos países membros da OECD<sup>3</sup>, a diferença é ainda maior.



**Figura 5:** Matriz energética do Brasil, da OECD e do mundo por fontes renováveis e não-renováveis de energia.

**Fonte:** Balanço Energético Nacional (BRASIL; MME, 2003).

A Figura 5 mostra que no Brasil 41% da Oferta Interna de Energia – OIE (também chamada de matriz energética ou demanda total de energia) é oriunda de fontes renováveis, enquanto a média mundial é de 14% e nos países membros da OECD é de 6%. Entretanto, esta situação parece estar se modificando, exemplo disso é a União Européia que apresentou um plano de ação para dobrar a participação da energia renovável, de 6% para 12%, até 2010 (Carvalho, 2002).

Em 1987, o Brasil chegou a ter 50,9% de sua OIE constituída por fontes renováveis. Isso ocorreu, segundo análise apresentada no BEN, devido à expansão do parque gerador de energia hidrelétrica na década de cinqüenta e às políticas públicas adotadas após a segunda crise do petróleo, que introduziram e desenvolveram o uso do álcool combustível produzido a partir da cana-de-açúcar.

Por outro lado, a indústria do petróleo também se desenvolveu nacionalmente, em função dos vultuosos investimentos na Petrobrás. Dessa forma, pode-se dizer que a produção energética

<sup>3</sup> *Organization for Economic Cooperation and Development* – A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico foi constituída em 1960, por 18 países europeus mais Estados Unidos e Canadá, e atualmente inclui outros países também considerados desenvolvidos ou avançados.

brasileira evoluiu, no sentido da redução da dependência externa de petróleo, porém mantendo uma parcela significativa de fontes renováveis (BRASIL; MME, 2003).

Entretanto, o Brasil ainda importa grandes quantidades de petróleo e derivados. Como pode ser constatado na Tabela 2, no ano de 2002, as importações de petróleo e derivados atingiram um valor de aproximadamente 7 bilhões de dólares em 2002, representando uma quantia bastante significativa para a balança comercial brasileira.

**Tabela 2:** Evolução dos gastos em divisas com importações de petróleo e derivados de 1987 a 2002.

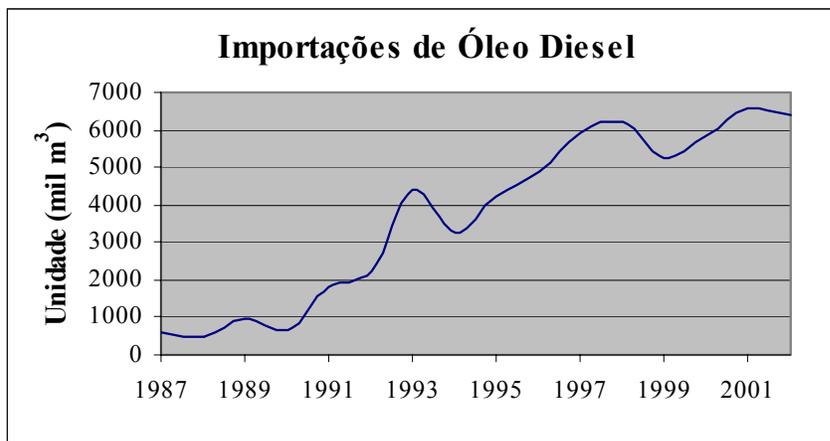
Unidade (10 <sup>6</sup> US\$)	1987	1990	1993	1996	1999	2002
Importação*	4.103	5.052	4.336	6.340	4.795	6.942
Exportação**	1.066	759	876	508	507	2.902
Importação líquida (a)	3.064	4.292	3.460	5.633	4.288	4.040
Importação total do país (b)	15.052	20.661	25.256	53.301	49.272	47.232
Exportação total do país (c)	26.224	31.414	38.555	47.747	48.011	60.362
(a)/(b) %	20,4	20,8	13,7	10,6	8,7	8,6
(a)/(c) %	11,7	13,7	9,0	11,8	8,9	6,7

**Fonte:** Balanço Energético Nacional (BRASIL; MME, 2003).

\* Inclui álcool e metanol importados pela Petrobrás

\*\*Inclui abastecimento a navios estrangeiros

Dentre os derivados de petróleo, interessa particularmente ao presente trabalho, os dados referentes à oferta e ao consumo de óleo diesel no Brasil. De acordo com o balanço de produção e consumo dos derivados de petróleo do BEN, há um déficit de aproximadamente 15% na demanda de óleo diesel, que foi de quase 40 milhões de m<sup>3</sup> em 2002, obrigando o país a importar cerca de 6 milhões de m<sup>3</sup> deste produto. A Figura 6 mostra que houve um incremento significativo na evolução das importações de óleo diesel de 1987 até 2002.

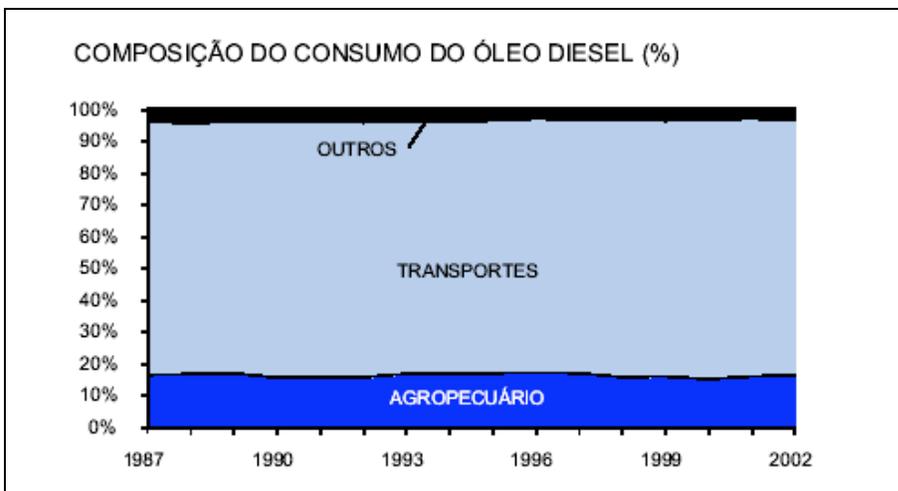


**Figura 6:** Evolução das importações de óleo diesel de 1987 a 2002.

**Fonte:** Balanço Energético Nacional (BRASIL; MME, 2003).

O óleo diesel no Brasil é consumido basicamente em três setores principais: transporte rodoviário (75%), agropecuário (16%) e geração de energia elétrica (5%) como mostra a Figura 7. De maneira geral, o uso do diesel no transporte rodoviário se dá em veículos de transporte coletivo e de carga.

Isso se deve ao fato de que, após a primeira crise do petróleo, o diesel sofreu uma diferenciação do preço em relação ao da gasolina, favorecimento mantido até os dias de hoje. O resultado foi uma migração de veículos pesados inteiramente para o ciclo diesel e a proibição dessa migração para veículos individuais de transporte de passageiros (Alvim, 2001).



**Figura 7:** Participação das fontes de energia na oferta interna mundial.

**Fonte:** Balanço Energético Nacional (BRASIL; MME, 2003).

A queima de combustíveis fósseis representa cerca de três quartos do total das emissões de CO<sub>2</sub> causadas pela atividade humana, sendo o restante devido a desmatamentos e outras formas de alteração do solo (Dunn; Flavin, 2002).

Contudo, o setor de transporte rodoviário abastecido com combustíveis fósseis é um dos grandes responsáveis pelo aumento das concentrações de gás carbônico na atmosfera. Segundo Alvim (2001), as emissões de CO<sub>2</sub> por consumo de óleo diesel corresponderam, no ano 2000, a cerca de 50% do total de emissões de CO<sub>2</sub> no setor de transportes, o que revela uma responsabilidade significativa da utilização desse combustível em veículos automotivos.

O principal impacto referente ao aumento dos níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera é o incremento na temperatura média global, conhecido como efeito estufa. As concentrações de carbono, aumentaram, nos anos 90, de 280 para 360 partes por milhão (ppm) e em cálculos apresentados no terceiro relatório do IPCC<sup>4</sup>, estima-se que as emissões de CO<sub>2</sub> atingirão níveis entre 540 a 970 ppm, até 2100, o que implicaria num aumento médio de temperatura variando entre 1,4 a 5,8 graus centígrados (Dunn; Flavin, 2002).

Desde a primeira, realizada em Londres em 1960, reuniões internacionais vem sendo organizadas para discutir as mudanças climáticas e o efeito estufa. No ano de 1997, a Conferência em Kyoto tratou de implementar um protocolo, com metas fixadas para o controle dos gases causadores do efeito estufa. Entretanto, os países desenvolvidos são responsáveis por 55% dessas emissões globais, e sem a adesão destes países, torna-se difícil que as medidas estabelecidas no Protocolo de Kyoto entrem em vigor.

O grande problema é que a redução das emissões globais de carbono requer grandes mudanças nos padrões existentes de desenvolvimento de recursos energéticos. Felizmente, o potencial das novas tecnologias e políticas para desacelerar a mudança climática tem crescido significativamente (Dunn; Flavin, 2002). Dentre essas tecnologias, interesse particular deste trabalho, está a de produção e utilização do biodiesel, já que o uso de matérias-primas agriculturáveis para a sua fabricação contribui para o seqüestro de carbono da atmosfera e que a substituição do diesel pelo biodiesel contribui para a redução das emissões de gases poluentes.

Diversos países industrializados têm avançado no processo de implementação de políticas ambientais. Dentre os instrumentos de política podem ser eficazes na tentativa de limitar ou reduzir as emissões de gases poluentes, está o mercado de créditos e débitos de carbono, considerado por muitos a *commodity* do futuro. Este mecanismo permitiria ao Estado emitir licenças negociáveis de direito a um determinado volume de emissões, fazendo surgir mercados de compra e venda desses certificados.

---

<sup>4</sup> *Intergovernmental Panel on Climate Change* – O Painel Intergovernamental em Mudança do Clima foi estabelecido conjuntamente pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente em 1988 a fim de: (i) avaliar as informações científicas existentes sobre a mudança do clima, (ii) avaliar os impactos ambientais e socioeconômicos da mudança do clima e (iii) formular estratégias de resposta.

## 2.5 Proposta dos Elementos de Viabilidade a serem Considerados na Constituição de uma Cadeia Produtiva Agroindustrial

Para poder analisar como estão sendo consideradas as alternativas de viabilidade de constituição da cadeia produtiva do biodiesel pelos centros de P&D é necessário que se estabeleçam instrumentos que possibilitem tal avaliação. Dessa forma, este capítulo dedica-se a identificação dos principais elementos de viabilidade apontados no capítulo anterior e que serão abordados na pesquisa empírica.

Procurou-se extrair os elementos fundamentais existentes na metodologia de análise de viabilidade de projetos industriais que pudessem ser analisados numa perspectiva de cadeia produtiva. Num primeiro momento, procurou-se identificar os elementos de viabilidade referentes à inserção da cadeia produtiva num contexto de plano de desenvolvimento para o país como o estabelecimento de diretrizes gerais do governo, de políticas públicas e de elementos normativos e legais para o desenvolvimento de determinada cadeia produtiva. Tais aspectos foram considerados como fazendo parte do **ambiente institucional e organizacional** da cadeia produtiva.

Dos principais conjuntos de elementos encontrados na literatura sobre análise de viabilidade de projetos – estudo de mercado, engenharia de projeto, tamanho e localização das unidades, investimento, orçamento e financiamento – identificou-se três para serem analisados num contexto amplo de cadeia produtiva:

- Estudo de mercado: no que se refere à avaliação das potencialidades do mercado, ou seja, a identificação de oportunidades e a definição do mercado a ser atingido pelo produto, complementada por uma análise da demanda. Considerou-se que os aspectos relativos ao estudo de mercado concentram-se basicamente no segmento **consumo** na cadeia produtiva;
- Engenharia do projeto: no que se refere à avaliação tecnológica da manufatura do produto, ou seja, a etapa de produção industrial que incluem as opções de rotas tecnológicas, equipamentos e instalações e capacitação técnica. Considerou-se que tais aspectos concentram-se basicamente no segmento **industrialização** na cadeia produtiva;

- Tamanho e localização: no que se refere ao estudo de opções de diferentes configurações produtivas para as unidades industriais, ou seja, a análise de diferentes combinações de capacidade produtiva e localização das plantas para a fabricação do produto. Estão implícitos aspectos logísticos de transporte de matéria-prima e de distribuição do produto final. Considerou-se que estes elementos concentram-se basicamente nos segmentos **industrialização e distribuição** na cadeia produtiva.

Os demais conjuntos de elementos encontrados na literatura sobre análise de projetos industriais - financiamento, orçamento e investimento - não foram incorporados aos elementos de viabilidade a serem analisados na cadeia produtiva, pelo fato de a análise da lucratividade, ou seja, dos custos e receitas das unidades industriais não fazerem parte do objetivo deste trabalho, e sim a sua interação na cadeia produtiva como um todo.

Em relação às metodologias de cadeia produtiva agroindustriais, destacam-se alguns elementos que não costumam ser abordados com ênfase na literatura sobre análise de viabilidade de projetos e que são fundamentais na abordagem de problemas agroindustriais: a disponibilidade e competitividade das matérias-primas. Dessa forma, tais aspectos concentram-se nos segmentos **produção agrícola e produção industrial de matéria-prima**.

Finalmente, no que se refere ao segmento **produção de insumos** para a produção agrícola, elo mais à montante da cadeia produtiva, entende-se que poucas são as variações em relação às demais cadeias produtivas. Entretanto, um elemento que tem se destacado por sua relevância atual na indústria de insumos é o avanço da biotecnologia.

Da revisão da literatura específica sobre o tema biodiesel foram identificados mais dois elementos considerados fundamentais para a análise das perspectivas de viabilidade da cadeia em questão: os impactos ambientais e as condições de utilização do produto que se referem, mais especificamente, à redução da emissão de poluentes e às proporções de adição de biodiesel ao óleo diesel respectivamente.

Entretanto, os elementos citados no parágrafo anterior não são contemplados no modelo tradicional de análise de cadeias produtivas apresentado na Figura 2 da seção 2.2. Isso ocorre

pelo fato de ambos elementos corresponderem a uma etapa pós-consumo, em que devem ser analisados os impactos do produto no meio ambiente.

Portanto, devido à carência de modelos existentes na literatura sobre cadeias produtivas agroindustriais que explorem a análise dos custos e benefícios socioambientais da produção e consumo de um determinado produto, para o objetivo deste trabalho, tais elementos foram relacionados ao segmento **consumo** na cadeia produtiva.

Dessa forma, abaixo estão sintetizados os elementos propostos para serem pesquisados junto aos centros de P&D no que se refere às perspectivas de viabilidade da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil. Tais elementos estão distribuídos numa estrutura integrada de cadeia produtiva como mostra a Figura 8 e se enquadram nas quatro dimensões principais deste trabalho: técnica, econômica, social e ambiental.

SEGMENTOS DA CADEIA	ELEMENTOS DE VIABILIDADE
Ambiente Institucional e Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ diretrizes nacionais para o desenvolvimento econômico</li> <li>▪ políticas públicas para o setor</li> <li>▪ atuação de instituições públicas e privadas</li> <li>▪ normas e especificações técnicas</li> </ul>
Consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ adoção da tecnologia pela sociedade</li> <li>▪ mercados potenciais</li> <li>▪ preço de mercado dos produtos concorrentes</li> <li>▪ importações dos produtos concorrentes</li> <li>▪ impactos ambientais</li> <li>▪ condições de utilização</li> </ul>
Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sistema de distribuição e comercialização</li> </ul>
Industrialização	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ processo tecnológico</li> <li>▪ escala e localização das plantas industriais</li> <li>▪ capacitação técnica</li> <li>▪ equipamentos e instalações</li> <li>▪ aproveitamento dos co-produtos</li> </ul>
Produção Industrial de Matéria-Prima	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ matéria-prima principal</li> <li>▪ matéria-prima secundária</li> </ul>
Produção Agrícola de Matéria-Prima	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ matéria-prima principal</li> <li>▪ matéria-prima secundária</li> </ul>
Produção de Insumos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ biotecnologia</li> </ul>

**Figura 8:** Elementos de viabilidade da pesquisa empírica. (cont.)

No total, como pode ser visto na Figura 8, foram propostos 21 (vinte e um) elementos de viabilidade ao longo da cadeia produtiva, os quais constituirão direta ou indiretamente, o roteiro de entrevistas a ser utilizado na pesquisa empírica.

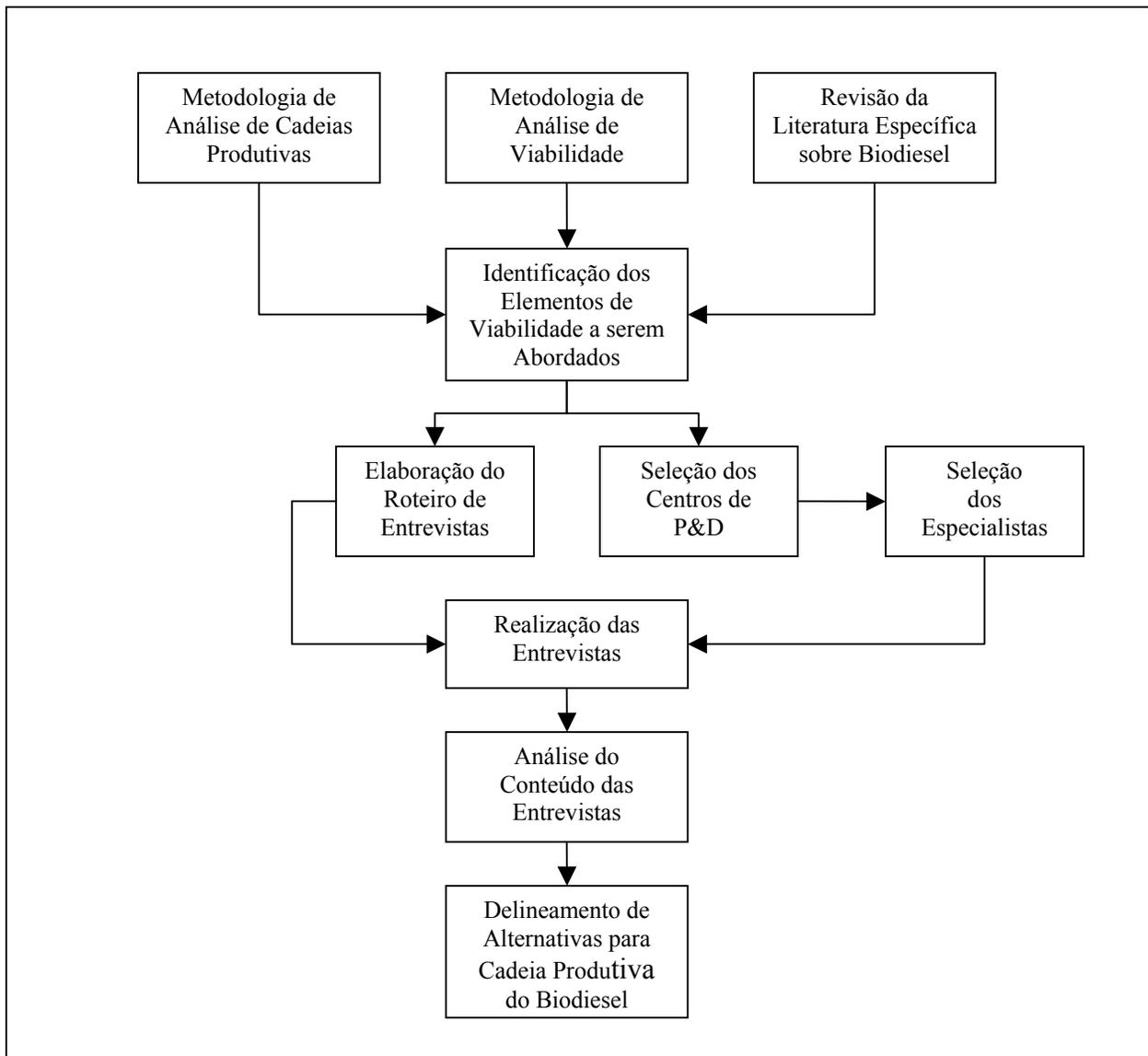
### 3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A presente pesquisa possui caráter fundamentalmente exploratório cujo intuito principal é o de reunir, analisar e interpretar as informações coletadas a respeito do objeto de pesquisa, sob diferentes ângulos da questão. Porém, a pesquisa possui também caráter descritivo, no sentido em que procurará descrever as divergências e congruências de opiniões sobre o problema estudado.

Neste trabalho, pretendeu-se utilizar a metodologia de cadeias produtivas agroindustriais como um instrumento de estruturação e de análise. Ainda que a cadeia produtiva do biodiesel não esteja plenamente constituída e, portanto, o seu delineamento seja basicamente um esforço de prospecção, espera-se que este possa servir como base estrutural para a discussão dos aspectos referentes às perspectivas de viabilidade de constituição desta cadeia.

Por outro lado, com o intuito de atingir o segundo objetivo específico deste trabalho, elaborou-se um roteiro de entrevistas, baseado nos elementos de viabilidade propostos na seção 2.5 do capítulo 2, para que estes fossem discutidos pelos especialistas que atuam em centros de P&D como pesquisadores sobre biodiesel.

De modo a facilitar a visualização da pesquisa como um todo, a Figura 9, apresentada abaixo, mostra uma representação esquemática das etapas da realização da pesquisa, sendo que a descrição dos métodos e procedimentos adotados na pesquisa está dividida em três partes: delimitação da pesquisa, instrumentos de pesquisa e instrumentos de análise.



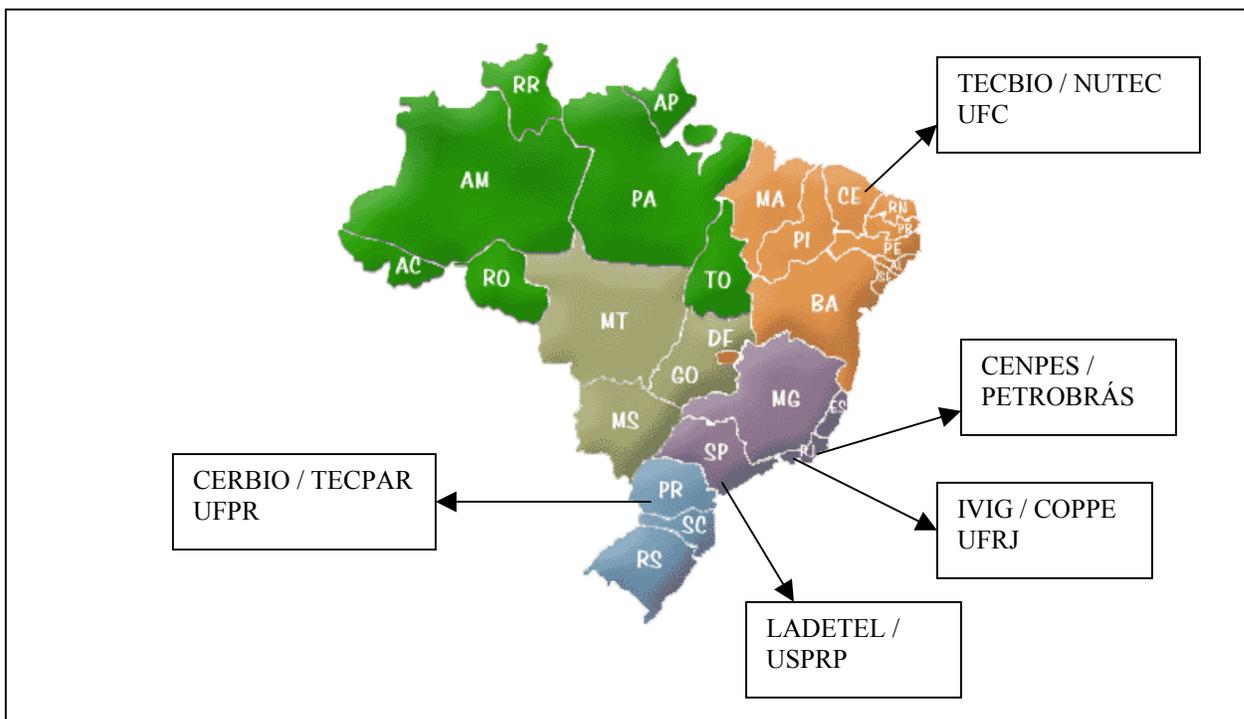
**Figura 9:** Representação esquemática das etapas da pesquisa.

### 3.1 Delimitação da Pesquisa

Conforme dito anteriormente, o trabalho desenvolvido pelos centros de P&D desempenha um papel fundamental na formação do conhecimento necessário para a constituição da cadeia produtiva do biodiesel. Além de serem responsáveis pela maior parte da pesquisa e desenvolvimento tecnológico de biodiesel no país, tais centros contribuem para a formação e

consolidação de parcerias, entre instituições públicas e privadas, e para a realização dos encontros e eventos para a discussão do tema, ambas necessárias para a articulação dessa cadeia.

Dessa forma, optou-se por concentrar o foco investigativo nos centros de P&D que desenvolvem estudos sobre biodiesel em todo o Brasil. A escolha foi feita baseada em três critérios seletivos: 1) o centro possuir mais de cinco anos de experiência com pesquisa, desenvolvimento e/ou experimentação de biocombustíveis no país; 2) o centro demonstrar capacidade de articulação para a constituição da cadeia produtiva do biodiesel a partir da organização e da participação em eventos e; 3) o centro estar envolvido na coordenação ou na participação de testes de aplicabilidade do biodiesel. Segundo tais critérios, foram identificados os principais locais de pesquisa e desenvolvimento tecnológico de biodiesel no país, os quais são mostrados na Figura 10.



**Figura 10:** Mapa dos principais centros de P&D em biodiesel no país.

Cada um dos cinco (5) centros de P&D apontados na Figura 10 é descrito a seguir:

- A Universidade Federal do Paraná (UFPR) desenvolve tecnologias para a produção de biodiesel desde 1983. O estado do Paraná conta também com o Instituto de Tecnologias do Paraná (TECPAR), que atua em parceria com a UFPR, desde meados de 1990, para estudos com biocombustíveis. Em 2002, criou-se o Centro de Referências em Biocombustíveis (CERBIO), que está ligado ao TECPAR.
- O Laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas (LADETEL) localizado no Campus Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USPRP) realiza pesquisas desde 1989 sobre o desenvolvimento de processos de obtenção e utilização de biodiesel.
- O Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (CENPES) da Petrobrás, instalado dentro da UFRJ no Rio de Janeiro, iniciou suas pesquisas sobre a utilização de óleos vegetais como combustíveis em 1980. Tais pesquisas passaram por um período de dormência e foram retomadas em 1998 com a criação da gerência de energias renováveis na empresa.
- O Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) iniciou seus trabalhos com biodiesel em meados dos anos 80. Porém, tais pesquisas foram interrompidas durante algum tempo e retomadas em 1999. Atualmente desenvolvem projetos com biodiesel através do Instituto Virtual de Mudanças Globais (IVIG).
- A Universidade Federal do Ceará (UFC) pioneira no Brasil em estudos sobre biodiesel, iniciou suas pesquisas sobre o tema, no final da década de 1970. Atualmente, os principais pesquisadores de biodiesel da UFC atuam na empresa Tecnologias Bioenergéticas (TECBIO), incubada no parque tecnológico da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (NUTECH), que desenvolve tecnologias de processos e produtos nessa área.

A partir da identificação dos principais locais de concentração da pesquisa em biodiesel do país, procurou-se fazer contatos via Internet com pesquisadores dos centros de P&D mencionados a fim de averiguar a sua disponibilidade para a realização das visitas e entrevistas que serviram como base empírica deste trabalho.

Buscou-se financiamento para a realização das entrevistas com especialistas ligados aos 5 (cinco) centros de P&D identificados acima. No entanto, foi possível visitar apenas 4 (quatro) destes centros. Por localizar-se no estado do Ceará, o que encareceria muito os custos de deslocamento da pesquisa, o centro de P&D atualmente ligado à empresa Tecnologias Bioenergéticas, foi excluído da seleção, ainda que, dados importantes referentes a estudos desenvolvidos neste centro puderam ser obtidos via Internet.

### **3.2 Instrumentos de Pesquisa**

Pelas características do trabalho aqui proposto, optou-se por fazer uma pesquisa qualitativa, tanto na forma de coleta dos dados quanto na análise dos resultados obtidos, pois o que importa não é a regularidade ou a média de opiniões sobre a implementação do biodiesel mas a riqueza das informações referentes a este tema baseadas na experiência e na capacidade de avaliação dos especialistas.

Para a coleta dos dados, utilizou-se a entrevista qualitativa, uma metodologia amplamente empregada nas ciências sociais aplicadas. Ela é, segundo Gaskell (2002), “essencialmente uma técnica, ou método, para estabelecer ou descobrir que existem perspectivas, ou pontos de vista sobre os fatos, além daqueles da pessoa que inicia a entrevista”.

De acordo com esse autor, “o emprego da entrevista qualitativa para mapear e compreender o mundo da vida dos respondentes é o ponto de entrada para o cientista social que introduz, então, esquemas interpretativos para compreender as narrativas dos atores em termos mais conceptuais e abstratos, muitas vezes em relação a outras observações. A entrevista qualitativa, pois, fornece os dados básicos para o desenvolvimento e a compreensão das relações entre os atores sociais e sua situação”.

Decidiu-se utilizar como instrumento, entrevistas semi-estruturadas em profundidade com um único respondente, que diferem em flexibilidade da entrevista fortemente estruturada, já que o pesquisador possui mais um roteiro de questões do que realmente perguntas pré-determinadas. Essa flexibilidade é importante, segundo Gaskell (2002), porque “o entrevistador deve usar sua imaginação social científica para perceber quando temas considerados importantes e que não

poderiam estar presentes em um planejamento ou expectativa anterior, aparecerem na discussão. Do mesmo modo, à medida que as entrevistas forem acontecendo, alguns tópicos que estavam anteriormente sendo considerados centrais, podem se tornar desinteressantes, até mesmo devido a razões teóricas, ou porque os entrevistados têm pouca coisa ou nada a dizer sobre eles”.

Conforme o autor, “a compreensão em maior profundidade oferecida pela entrevista qualitativa pode fornecer informação contextual valiosa para ajudar a explicar achados específicos. A versatilidade e valor da entrevista qualitativa são evidenciados no seu emprego abrangente em muitas disciplinas sociais científicas e na pesquisa social comercial”.

Duas questões centrais devem ser consideradas na preparação das entrevistas: “**o que**” perguntar e “**a quem**” perguntar. Em relação à primeira dessas duas questões, ou seja, à preparação do roteiro de entrevistas, pode-se dizer que ele fundamentou-se em alguns aspectos importantes: a combinação de uma leitura crítica da literatura; observações e discussões preliminares com pessoas relevantes e esforço criativo.

O roteiro de entrevistas, utilizado nesta pesquisa e apresentado no Anexo A, foi preparado seguindo uma lógica de cadeias produtivas agroindustriais para facilitar a análise e a interpretação dos resultados. As questões foram propostas buscando abordar a maior parte dos elementos de viabilidade que estão sendo considerados no desenvolvimento da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil.

Já em relação à segunda questão, optou-se por uma seleção intencional dos entrevistados, já que o objetivo foi explorar as diferentes opiniões sobre o assunto em questão, buscando convergências e divergências sobre determinados aspectos, sendo fundamental a escolha de especialistas. De acordo com Gaskell (2002), “a finalidade real da pesquisa qualitativa não é contar opiniões ou pessoas, mas ao contrário, explorar o espectro de opiniões, as diferentes representações sobre o assunto em questão”.

A seleção dos especialistas para a realização das entrevistas em profundidade foi feita com base na representatividade destes profissionais em relação aos centros de P&D onde atuam como pesquisadores.

Dessa forma, foi feita uma intensa investigação da participação de autores pertencentes aos centros de P&D identificados na secção 5.1 a partir de artigos publicados em revistas científicas e de trabalhos apresentados em congressos sobre o biodiesel nos últimos anos, chegando-se aos seguintes pesquisadores:

- Prof. Dr. Luiz Pereira Ramos, do Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná, onde atua na pesquisa e desenvolvimento da produção de biocombustíveis a partir de óleos vegetais e no projeto de implantação do Centro Brasileiro de Referência em Biocombustíveis, hoje, instalado nas dependências do Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR).
- Prof. Dr. Luciano Basto Oliveira, membro da equipe do Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG) ancorado no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde atua na pesquisa e desenvolvimento de fontes renováveis de energia.
- Prof. Dr. Miguel Joaquim Dabdoub Paz, coordenador do laboratório de Desenvolvimento de Tecnologias Limpas (LADETEL) da Universidade de São Paulo, campus Ribeirão Preto, onde atua na pesquisa e desenvolvimento de processos de obtenção e utilização de biodiesel e no projeto Biodiesel Brasil.
- Carlos Nagib Khalil, pesquisador do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (CENPES) da Petrobrás, onde atua na pesquisa e no desenvolvimento do biodiesel inserido no Programa Petrobrás de Energia Renovável.

### **3.3 Instrumentos de Análise**

A partir da coleta de dados obtida das visitas aos centros de P&D e das entrevistas com os especialistas, iniciou-se a etapa de análise do conteúdo das entrevistas. Entretanto, nem todos os elementos foram abordados por todos os entrevistados com a mesma ênfase, sendo assim, procurou-se destacar, de cada uma das entrevistas, os trechos fundamentais em que os entrevistados demonstram suas opiniões sobre as questões propostas.

A análise e a interpretação dos resultados foi feita de modo a salientar as convergências e as divergências de opiniões dos especialistas entrevistados sobre cada uma das questões propostas no roteiro de entrevistas. Os resultados foram analisados sob a luz das dimensões técnica, econômica, social e ambiental e, apresentados, segundo a estrutura da cadeia produtiva do biodiesel, previamente caracterizada.

## **4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS**

O objetivo deste capítulo é o de discutir e analisar os resultados da pesquisa, que incluem os dados empíricos, ou primários, obtidos das entrevistas realizadas nos centros de P&D com especialistas que atuam na pesquisa e desenvolvimento da produção e utilização de biodiesel e, os dados complementares, ou secundários, oriundos de órgãos oficiais e artigos científicos nacionais e internacionais publicados sobre o tema.

Este capítulo está dividido em três partes principais: a primeira, corresponde à representação geral da cadeia produtiva do biodiesel; a segunda, corresponde à análise das entrevistas em profundidade, onde foram discutidos cada um dos elementos de viabilidade apontados na seção 2.5 do capítulo 2 e a terceira, corresponde às considerações complementares da autora sobre o que foi discutido com os especialistas dos centros de P&D e ao delineamento de alternativas de constituição da cadeia produtiva do biodiesel.

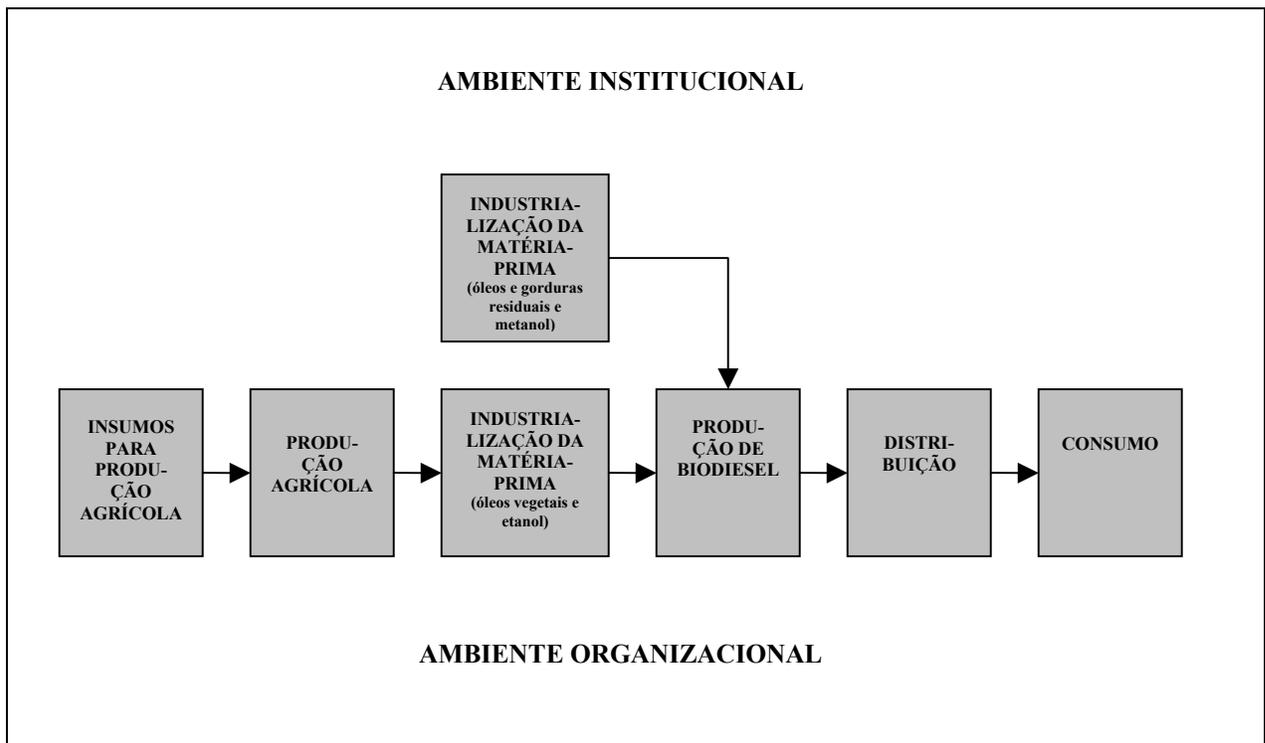
### **4.1 Representação Geral da Cadeia Produtiva do Biodiesel**

O estudo de cadeias produtivas agroindustriais pressupõe uma abordagem sistêmica, pois engloba um conjunto de componentes relacionados entre si e com o ambiente no qual estão inseridos. Tais componentes correspondem aos segmentos da cadeia produtiva, desde a produção agrícola até o consumo dos produtos finais, e ao ambiente externo, criado pelas instituições públicas e privadas que participam direta ou indiretamente da cadeia.

O modelo genérico de representação de cadeias produtivas agroindustriais, apresentado no capítulo teórico, é retomado neste momento e aplicado ao objeto de pesquisa como mostra a Figura 11. Cada um dos segmentos que compõe o modelo corresponde a uma etapa do processo de transformação de “insumos” em “produtos”. Dessa forma, os segmentos de uma cadeia

produtiva podem ser considerados como um encadeamento de subsistemas pertencentes a um sistema maior.

As setas da Figura 11 representam nada mais do que o sentido do fluxo de materiais ao longo da cadeia, sendo que os “produtos” de um determinado segmento servem de “insumos” para o próximo e assim consecutivamente. Por outro lado, fica implícito a ocorrência de um fluxo de capitais no sentido oposto e um fluxo de informações em ambos os sentidos ao longo da cadeia produtiva.



**Figura 11:** Representação genérica da cadeia produtiva do biodiesel.

A Figura 11 mostra uma representação prévia da cadeia produtiva do biodiesel na qual está apresentado o encadeamento dos elos ou segmentos dessa cadeia. Essa representação serve de estrutura para a discussão dos elementos de viabilidade que estão sendo considerados neste trabalho, ou seja, funciona como uma espécie de “guia” para a análise dos resultados que se seguirá.

## **4.2 Perspectivas de Viabilidade de Constituição da Cadeia Produtiva do Biodiesel**

A apresentação dos resultados obtidos das entrevistas com especialistas dos centros de P&D será feita para cada elemento de viabilidade questionado e seguindo a estrutura da cadeia produtiva proposta na seção anterior. Procurar-se-á evidenciar os principais argumentos utilizados pelos especialistas, as interrelações existentes entre os elementos de viabilidade e outros aspectos da cadeia, assim como os pontos de maior convergência e de maior divergência de opiniões, baseando-se no conteúdo das entrevistas. Também serão utilizados dados secundários coletados de fontes oficiais e trabalhos científicos considerados relevantes para a discussão.

A análise partiu do ambiente externo a cadeia produtiva seguida do segmento situado mais à jusante na cadeia. Isso porque, conforme foi vista na revisão da literatura, trata-se do enfoque de um produto específico, o biodiesel, e não de uma gama de produtos oriundos de uma determinada matéria-prima.

### **4.2.1 Ambiente Institucional e Organizacional**

Os aspectos institucionais e organizacionais do ambiente no qual as cadeias produtivas se desenvolvem acabam por influenciar a seleção de determinadas trajetórias tecnológicas. Dessa forma, as atividades de P&D exercidas pelas instituições públicas e privadas, permitem criar, adotar, modificar e difundir novas tecnologias, de acordo com os interesses gerais da sociedade.

Como proposto no capítulo teórico, os elementos de viabilidade relativos ao ambiente organizacional e institucional considerados relevantes ao estudo em questão são: as diretrizes nacionais para o desenvolvimento; a atuação de instituições públicas e privadas; as políticas públicas para o setor e as normas e especificações técnicas.

#### 4.2.1.1 Diretrizes nacionais para o desenvolvimento

Constatou-se primeiramente, haver uma importante expectativa dos especialistas consultados com posicionamento do governo federal em relação à implementação de um programa nacional que insira o biodiesel na matriz energética do país. Tal expectativa está baseada em fatos concretos que sinalizam o interesse crescente do governo no biodiesel: o governo anterior, através da publicação do Probiodiesel já citado anteriormente e, o atual governo, pela solicitação de um relatório ao Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), que reuniu representantes de 12 ministérios especialmente para estudar a viabilidade da utilização do combustível como fonte alternativa de energia.

Basicamente, o relatório final do GTI concluiu que: “o biodiesel contribui favoravelmente para o equacionamento de questões fundamentais para o País, como geração de emprego, renda, inclusão social, redução das emissões de poluentes, das disparidades regionais e da dependência da importação de petróleo, envolvendo, portanto, aspectos de natureza social, estratégica e econômica.” (Centro de Comunicação Social, 2004).

Entre outras recomendações feitas à Presidência da República, o GTI pede: “a incorporação do biodiesel à Agenda Oficial do governo; a adoção da inclusão social e o desenvolvimento regional como princípios orientadores básicos; autorização do uso do biodiesel, inicialmente B5, em nível nacional; a realização de estudos técnicos objetivando a identificação das matérias-primas viáveis à produção do combustível em nível regional; a normatização, regulamentação e padronização do produto; a implementação de políticas públicas de fomento e de aumento da eficiência na produção; e a criação de uma comissão interministerial permanente para acompanhar a implementação das diretrizes e políticas públicas a serem definidas pelo governo federal.” (Centro de Comunicação Social, 2004).

Do ponto de vista dos entrevistados, a questão que direcionará o conjunto de políticas que venham a ser desenvolvidas pelo governo para a implementação do biodiesel, é a ênfase na inclusão social e nos mecanismos de distribuição de renda. Isso pode ser observado nos trechos de entrevista dos especialistas consultados:

“Entendo que a prioridade dada à questão social observada nas recomendações do grupo interministerial pode traduzir-se em uma produção de biodiesel com incentivos à agricultura familiar e ao desenvolvimento regional, de forma a obter uma inclusão social importante.”

“É fundamental que se inclua a agricultura menos mecanizada a um programa brasileiro de biodiesel com o intuito de gerar um maior número de empregos no campo, gerando desenvolvimento socioeconômico para o país.”

“Atualmente, percebemos nos objetivos do governo mais ênfase à inclusão social e aos mecanismos de distribuição de renda com a implementação do biodiesel.”

#### 4.2.1.2 Políticas Públicas

As políticas públicas correspondem às ações de intervenção e regulação do Estado que poderiam atuar como impulsionadoras do desenvolvimento do conjunto da cadeia produtiva. Para o caso do biodiesel, os especialistas consultados apontaram principalmente políticas que visam o aumento da competitividade do biodiesel como pode ser visto nos seguintes depoimentos:

“É importante desenvolver a parte de crédito agrícola, a garantia de aquisição de produto, a desoneração fiscal e a identificação de novos mercados, para que possa ser implementado um programa nacional de longo prazo. Hoje, o governo assiste diversos programas sociais, e isso faz com que exista um custo embutido nos impostos que pagamos. Se conseguíssemos transformar uma parcela dessas pessoas atendidas nesses programas, em pessoas que estivessem produzindo biodiesel, isso justificaria até a determinação de uso compulsório do biodiesel.”

“As políticas públicas devem ser pensadas no sentido da desoneração fiscal e de investimentos no setor. De qualquer forma, nos países onde o biodiesel é uma realidade, existe a intervenção estatal em favor disso. Porém se evita falar em uso compulsório, essa seria uma das últimas alternativas cogitadas.”

“As políticas públicas devem ser pensadas no sentido do aumento da produção, tornando o custo do biodiesel mais viável e obtendo um produto economicamente competitivo com o óleo diesel de petróleo. (...) Políticas de crédito agrícola e de investimentos no setor, podem ser utilizadas para aumentar a disponibilidade e oferta de oleaginosas e, com isso, reduzir os preços dos óleos no mercado. Em relação aos impostos, se os mesmos impostos do diesel incidirem sobre o biodiesel neste momento inicial, o biodiesel é inviável, então temos que ter um incentivo fiscal, um incentivo à produção, um incentivo ao investimento para que aconteça o que aconteceu com o álcool.”

Nota-se uma convergência de opiniões a respeito da importância de medidas de desoneração fiscal e de alternativas de crédito e investimentos ao longo de toda a cadeia produtiva do biodiesel, principalmente nas fases iniciais de constituição da cadeia. Entretanto, quanto à necessidade de imposição do uso compulsório do biodiesel, ou seja, da determinação de um percentual de biodiesel a ser adicionado ao óleo diesel (como ocorre hoje com o álcool

adicionado à gasolina), pode-se perceber que as opiniões diferem razoavelmente. Como se pode notar, um dos entrevistados acredita que esta seria uma decisão plenamente justificável para alavancar um programa nacional. Para outro, o uso compulsório agilizaria o processo de implementação do biodiesel, mas seria a última opção, caso outras políticas fossem ineficazes.

#### 4.2.1.3 Atuação das Instituições Públicas e Privadas

Em análise prévia à realização da pesquisa, observou-se que os trabalhos desenvolvidos nos centros de P&D, especialmente os centros ligados a instituições públicas, desempenham um papel fundamental no desenvolvimento científico-tecnológico da produção e utilização de biodiesel no Brasil.

Nas visitas aos centros de pesquisa, foi possível constatar a ocorrência de uma dinâmica importante nas interrelações entre governo federal e centros de P&D, acarretando numa influência recíproca nas decisões de ambas as partes. De um lado, o governo é impulsionado a viabilizar a cadeia produtiva do biodiesel devido, em grande parte, ao trabalho desenvolvido nos centros de P&D. De outro lado, estes centros são direcionados na escolha por determinadas linhas de pesquisa de acordo com as decisões e as sinalizações do governo.

Esta observação pode ser evidenciada, por exemplo, no fato de estar havendo um incremento na variedade de oleaginosas pesquisadas nos centros visitados. Variedades de pequena expressão nacional, mas de relevância regional, estão sendo estudadas quanto ao seu potencial de utilização para fabricação de biodiesel. Isso ocorre devido ao fato de certas culturas permitirem aumentar as possibilidades de inclusão da agricultura familiar e de geração de trabalho no campo, por serem basicamente cultivadas em pequenas áreas e usando técnicas pouco mecanizadas.

Algumas iniciativas privadas também foram identificadas por estarem desenvolvendo atividades relacionadas à produção de biodiesel no Brasil. Uma delas é a Ecológica Mato Grosso Indústria e Comércio – ECOMAT - empresa do setor sucroalcooleiro, que tem investido na produção de biocombustíveis. A empresa possui uma planta de produção de biodiesel com capacidade instalada para processar cerca de 500 toneladas por mês.

Outra iniciativa que vale ser ressaltada é a da Tecnologias Bioenergéticas - TECBIO, empresa de base tecnológica, especializada em tecnologias de produção de biodiesel. A empresa, localizada no Ceará, possui em sua equipe, pesquisadores da Universidade Federal do Ceará com experiência acumulada de muitos anos na produção de biodiesel, e desenvolve principalmente projetos de unidades industriais de biodiesel.

#### 4.2.1.4 Normas e Especificações Técnicas

Para que um produto seja produzido e comercializado por agentes econômicos, deverá se enquadrar em parâmetros estabelecidos na especificação para este produto. No caso de um novo combustível como o biodiesel, se faz necessário a criação de especificações técnicas que garantam a qualidade do produto que será comercializado.

A regulamentação de combustíveis no Brasil está a cargo da Agência Nacional do Petróleo (ANP) que deverá atender à Política Energética Nacional e aos anseios da sociedade. De acordo com a definição da ANP, especificação “é a qualidade mínima necessária ao bom desempenho do produto, definida através de um conjunto de características físico-químicas e seus respectivos limites” (Gallo, 2003).

Os Estados Unidos e a União Européia possuem especificações técnicas para a qualidade do biodiesel produzido e comercializado naqueles países. A norma americana estabelecida pela *American Standards for Testing and Materials* – ASTM D 6751, em dezembro de 2001, difere da norma da União Européia em alguns parâmetros. A ANP possui um conjunto de especificações técnicas preliminares para o biodiesel visando, num primeiro momento, a realização de testes de aplicabilidade com esse combustível.

Na consulta com os especialistas, alguns aspectos foram levantados e mereceram especial atenção. Um desses aspectos foi o fato de considerarem importante que haja uma compatibilidade entre as normas adotadas nacional e internacionalmente:

“O consumo de biodiesel na Europa dobra a cada dois anos. Hoje, nós produzimos, e devemos produzir também em escala comercial, um combustível capaz de atender às especificações internacionais, abrindo oportunidades de exportação para o biodiesel brasileiro.”

Outro fato levantado, como mostra o trecho de entrevista abaixo, é o de as especificações poderem ser utilizadas como barreiras técnicas que auxiliam o protecionismo praticado em determinados países:

“A norma européia possui o parâmetro ‘índice de iodo’, o qual é dito que, indiretamente, mede a capacidade de envelhecimento do biodiesel armazenado. Entretanto, percebeu-se, através de análises em laboratórios europeus, que o biodiesel de soja é o único que não passa no ‘índice de iodo’. Dessa forma, fica evidenciada uma barreira técnica ao óleo de soja, provavelmente porque o Brasil e EUA são os maiores produtores mundiais de soja, e essa restrição impede que o biodiesel se soja entre no mercado europeu. Tais considerações políticas, mostram que o protecionismo não é feito só com barreiras econômicas mas também é feito com barreiras alfandegárias não tarifárias.”

Todos os entrevistados concordam que a regulamentação de especificações técnicas é uma ação de grande importância para viabilizar o uso do biodiesel no Brasil, já que estabelecerá bases para um rígido controle de qualidade que um programa dessa dimensão necessita.

#### **4.2.2 Consumo**

O biodiesel é um produto substituto natural do óleo diesel de petróleo, podendo ser consumido puro ou misturado em proporções variadas ao óleo diesel conforme dito anteriormente. O mercado potencial do biodiesel abrange todo e qualquer motor de ignição por compressão, ou seja, motores do ciclo diesel.

Os efeitos do consumo de biodiesel em substituição parcial ao óleo diesel tendem a ser sentidos direta e indiretamente na sociedade de um modo geral, já que o diesel é um produto de ampla abrangência, utilizado no transporte rodoviário coletivo e de cargas em quase todo o país, constituindo-se numa parcela do custo logístico dos produtos em geral.

Como mostra a Figura 8, os elementos de viabilidade identificados no segmento “consumo” são: adoção da tecnologia pela sociedade; mercados potenciais; preço de mercado dos produtos concorrentes; importações dos produtos concorrentes; impactos ambientais e condições de utilização do produto.

#### 4.2.2.1 Adoção da Tecnologia pela Sociedade

Diversos fatores influenciam na adoção de uma nova tecnologia pela sociedade. Os atributos que se destacaram para o biodiesel, tanto nas entrevistas quanto na coleta de dados secundários foram: a qualidade, o custo, o desempenho, a segurança, a praticidade e os benefícios socioambientais que o consumo do biodiesel possa proporcionar.

Segundo as observações dos especialistas, do ponto de vista socioambiental, a sociedade brasileira não estaria predisposta a pagar um preço superior para utilizar um novo combustível, mesmo que este seja menos prejudicial ao meio ambiente:

“A sociedade brasileira só admitiria trocar de combustível se houvesse possibilidades de ganhos econômicos individuais, e na estrutura de preços de combustíveis no Brasil, é muito difícil encontrar algo mais barato que o diesel.”

“O consumidor brasileiro em geral quer pagar menos pelo combustível que consome e se interessa pouco pela qualidade desse produto e seus impactos no ambiente. Nessas circunstâncias a sociedade brasileira torna-se difícil de se lidar, pois ainda falta muito para se evoluir nesse sentido. Talvez a diferença básica da utilização de biodiesel em países desenvolvidos é a que lá grande parte da sociedade aceita pagar mais para ter o benefício ambiental.”

Os países desenvolvidos possuem políticas ambientais mais avançadas em termos de preservação ambiental e qualidade de vida da população, fazendo com que os benefícios socioambientais seja, talvez, o principal fator de incentivo à utilização de biodiesel em determinados países.

Indagados sobre possíveis vantagens técnicas do uso do biodiesel para os consumidores, os especialistas apontaram como vantagem principal o fato de a tecnologia de utilização do biodiesel, baseada nos testes realizados até então, não requerer alterações nos motores do ciclo diesel, podendo este receber uma mistura composta de biodiesel e óleo diesel em qualquer proporção:

“Uma das principais vantagens do biodiesel é o fato de este não exigir alterações nos motores para que seja utilizado, diferente do que ocorreu com o álcool quando este foi introduzido.”

“Entendo que o mesmo tratamento que damos hoje à gasolina comum, adicionando um percentual de álcool anidro, ou mesmo o motor do tipo *flexfuel*, que permite uma mistura variada destes dois combustíveis, possa ser dado à adição de biodiesel em óleo diesel, com a vantagem de que esta última, já de início, não exige modificações nos motores.”

Este aspecto faz uma diferença bastante positiva, já que não se necessita criar uma nova tecnologia de motor como foi necessário no caso do álcool, reduzindo dúvidas e inseguranças dos consumidores. Outro aspecto técnico comentado é que há um ganho em lubricidade com a adição do biodiesel ao diesel de petróleo, ganho este bastante interessante para o funcionamento dos motores.

Em relação à qualidade do combustível que será produzido e comercializado no país, observa-se uma grande preocupação dos pesquisadores, já que o uso de um biodiesel de má qualidade poderia comprometer a imagem de todo um programa nacional:

“Se tivermos uma produção de biodiesel de baixa qualidade, que possa causar prejuízos ao motor que o utiliza, pode ocorrer um desprestígio do novo combustível, cujo uso, pelo menos em termos de reputação, ainda não está consolidado. Então, a preocupação da qualidade é uma das preocupações mais sérias para o sucesso de um programa.”

#### 4.2.2.2 Mercados Potenciais

O mercado potencial para utilização do biodiesel corresponde a qualquer motor do ciclo diesel, incluindo nesse espectro: os motores automotivos - de veículos de transporte coletivo, transporte de cargas, máquinas agrícolas, locomotivas, navios, etc. - e os motores estacionários - de geradores de energia elétrica.

Segundo os entrevistados, algumas particularidades podem ser observadas em relação aos diferentes mercados de biodiesel. No campo ou em zonas de localização remota, pode ser mais vantajoso que o biodiesel seja utilizado na sua forma pura, próximo ao local onde é produzido e dispensando o transporte de óleo diesel para fazer a mistura. Já, no caso do abastecimento de frotas de ônibus e caminhões em regiões metropolitanas, a adição de biodiesel ao óleo diesel em pequenas proporções pode ser mais viável, devido ao fato de o óleo diesel ser mais abundante nestes locais e de não haver, em curto prazo, a perspectiva de uma produção capaz de atender a uma demanda maior. Tais análises podem ser vistas nos trechos abaixo:

“O biodiesel poderia ser utilizado puro em situações de frota cativa ou de localização remota. Por exemplo, para a Petrobrás custa cerca de três vezes mais para disponibilizar o diesel no interior da Amazônia, devido aos custos logísticos dessa operação.”

“O consumo do biodiesel no transporte coletivo e de cargas pode gerar benefícios nas regiões metropolitanas mesmo se utilizado em pequenas proporções.”

Além do mercado nacional, um mercado que também aparece como bastante promissor para os especialistas é o mercado de biocombustíveis europeu. O fato de que alguns países da União Européia já utilizam o biodiesel e de este possuir um valor de mercado bastante superior ao do que poderia ser praticado no Brasil, confere boas possibilidades de exportação desse produto:

“Atualmente, o consumo de biodiesel na Europa dobra a cada dois anos, e nós já podemos produzir no Brasil, um biodiesel capaz de atender a todas as normas internacionais. Além disso, pelo preço que o biodiesel é comercializado atualmente na União Européia, é importante pensarmos neste mercado para a o biodiesel brasileiro.”

#### 4.2.2.3 Preço de Mercado dos Produtos Concorrentes

Em relação ao preço de mercado dos produtos concorrentes, interessa fundamentalmente o preço do óleo diesel comercializado no Brasil, já que este serve como parâmetro comparativo nas análises de viabilidade econômica do biodiesel. Entretanto, como foi visto anteriormente, o óleo diesel é utilizado como combustível para praticamente toda a frota de transporte coletivo e de carga do país e, por isso, é subsidiado pelo governo a título de importância social.

Dessa forma, o óleo diesel é vendido no Brasil a preços relativamente baixos, tornando-se difícil, a produção de um combustível líquido competitivo com este produto. De acordo com os especialistas, este é um dos principais gargalos da implementação do biodiesel no Brasil:

“É uma perversidade esperar que o biodiesel possa competir com o óleo diesel no Brasil, pois este último é subsidiado. Enquanto o diesel tem um viés negativo por uma série de fatores que não são computados em sua viabilidade econômica, ocorre o contrário no caso do biodiesel, pois se tem um ganho socioambiental.”

“Sob o ponto de vista tributário, hoje nós sabemos que sobre a gasolina incide 53% de impostos e sobre o óleo diesel incide 29%, dessa forma a gasolina subsidia o diesel. Para que o biodiesel possa ser mais competitivo, será preciso pensar em desoneração fiscal, um incentivo à produção, incentivo fiscal e incentivo ao investimento, para que aconteça o que aconteceu com o álcool. Há 30 anos, com o preço que se produzia 1 litro de álcool, se produziam 2 litros de gasolina e 5 litros de diesel, hoje, o álcool custa menos que a gasolina. Isso significa uma evolução, tanto no avanço tecnológico como na economia de escala.”

“Se retirarmos os impostos que incidem sobre o óleo diesel do Brasil, este sairia da refinaria com valor abaixo de R\$1,00. Então, não se pode pensar no biodiesel custando mais do que isso. Entretanto, enquanto na Alemanha os impostos sobre o óleo diesel correspondem a € 0,47 por litro, aqui nós pagamos apenas R\$0,14 de impostos por litro de óleo diesel. Dessa forma, a isenção fiscal para o biodiesel na Europa funciona muito bem,

pois este chega na bomba a um preço competitivo. No Brasil, seria preciso mais do que a isenção fiscal.”

#### 4.2.2.4 Importações dos Produtos Concorrentes

O crescimento das importações de óleo diesel, como mostrou a Figura 6, na seção 2.4.3 do capítulo 2, é um dos aspectos mais discutidos entre os especialistas, já que a produção brasileira de biodiesel poderia substituir parte dessas importações e o país poderia economizar em divisas. Isso fica bastante claro nas entrevistas com os especialistas:

“O Brasil é carente de diesel e este é um número fundamental, cerca de 30% do óleo diesel que consumimos é de origem externa, uma parte é importada na forma de diesel refinado e, outra parte, em petróleo. A redução dessas importações favorecerá a balança comercial brasileira e inclusive a própria Petrobrás, cuja estrutura de refino é totalmente deformada por conta deste débito de diesel.”

“Uma das grandes motivações do estudo biodiesel é o fato de que o Brasil, hoje, importa boa parte de diesel que consome, deixando o país suscetível às oscilações do mercado internacional.”

“Dentro de uma somatória de interesses para o governo, a redução das importações de óleo diesel através da produção nacional de biodiesel pode trazer benefícios para a balança comercial e superávit primário, já que reduz as importações de petróleo e ainda desenvolve indústria no país.”

Dessa forma, conclui-se que a possibilidade de redução nas importações de petróleo e óleo diesel é, na opinião dos especialistas consultados, um dos grandes atrativos para o governo brasileiro implementar um programa de biodiesel no país, já que poderia trazer benefícios tanto em termos econômicos (economia de divisas) como em termos estratégicos (redução da dependência de petróleo em regiões conflituosas).

#### 4.2.2.5 Impactos Ambientais

Em relação aos impactos ambientais do uso do biodiesel, pode-se dizer que a redução da emissão de poluentes e a reabsorção do carbono pela produção agrícola de matéria-prima são os aspectos de maior relevância. De acordo com a revisão da literatura, as emissões provenientes da combustão do biodiesel são substancialmente inferiores às do óleo diesel. Dessa forma, a

substituição parcial do diesel por um combustível menos poluente pode ser econômica e ambientalmente vantajosa.

De um modo geral, os processos de combustão liberam dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água, entretanto, como essa combustão raramente é perfeita, são liberados também outros compostos como o monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos diversos, óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ), óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) e fuligem (Plá, 2002).

A redução das emissões de poluentes contribuiria para diminuir impactos ambientais negativos da combustão do óleo diesel como é o caso do efeito estufa, da chuva ácida, da poluição oriunda da fuligem e da fumaça preta nos grandes centros urbanos. Essa redução se refletiria em ganhos de qualidade de vida para a população em geral e é, segundo os especialistas, um dos principais motivos do uso do biodiesel em países desenvolvidos.

Em estudo feito pela COPPE foram obtidos os resultados mostrados na Tabela 3 para emissão de poluentes do biodiesel em comparação às emissões do óleo diesel.

**Tabela 3:** Emissões de poluentes do biodiesel puro e de misturas.

POLUENTE	Redução / Aumento	B100	B20	B10	B5
		PERCENTUAL (%)			
Gases do efeito estufa	R	78	15	7,5	3,75
Enxofre	R	98	19	9,5	4,95
Material particulado	R	50	10	5	2,5
Óxidos de nitrogênio	A	13*	2,5**	1,3**	0,65**

Fonte: Oliveira (2001).

\* USEPA

\*\*Caso o incremento seja linear

Apesar das reduções nas emissões de dióxido de carbono, hidrocarbonetos, enxofre e material particulado, os dados da Tabela 3 apontam um incremento nas emissões de óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ). No entanto, segundo um dos especialistas consultados, este incremento poderia ser eliminado com ajustes nos motores do ciclo diesel. Cabe acrescentar que existem variações entre diferentes estudos sobre a redução e o aumento nas emissões de biodiesel em comparação

às emissões do óleo diesel, isso se deve, principalmente às variações nos métodos e nas condições de medição.

O conjunto de benefícios ambientais, também são fontes de interesse econômico pelo biodiesel. Apesar de serem de difícil valoração, os benefícios obtidos pela redução de impactos ambientais já são tratados em convenções internacionais sobre mudanças climáticas, as quais deram origem ao Protocolo de Kyoto, com metas fixadas para o controle dos gases causadores do efeito estufa.

Apesar da resistência de alguns, os países desenvolvidos, responsáveis pela maior parte das emissões de gases do efeito estufa, comprometeram-se em atingir metas de redução nas emissões. Essa redução pode ser alcançada mediante investimentos diretos no próprio país ou através da compra de reduções certificadas de emissões. Sendo assim, surge um mercado de créditos e débitos de carbono, que pode ser bastante interessante para os países em desenvolvimento:

“A comercialização de créditos de carbono seria uma maneira de mensurar os benefícios ambientais. Além da redução das emissões, o ciclo produtivo, tanto do etanol quanto das oleaginosas, consegue diminuir a acumulação de gases do efeito estufa na atmosfera. De modo geral, o biodiesel está dentro das premissas de reciclagem, onde o que se gera na combustão é absorvido pelas áreas agriculturáveis. Entretanto, tais efeitos ainda devem ser melhor estudados.”

“Utilizando o biodiesel, todo o carbono que está sendo jogado na atmosfera com a queima do combustível, já foi previamente sequestrado em uma reação de fotossíntese. Créditos de carbono não é nada mais do que isso, porque antes de queimar o combustível você já o sequestrou.”

Nesse sentido, a possibilidade de redução nas emissões de CO<sub>2</sub> e o fato de grande parte da matéria-prima vir de fontes agriculturáveis criam uma expectativa em relação à comercialização de créditos de carbono. Na opinião dos especialistas, esta é uma questão de grande importância futura para a viabilização do biodiesel.

“O estabelecimento de um mercado no país para cotas de carbono é uma perspectiva futura, pois nem todos os países ratificaram o Protocolo de Kyoto, mas a tendência é que isso seja feito.”

Segundo os entrevistados, os esforços de valoração desse e de outros benefícios socioambientais como, por exemplo, a redução de gastos com saúde pública; são ainda muito incipientes, porém, já se pode notar avanços das políticas ambientais nesse sentido.

#### 4.2.2.6 Condições de Utilização

Como foi visto anteriormente, o biodiesel pode ser utilizado como combustível puro ou adicionado em diferentes proporções ao óleo diesel. Se misturado em pequenas proporções (de 1% a 4%), sem alterar as especificações do óleo diesel, o biodiesel é considerado como um aditivo. As misturas recebem o nome genérico de BXX, onde XX corresponde ao percentual de biodiesel adicionado. Por exemplo, uma mistura de 5% de biodiesel e 95% de diesel, é chamada de B5, já uma mistura que contenha 10% de biodiesel e 90% de diesel, é denominada B10 e assim sucessivamente até o B100, que corresponde ao biodiesel puro. Em relação ao uso das misturas, um dos especialistas comenta:

“Enquanto você adicionar biodiesel ao diesel e não fugir das especificações deste produto, o biodiesel é apenas um aditivo do combustível diesel. É um diesel com melhor performance pois o biodiesel é um fator de melhora da qualidade do diesel.”

Uma das questões centrais discutidas pelos agentes de toda a cadeia produtiva do biodiesel: **“Que proporção de mistura o Brasil deverá adotar?”** e, tal questão, envolve uma série de fatores importantes como: a disponibilidade de matéria-prima e de capacidade produção de biodiesel, a regionalização do consumo e a comprovação de testes de aplicabilidade.

A exemplo do que ocorre em outros países, espera-se que o governo brasileiro determine a proporção de biodiesel a ser utilizada. Tal proporção poderá ser estabelecida em âmbito nacional ou regional, ou mesmo tipos de utilização diferenciados por mercados (transporte coletivo, frotas cativas, etc.).

Os especialistas entrevistados concordam que é provável a adoção de um modelo misto de utilização do biodiesel no Brasil, ou seja, com modos distintos de utilização de biodiesel de acordo com as especificidades de cada região. Tal situação pode ser esperada devido à grande extensão territorial e à diversidade de matérias-primas existentes no país.

Quando se fala na proporção da mistura do biodiesel ao óleo diesel, diversos aspectos econômicos devem ser considerados. Um deles, talvez o principal, é o impacto de surgimento de uma demanda por esse novo produto. Os especialistas acreditam que seria viável, num curto prazo, um programa nacional de utilização de uma mistura de 5%. Já, regionalmente, poderiam ser avaliadas diferentes proporções, adequadas à economia de cada local.

Estas observações estão evidentes na citação de uma das entrevistas de um dos especialistas:

“É provável que o Brasil adote um modelo misto, já que existem regiões isoladas onde poderia se utilizar um biodiesel puro para geração de energia elétrica. Em termos veiculares, eu acredito que um programa de abrangência nacional deverá determinar proporções pequenas de adição, pois não adianta pensarmos num B100 para todo o país, porque não se tem a capacidade produtiva para atender a esta demanda num primeiro momento. Um programa de 5% poderia ser viável a curto prazo, pois poderíamos equacionar a questão produtiva.”

A adição do biodiesel ao diesel pode gerar vantagens tecnológicas, sendo que uma delas é o aumento da lubricidade desse combustível. Por outro lado, diversos testes de campo ainda devem ser feitos com o objetivo de assegurar que não haja prejuízos tecnológicos aos motores. Pelo conhecimento que se tem atualmente, não seria necessário fazer nenhuma adaptação nos motores desde que fossem respeitadas as especificações técnicas para o biodiesel.

Do ponto de vista ambiental, quanto maior for a proporção de biodiesel adicionada ao óleo diesel, maiores serão as reduções na emissão de poluentes na atmosfera e conseqüentemente maiores serão os benefícios socioambientais obtidos com a utilização deste produto.

### **4.2.3 Distribuição**

O setor de distribuição de combustíveis é historicamente caracterizado por um alto grau de regulamentação. No caso do biodiesel, interessa particularmente a distribuição de álcool combustível e de petróleo e derivados.

A alta regulamentação na distribuição de combustíveis se manteve até o início da década de 90, quando a distribuição de derivados de petróleo e combustíveis iniciou um processo gradual, porém profundo, de desregulamentação e liberação de preços. De acordo com a SEAE

(1997), o setor de comercialização de combustíveis, tanto no que diz respeito à distribuição quanto ao varejo, encontra-se em regime de liberdade de mercado desde abril de 1996 em quase todo o país.

Em relação ao álcool anidro, misturado à gasolina, o regime de preços passou a ser liberado para os produtores em 1997. Até a adoção da medida, a Petrobrás comprava o álcool anidro de usinas e destilarias e revendia o produto às companhias distribuidoras de combustíveis. Os preços dessas duas operações eram fixados pelo governo federal. Com a liberação, o preço do álcool anidro deixou de ser estabelecido pelo governo e passou a ser negociado diretamente entre produtores e distribuidoras. Desde então, as distribuidoras tornaram-se as responsáveis pela mistura do álcool anidro à gasolina em todo o território nacional, via utilização de dutos, terminais e navios da Petrobrás, a fim de promover a contínua distribuição e armazenamento do produto (SEAE, 1997).

Diante disso, observa-se que a distribuição de combustíveis no Brasil é um segmento bastante complexo da economia. No caso do biodiesel, estima-se que o papel das companhias petroquímicas seja fundamental para desenvolvimento do sistema de distribuição e comercialização desse produto.

#### 4.2.3.1 Sistema de Distribuição e Comercialização

Pode-se observar que a regulamentação do Estado é um aspecto fundamental na avaliação das possibilidades de distribuição e comercialização de biodiesel no país devido à atuação da Petrobrás no setor de combustíveis. Dessa forma, segundo um dos especialistas, a distribuição de biodiesel deverá depender, em grande parte, das determinações de políticas estabelecidas para o setor:

“O segmento de distribuição do biodiesel no Brasil deverá ocorrer de maneira um pouco mais uniformizada que os demais, pois se você vai fornecer um combustível que por trás está a bandeira da Petrobrás, não se pode correr o risco de haver uma diferenciação entre os estados. Dessa forma, a distribuição final deverá ter um formato único.”

De modo geral, os entrevistados concordam que é bastante provável que se adote um modelo similar ao existente hoje de adição do álcool anidro à gasolina. Essa opinião fica particularmente explícita no trecho de entrevista abaixo:

“Está havendo uma tendência para uma cópia fiel do que se pratica na adição do álcool à gasolina, ou seja, você tem instalações adequadas para o armazenamento do biodiesel e no momento do carregamento o caminhão tanque ele receberia um percentual de diesel e de biodiesel.”

Sob o ponto de vista tecnológico, não há necessidade de um processo específico para a homogeneização dos dois combustíveis, pois as densidades dos dois combustíveis são muito próximas, como comenta este especialista:

“O biodiesel é plenamente solúvel no óleo diesel, tornando desnecessária uma mistura especial, pois a diferença de densidade entre os dois produtos é muito pequena.”

No entanto, estão sendo desenvolvidas pesquisas relacionadas à estabilidade, tanto da mistura como do biodiesel puro, principalmente porque o biodiesel produzido com etanol pode ser mais suscetível à degradação, como pode ser observado neste trecho de uma entrevista:

“O etanol, ao contrário do metanol, é tolerado pelos microorganismos um nível relativamente razoável. Isso implica em dizer que o biodiesel de natureza etílica é mais suscetível a biodegradação, o que é uma grande vantagem de um lado e uma grande desvantagem de outro. Em vista disso, é necessário que se produza mais pesquisa sobre a estabilidade deste produto.”

#### **4.2.4 Produção de Biodiesel**

A industrialização refere-se basicamente à produção de biodiesel em unidades industriais. Alguns elementos de viabilidade foram identificados na seção 2.5 do capítulo 2 para serem analisados neste segmento: o processo tecnológico; a escala produtiva e a localização das plantas industriais; a capacitação técnica dos profissionais; os equipamentos e as instalações requeridas; o aproveitamento dos co-produtos.

##### **4.2.4.1 Processo Tecnológico**

O processo tecnológico corresponde ao conjunto de operações que ocorre dentro da unidade industrial para a obtenção do biodiesel, sendo que a principal transformação ocorrida durante o processo é a reação química de transesterificação descrita na revisão da literatura.

A transesterificação homogênea em meio alcalino ainda é o processo mais utilizado atualmente. Entretanto, com o avanço da pesquisa tecnológica, para otimizar custos e tempo de operação, novas alternativas tecnológicas estão sendo desenvolvidas.

Das inovações mais significativas no processo tecnológico, pode-se destacar a pesquisa de catalisadores que vêm sendo desenvolvidos e testados com o intuito de reduzir o tempo de reação de transesterificação. Outra inovação é o desenvolvimento da tecnologia de extração *in situ*, em que ao invés de utilizar o óleo vegetal para a produção de biodiesel, usa diretamente a semente:

“Estamos conseguindo desenvolver um catalisador que reduz o tempo de reação de 6 horas para 30 minutos, com isso, somos muito mais produtivos.”

“A tecnologia de extração *in situ* que está sendo pesquisada atualmente em nosso centro de P&D, altera significativamente o processo de produção tradicional do biodiesel no sentido em que une o processo de extração do óleo vegetal e a reação de transesterificação numa mesma etapa, podendo ser vantajoso para o processo como um todo.”

Quanto à continuidade do processo de produção do biodiesel, se está tentando evoluir de um processo em batelada para um processo contínuo, o que geralmente requer maiores investimentos. Atualmente, já se pode simular processos semi-contínuos, onde a fase de reação ocorre em bateladas e a fase de purificação ocorre de forma contínua:

“A maior parte dos avanços na continuidade equivalem a processos semi-contínuos, nesse caso você tem vários reatores para a transesterificação em batelada e uma unidade de purificação contínua.”

“Se pode melhorar e incrementar tecnologicamente o processo em batelada, numa produção semi-contínua, você pode ter sempre bateladas de forma a abastecer continuamente o reator, tendo assim, as fases de separação e purificação feitas de maneira contínua. Isso seria feito como separando glicerina e biodiesel vai sendo separado do álcool por evaporação, o álcool recuperado e a parte das secagem também contínua.”

Em relação à rota utilizada para a fabricação do biodiesel, foi possível observar que uma das principais preocupações em relação ao processo tecnológico de produção pelos centros de P&D atuantes no país é a de aperfeiçoar a rota etílica, pois a rota utilizada para a fabricação de biodiesel em outros países é a metílica, da qual já se possui um domínio tecnológico maior:

“Repetir as coisas que já foram feitas é muito mais fácil do que desenvolver coisas novas, dessa forma, a rota metílica, que já é perfeitamente implantada na União Européia e funciona muito bem, é realmente mais simples de ser adotada.”

“Além de comprovar que dominamos o processo metílico de fabricação do biodiesel, devemos mostrar também que fazemos o processo etílico tão bom quanto o processo metílico deles.”

Do ponto de vista econômico, mesmo não constituindo o custo principal do biodiesel, acredita-se que o avanço tecnológico do processo possa contribuir para a redução dos custos do produto final.

#### 4.2.4.2 Escala e Localização das Plantas Industriais

Ao longo deste estudo, foi possível observar que os elementos de localização e escala produtiva das unidades industriais de fabricação do biodiesel, podem contribuir de forma determinante para a competitividade do produto final.

Teoricamente, a decisão sobre a localização das plantas industriais está relacionada à influência dos fatores de oferta e de demanda. Devido ao fato de buscar-se a minimização dos custos com transporte de matérias-primas e de produtos finais, as plantas devem localizar-se próximas às fontes da matéria-prima ou próxima aos centros de consumo. Sendo assim, espera-se que as unidades produtoras de biodiesel estejam localizadas próximas às plantas esmagadoras de óleos vegetais, às usinas de álcool e às indústrias que gerem óleos e gorduras residuais, ou então, que elas estejam localizadas próximas aos centros de consumo de combustíveis.

Indagados sobre esta questão, os especialistas sugeriram que o fato de a matéria-prima para a produção de biodiesel estar, em grande parte regionalizada, pode fazer com que surjam diferentes configurações de localização, otimizando os fatores de produção agrícola, produção industrial e distribuição do produto:

“A questão da localização deve ser analisada de estado a estado, região a região. Você pode aproveitar estar perto da produção de óleo ou de álcool, ou estar próxima aos centros de distribuição. Digamos que o ideal seja ver qual a situação em que, por exemplo, duas dessas condições sejam atingidas.”

“Seria importante buscar responder qual é a distância máxima que torna viável o frete de uma usina de biodiesel a uma determinada área de influência. Além disso, para determinar a melhor localização da planta deve-se pensar na matéria-prima e no destino que será dado aos os co-produtos do processo.”

Em relação à capacidade de produção das plantas industriais, pode-se dizer que, do ponto de vista tecnológico, o biodiesel pode ser produzido desde pequenas até grandes escalas, de acordo com os diferentes objetivos da produção. Basicamente, a escala de produção está diretamente relacionada com o tipo e a disponibilidade da matéria-prima utilizada, tendo em vista o mercado para o qual o produto e os co-produtos do processo serão destinados. Isso pode ser observado na opinião dos especialistas:

“O Brasil é um país muito grande e o dimensionamento e a distribuição destas unidades tem que ser feito de acordo com: a demanda, a disponibilidade de matéria-prima e com algumas considerações políticas.”

“Poderão existir unidades grandes para abastecer os grandes centros e também pequenas unidades, onde o biodiesel possa ser processado dentro das propriedades rurais para o abastecimento de frotas agrícolas locais e algum pequeno centro da região. É claro que isso vai exigir um controle de qualidade e de distribuição adequado do produto.”

Uma preocupação recorrente nas discussões sobre escala e localização das unidades industriais de biodiesel é a de que o produto possa ser produzido em pequenas escalas, incentivando o uso de matérias-primas localizadas em regiões menos favorecidas do país. Entretanto, sabe-se que existirão ganhos econômicos de escala em plantas de maior capacidade produtiva como mostram os especialistas:

“As economias de escala existem, porém a sua incidência é menos importante no biodiesel do que na produção de outros combustíveis como por exemplo o álcool. Além disso, os ganhos econômicos de escala podem ser compensados de várias maneiras, por exemplo se um pequeno produtor rural decide produzir biodiesel para consumo próprio, não haverá incidência de impostos nesse consumo e tampouco haverá encarecimento pela participação de intermediários na comercialização. Por outro lado, numa mega usina você tem custos operativos e administrativos maiores.”

“Eu acredito que a produção de biodiesel vai se diferenciar da produção de óleo diesel pois não se produz diesel em pequeno porte, mas biodiesel você pode produzir com tranquilidade. Eu acho que se usarmos a triangulação: produção agrícola da oleaginosa, produção industrial e distribuição para o consumo numa microrregião, se poderia obter um custo melhor, já que os gastos com transporte de materiais seriam reduzidos. Dessa forma, se produziria em pequena escala, mas não haveria necessidade de transportar o produto para muito longe.”

#### 4.2.4.3 Equipamentos e Instalações

Em relação aos equipamentos e instalações necessários para a constituição das plantas produtoras de biodiesel, foram abordados aspectos relativos à disponibilidade de fornecedores e de tecnologia nacional.

Segundo os entrevistados, a produção de biodiesel não exige uma tecnologia muito sofisticada e, de um modo geral, os equipamentos são relativamente simples e são, ou poderão vir a ser produzidos nacionalmente:

“De maneira geral, os equipamentos necessários para a produção de biodiesel são equipamentos simples, com exceção das centrífugas, que podem ou não ser utilizadas no processo. Estas possuem tecnologia alemã e não são fabricadas no Brasil.”

“É importante que se estabeleçam parcerias para o desenvolvimento de tecnologia nacional. Está em andamento uma parceria com um fabricante nacional de centrífugas que estaria disposto a desenvolver a tecnologia de centrífugas específicas para a produção de biodiesel.”

#### 4.2.4.4 Capacitação Técnica

A capacitação técnica dos profissionais que atuarão na produção de biodiesel está intimamente relacionada com a qualidade do produto final. Esta característica é muito importante na opinião dos especialistas, já que a produção de um biodiesel de má qualidade poderia comprometer todo o andamento de um programa nacional.

“Poderia se fazer biodiesel em “fundo de quintal” por uma pessoa altamente especializada e competente, que soubesse analisar as questões relativas à qualidade desse produto. Do contrário, se tivermos a produção de biodiesel de baixa qualidade, isso poderá causar danos aos motores e para a imagem do produto.”

Por outro lado, a atuação de profissionais especializados, está restrita às unidades de fabricação do biodiesel, o que corresponde a uma parcela pequena dos empregos que podem ser gerados ao longo de toda a cadeia produtiva:

“Uma usina de biodiesel não vai gerar um grande número de empregos, o maior contingente de empregos vai estar na área agrícola, onde não é preciso tanto aperfeiçoamento técnico como nas unidades industriais.”

#### 4.2.4.5 Aproveitamento de co-produtos

Da cadeia produtiva do biodiesel, originam-se dois co-produtos principais: o farelo (ou torta), geralmente rico em proteína, resultante da etapa de extração do óleo de culturas oleaginosas, e a glicerina, resultante da reação de transesterificação.

O farelo, proveniente da extração do óleo vegetal, geralmente possui um alto teor protéico e pode ter destino na indústria de ração animal e de fertilizantes. Em alguns casos, o farelo pode servir para alimentação humana. Exemplo disso, é o consumo do farelo de soja, utilizado tanto na alimentação humana quanto animal.

Em relação ao aproveitamento da glicerina, inúmeras utilizações podem ser incentivadas, além das alternativas mais conhecidas como a de servir de matéria-prima nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos e de explosivos:

“Hoje são catalogados mais de 1200 usos para a glicerina, a indústria farmacêutica, de cosméticos e de explosivos são as mais comuns, mas há muito mais que isso, e o mercado não a utiliza em função da falta de preço competitivo.”

Entretanto, a glicerina obtida da separação do biodiesel, ainda deverá passar por um processo de purificação para obter as características adequadas para sua utilização. Esta operação, segundo os especialistas, não deverá ocorrer, pelo menos não completamente, na unidade de produção de biodiesel e sim, em unidades centralizadas de refino da glicerina.

“Em termos econômicos, a glicerina tem um valor agregado muito grande e pode ser utilizada para diversos fins. A idéia predominante de tratamento deste produto é a de condicionar a glicerina até um certo grau e fornecê-la, em estado ainda relativamente bruto, para uma unidade maior, centralizada, que deverá refiná-la.”

Do ponto de vista econômico, pode se esperar que haja um aumento expressivo da oferta de glicerina e de farelos no mercado, resultantes da produção do biodiesel. Isso poderá causar uma redução dos preços pagos por estes produtos no mercado.

Entretanto, é provável que, com a diminuição do preço da glicerina e dos farelos, como por exemplo o de soja, novas utilizações para este produto sejam viabilizadas. Além disso, esta redução poderia ser compensada com o aumento das escalas de produção de glicerina, ou seja, se venderia a um custo mais baixo mas em maiores quantidades. Tais observações podem ser vistas nos trechos de entrevista citados abaixo:

“Para cada tonelada de biodiesel você irá produzir 100 quilos de glicerina, e há um limite de aproveitamento. Na Europa, o mercado já sente um esgotamento. Por isso, deve-se buscar usos alternativos para este produto. Nós estamos desenvolvendo a utilização da glicerina na linha de fármacos, para a produção de surfactantes e para a produção de metanol.”

“A glicerina possui hoje um valor de mercado bastante significativo e o mercado da glicerina possui uma oferta reprimida. É claro que com a produção de biodiesel aumentaremos esta oferta, poderemos satisfazer essa demanda existente e criar uma reserva de mercado. Existem inúmeras utilizações que ainda não são aplicadas em função do custo atual da glicerina. Dessa forma, o aumento na produção de glicerina vai devolver os ganhos que teoricamente seriam perdidos em preço de mercado, ou seja, se poderia vender mais a menor preço, e ganhar a mesma coisa.”

De toda a forma, é consensual entre os entrevistados, que o aproveitamento dos co-produtos é uma das grandes possibilidades de melhorar a viabilidade do custo da produção de biodiesel.

#### **4.2.5 Industrialização da Matéria-Prima**

A importância deste segmento da cadeia é fundamental para a viabilidade econômica do biodiesel pois, segundo os especialistas consultados, o custo da matéria-prima corresponde de 70% a 80% do custo total de produção do biodiesel. O estudo das alternativas de matéria-prima para a produção de biodiesel está relacionado basicamente com a disponibilidade e a competitividade de óleos e gorduras.

##### **4.2.5.1 Matéria-prima principal**

Como foi visto anteriormente, a matéria-prima principal para a produção de biodiesel são óleos e gorduras de origem vegetal, animal ou residual. Entretanto, para facilitar o entendimento sobre a discussão dos aspectos relativos à matéria-prima, esta será abordada em dois grupos: o dos óleos vegetais *in natura*, que correspondem aos óleos obtidos do esmagamento de oleaginosas e o dos óleos e gorduras residuais, que correspondem aos óleos de origem animal ou vegetal obtidos de sobras de frigoríficos, de fritadeiras industriais, dentre outras fontes.

A produção anual brasileira de óleos vegetais é da ordem de 4 bilhões de litros (Campos *et al.*, 2003) sendo que cerca de 90% dessa produção corresponde ao óleo de soja como mostra a Tabela 4. Dessa forma, do ponto de vista da disponibilidade, somente a produção de óleo de soja,

num curto prazo, poderia atender a uma demanda de biodiesel em nível nacional, e ainda assim, geraria grandes impactos nos mercados nacional e internacional de óleo, farelo e grão.

Entretanto, em termos de produtividade e de teor de óleo, outros óleos são mais interessantes do que a soja para a produção de biodiesel. A Tabela 4 mostra dados referentes à produção, teor de óleo e produtividade média de alguns dos principais óleos produzidos no país.

**Tabela 4:** Produção, teor de óleo e produtividade de óleos vegetais no Brasil.

ÓLEO VEGETAL	PRODUÇÃO NACIONAL*		TEOR DE ÓLEO* (%)	PRODUTIVI-DADE** (litros / hectare)
	Toneladas	(%)		
Soja	3.770.000	90,7	18-21	400
Algodão	105.000	2,5	30-40	280
Palma	95.000	2,3	—	5950
Mamona	32.000	0,8	45-55	1200
Colza	12.200	0,3	39-45	—
Girassol	—	—	45-55	800
Amendoim	—	—	40-50	2100

Fontes: \*Campos *et al.*, 2003. \*\* Biodiesel, 2003.

Observando os dados da Tabela 4, percebe-se palma, mamona, amendoim e girassol são culturas possuem potencial para produzir grandes quantidades de óleo por hectare ainda que, não possuam uma produção absoluta expressiva em nível nacional. Um dos especialistas consultados avalia que:

“Para substituir toda a importação de óleo diesel no Brasil por biodiesel, precisaríamos mais que dobrar a produção de óleo de soja e o efeito disso no negócio da soja seria uma maior oferta no mercado e a baixa dos preços. Mas não acredito que uma indústria mundial como o da soja venha a cometer este erro. Mas também não acredito que exista biodiesel sem a participação do óleo de soja, pois é um mercado que vai permitir regular a relação internacional, podendo haver uma compatibilização de oferta para esses mercados.”

Algumas características técnicas da matéria-prima podem influenciar na qualidade do produto final. Em vista disso, é importante que se utilize uma matéria-prima inicial adequada para a fabricação de biodiesel. Nesse sentido, algumas particularidades dos óleos vegetais foram apontadas pelos especialistas:

“Por exemplo, a mamona é altamente resistente àquelas condições difícilimas do nordeste, uma das mais promissoras ainda que, exista uma discussão sobre a viscosidade do biodiesel da mamona que, pelo fato de ser superior, ainda deve ser cuidadosamente pesquisada.”

“Em relação ao óleo de soja, seria adequado utilizarmos um óleo pré-refinado para a produção de biodiesel, pois o óleo de soja simplesmente degomado contém um teor muito alto de fósforo e ultrapassa o limite imposto na especificação do produto final.”

Do ponto de vista econômico, os óleos vegetais *in natura* ainda possuem um custo elevado para serem utilizados como matéria-prima para a produção de biodiesel e esse é, segundo os especialistas, um dos grandes desafios de viabilização dessa cadeia produtiva:

“O custo dos óleos vegetais é um dos principais gargalos da cadeia, o Brasil terá de pensar em uma maneira de transformar uma matéria-prima, que têm seu preço no mercado, em outro produto que concorra com o óleo diesel.”

“80% do custo do biodiesel tem como incidência principal o óleo vegetal, então as políticas públicas devem ser no sentido de fazer com que a produção aumente e o custo se torne viável, ou seja, menores que os custos atuais, para se ter um processo competitivo economicamente com o diesel de petróleo.”

Os dados nacionais sobre o processamento de oleaginosas exigem avaliação cautelosa, já que são calculados segundo diferentes metodologias. De todo o modo, para se ter uma idéia, estima-se que 40% da capacidade instalada para o processamento de oleaginosas no Brasil está ociosa. Este percentual representa um número importante se considerarmos que a capacidade instalada em 2002, conforme a ABIOVE, atingiu 110.560 ton/dia, correspondendo a cerca de 33 a 36 milhões de toneladas por ano.

A utilização de óleos e gorduras residuais para a fabricação de biodiesel possui grandes atrativos do ponto de vista econômico e ambiental, já que se trata de efluentes que seriam despejados na natureza e portanto possuem apenas o custo da sua coleta. Porém, a questão da disponibilidade é um dos fatores limitantes da utilização dos óleos e gorduras residuais como pode ser visto nos seguintes dados: a produção anual de óleos vegetais usados é da ordem de 7 milhões de litros e de gordura animal é de 250 milhões de litros. Esses valores não chegam a 7% da produção nacional de óleos vegetais *in natura* (Campos *et al.*, 2003).

O custo da matéria-prima para a produção de biodiesel pode ser decisivo na competitividade do produto final e uma das formas apontadas pelos pesquisadores para redução de custos para a produção de biodiesel é a utilização de resíduos. De acordo com um dos

especialistas consultados, os óleos residuais poderiam ser utilizados para alavancar as fases iniciais da implementação do biodiesel, já que os custos são muito reduzidos:

“A comprovação de que o biodiesel é viável tecnicamente, ambientalmente, economicamente pode ser feita com os resíduos e com alguns poucos óleos que temos disponíveis. A questão de utilização dos resíduos pode ser vista de forma a complementar a utilização de outras fontes de matéria-prima, e permite dar um salto inicial no estabelecimento da produção e utilização de biodiesel.”

No entanto, as escalas de produção de óleos residuais são pequenas e bastante pulverizadas, o que inviabilizaria o atendimento de uma demanda nacional. Por outro lado, o benefício ambiental do aproveitamento de óleos residuais é um atrativo bastante interessante para a sua utilização.

“Os óleos residuais de fritura por exemplo, são sensacionais do ponto de vista da reciclagem e do reaproveitamento, mas se você pensa num programa nacional não há escala suficiente. A produção de óleos de fritura não chega a 0,1% do consumo nacional de diesel. Outra questão importante de ser estudada é o custo da coleta, que pode ultrapassar o valor do produto gerado, porque a oferta está muito pulverizada.”

“Óleos residuais são bastante interessantes do ponto de vista ambiental já que ao invés de jogar no esgoto você poderia obter benefícios, porém, os volumes a processar são muito baixos em relação à necessidade nacional.e também há o problema da qualidade dessa matéria-prima que pode ter que receber tratamentos prévios para se tornara adequada à fabricação de biodiesel.”

Do ponto de vista tecnológico deve-se ter alguns cuidados na utilização de óleos residuais, já que muitos destes óleos não estão em condições iniciais, de contaminação e de acidez, para serem utilizados na fabricação de biodiesel. Tal preocupação pode ser vista no trecho a seguir:

“Óleos usados em fritadeiras industriais, por exemplo, podem estar muito contaminados, e traria problemas quanto à peroxidação e degradação do óleo, prejudicando a qualidade do biodiesel.”

Segundo os especialistas, para que não ocorram problemas durante o processo e para que se obtenha um produto final que atenda aos limites das especificações, é importante que sejam tomados alguns cuidados no sentido de condicionar a matéria-prima a um padrão de qualidade pré-determinado para a produção de biodiesel. De qualquer forma, com algum custo adicional, as matérias-primas em geral podem sofrer algum tipo de tratamento prévio para que se produza um biodiesel com as características desejadas.

De modo a sintetizar as informações com respeito à utilização de óleos vegetais *in natura* e de óleos e gorduras residuais, tratou-se de elaborar um quadro comparativo (Figura 12) dos aspectos favoráveis e desfavoráveis dessas fontes de matéria-prima.

MATÉRIA-PRIMA	ASPECTOS FAVORÁVEIS	ASPECTOS DESFAVORÁVEIS
<b>óleos vegetais <i>in natura</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disponibilidade para atender a um programa nacional de adição de 5% ao diesel no curto prazo</li> <li>▪ capacidade de esmagamento ociosa</li> <li>▪ aproveitamento regionalizado da matéria-prima disponível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ custo relativamente alto da matéria-prima</li> </ul>
<b>óleos e gorduras residuais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ baixo custo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ baixa disponibilidade</li> <li>▪ dificuldades logísticas</li> </ul>

**Figura 12:** Aspectos favoráveis e desfavoráveis à utilização de óleos vegetais *in natura* e óleos e gorduras residuais como matéria-prima para a produção de biodiesel.

#### 4.2.6.2 Matéria-prima secundária

Como foi comentado anteriormente, para a obtenção do biodiesel, é preciso reagir um óleo ou gordura com um álcool de cadeia curta como etanol ou metanol. Nos países onde o biodiesel é produzido atualmente, o álcool utilizado na reação de transesterificação é o metanol. No Brasil, cogita-se a utilização de etanol para a produção de biodiesel entre outros fatores, pelo fato de se ter uma grande disponibilidade nacional.

A discussão sobre o uso do etanol ou do metanol na produção de biodiesel é um dos aspectos mais controversos da questão do biodiesel. Entretanto, pode-se dizer que há um certo consenso entre os especialistas de que o uso do etanol deva ser incentivado no país, já que este é um combustível renovável e o Brasil é o maior produtor mundial. Tais observações foram constatadas a partir dos trechos de entrevista citados abaixo:

“Eu não tenho dúvidas que o Brasil deva utilizar o etanol já que o Brasil é o maior produtor de álcool do mundo e já temos uma tecnologia bastante avançada. Os demais países produtores de biodiesel não possuem esta alternativa. Além disso, o Brasil é um importador de metanol, que é um derivado petroquímico, ou seja, não-renovável, e fortemente impactante em relação às questões operacionais.”

“A estrela do biodiesel brasileiro na minha opinião é a cana, isso não quer dizer que não podemos fazer biodiesel com metanol mas o etanol deve ser a rota estratégica para o Brasil já que nós somos o maior produtor de álcool de cana do mundo. A vantagem do metanol é que a limitação de formação dos recursos humanos ainda existe, pois repetir as coisas que já foram feitas é muito mais fácil do que desenvolver coisas novas e a rota com metanol é perfeitamente implantada na Europa e realmente ela funciona mais fácil do que a rota com etanol, mas este último não é tóxico, não é venenoso e é renovável.”

No decorrer da pesquisa, algumas vantagens do uso do metanol foram citadas, como por exemplo o fato de ele ser mais reativo que o etanol, facilitando a reação de transesterificação. Entretanto, segundo os especialistas consultados, tais vantagens da rota metílica poderiam ser eliminadas com o aperfeiçoamento da rota etílica, o que só aconteceria com a aprendizagem do processo tecnológico.

Um dos especialistas consultados acredita que o mercado é que deve definir qual álcool deverá ser utilizado na fabricação do biodiesel, pois uma restrição inicial não auxilia o desenvolvimento tecnológico. Segundo este entrevistado, seria importante produzirmos um biodiesel etílico que tenha, no mínimo, a mesma qualidade do biodiesel metílico produzido em outros países:

“No meu ponto de vista o biodiesel é um éster feito de ácido graxo, se ele vai usar metanol ou etanol eu acho que é uma oportunidade que o mercado vai gerar, o importante é que o Brasil tem competência técnica para fazer biodiesel de todas essas matérias-primas. Agora que nós devemos privilegiar o etanol não há dúvida alguma, mas também devemos comprovar pro mundo que fazemos biodiesel metílico igual ao que eles conhecem, e que fazemos o etílico tão bom quanto o metílico deles.”

Na Figura 13, estão resumidos os principais pontos favoráveis e desfavoráveis apontados pelos entrevistados em relação à utilização do etanol e do metanol para a fabricação de biodiesel.

ÁLCOOL	ASPECTOS FAVORÁVEIS	ASPECTOS DESFAVORÁVEIS
<b>ETANOL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alta disponibilidade nacional</li> <li>▪ combustível renovável</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ exige aperfeiçoamento da rota etílica</li> <li>▪ mais suscetível à degradação</li> </ul>
<b>METANOL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ baixo custo</li> <li>▪ rota metílica já estabelecida em outros países</li> <li>▪ mais reativo (separa a fase mais facilmente)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ baixa disponibilidade</li> <li>▪ combustível tóxico</li> <li>▪ maiores riscos de operação</li> <li>▪ tradicionalmente produzido a partir de fontes não-renováveis como o petróleo</li> <li>▪ capacidade instalada brasileira atual ao poderia atender a fase inicial de um programa de abrangência nacional</li> <li>▪ o Brasil importa metanol</li> </ul>

**Figura 13:** Aspectos favoráveis e desfavoráveis à utilização de etanol e de metanol para a produção de biodiesel.

#### 4.2.6 Produção Agrícola

Conforme definido previamente, a análise dos elementos de viabilidade deste segmento da cadeia produtiva refere-se apenas à produção agrícola de oleaginosas e cana-de-açúcar para a fabricação de óleos vegetais *in natura* e etanol, respectivamente. Dessa forma, o cultivo da matéria-prima principal, ou seja, das oleaginosas e da matéria-prima-secundária, ou seja, da cana-de-açúcar, foram os elementos de viabilidade identificados para serem discutidos junto aos especialistas.

Como mostram as citações abaixo, pôde-se perceber que há um consenso entre os entrevistados no sentido de que o equacionamento da questão agrícola é o ponto fundamental para a viabilização do biodiesel:

“A viabilidade do biodiesel passa necessariamente pela questão agrícola, se nós tivermos um incremento real na agricultura, poderemos dar viabilidade econômica a este produto, pois o aumento da oferta gera uma tendência de redução nos preços.”

“O agronegócio vai ser fundamental para que se tenha um programa consolidado de biodiesel, entretanto a nossa agricultura não é capaz de disponibilizar imediatamente matéria-prima a baixo custo.”

Como será visto a seguir, a viabilidade da produção agrícola para a fabricação de biodiesel está diretamente relacionada a fatores como: competitividade das culturas, disponibilidade de terras agriculturáveis, especificidades de clima e solo de diferentes regiões do país, utilização de práticas agrícolas adequadas e desenvolvimento socioeconômico de determinadas cadeias produtivas.

#### 4.2.6.1 Cultivo da matéria-prima principal

A produção agrícola da matéria-prima principal para a fabricação de biodiesel refere-se à produção agrícola de oleaginosas como a soja, a palma, a mamona, a canola, o amendoim, o babaçu, etc., as quais passarão posteriormente por um processo de esmagamento e extração de óleo.

A soja correspondeu, em 2002, a 43% da produção nacional de grãos e a perspectiva é que o Brasil uma tendência de crescimento da área plantada com essa oleaginosa (Anuário Brasileiro da Soja, 2002). Devido à alta disponibilidade dessa cultura, torna-se difícil não pensar na soja como a principal fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no país. Entretanto, a comercialização da soja possui uma dinâmica bastante complexa no mercado internacional.

De outro lado, o Brasil, diferentemente de outros países produtores de biodiesel, possui uma imensa variedade de cadeias de oleaginosas que poderiam ser desenvolvidas para a produção de biodiesel. A potencialidade de tais culturas vem sendo investigada, nos centros de pesquisa visitados, principalmente em termos de custo, produtividade, regionalidade e características técnicas adequadas para a produção de biodiesel.

Os depoimentos dos especialistas mostram com clareza as idéias descritas acima:

“A minha preferência é para que o governo incentive este a diversidade da produção de oleaginosas para a fabricação de biodiesel. O incentivo para produção em maior escala de culturas como macaúba, pequi, girassol, amendoim, dendê, etc. podem ajudar na obtenção de um equilíbrio com a cultura da soja, podendo, quem sabe, não restringir o biodiesel aos desafios de mercado de uma *commodity* como esta.”

“A soja já é uma *commodity*, os preços da soja dificilmente vão ser reduzidos, pois a soja brasileira compete com a soja americana em mercados mundiais já estabelecidos, mas existem diversas outras oleaginosas que tem imenso potencial por exemplo, o dendê cuja produtividade de óleo por hectare é imbatível.”

“Eu acho que o próprio bom-senso na produção do biodiesel vai levar à utilização de diferentes culturas oleaginosas. É uma questão lógica, pois a Europa produz o biodiesel de colza porque é a opção que eles têm, ao contrário do Brasil, que possui um leque de opções.”

As oleaginosas mais freqüentemente citadas pelos entrevistados, por serem objetos de pesquisa em seus centros e apresentarem características promissoras para a produção de biodiesel são: soja, mamona, palma (dendê), girassol, canola (colza), pequi, amendoim, macaúba, babaçu entre outras de menor representatividade.

Durante as entrevistas, pôde-se perceber uma tendência para a pesquisa de culturas que possuam um apelo social mais forte, ou seja, por aquelas oleaginosas que possuem uma produção agrícola menos mecanizada, capaz de gerar mais empregos no campo, podendo ser mais vantajosa para o desenvolvimento econômico do país. A Figura 14, procura mostrar, de maneira resumida, os aspectos favoráveis e desfavoráveis apontados pelos pesquisadores para algumas das principais oleaginosas estudadas em seus centros de pesquisa.

<b>OLEAGINOSA</b>	<b>ASPECTOS FAVORÁVEIS</b>	<b>ASPECTOS DESFAVORÁVEIS</b>
<b>Soja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto valor agregado de co-produto</li> <li>▪ Maior produção nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tendência de concentração da produção em unidades produtivas de maior porte</li> </ul>
<b>Palma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alta produtividade de óleo por hectare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leva de 4 a 5 anos para produzir a primeira safra</li> </ul>
<b>Mamona</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alto teor de óleo</li> <li>▪ Resistente a condições climáticas desfavoráveis</li> <li>▪ Produzida em pequenas propriedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alta viscosidade podendo trazer especificidades ao processo</li> <li>▪ Toxina presente na torta</li> </ul>
<b>Girassol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pode ser produzido na entressafra de outras culturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pequena escala de produção atual</li> </ul>

**Figura 14:** Aspectos favoráveis e desfavoráveis ao uso das principais oleaginosas pesquisadas como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel.

Do ponto de vista ambiental, é consenso entre os especialistas que o cultivo de oleaginosas para a produção de biodiesel deve basear-se numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, evitando que o mercado de biocombustíveis perpetue o monocultivo, que é nefasto para o ambiente, e promova a diversidade e a rotação das culturas, benéfica para a renovação da riqueza dos solos.

#### 4.2.6.2 Cultivo da matéria-prima secundária

A produção agrícola da matéria-prima secundária para a fabricação de biodiesel refere-se ao cultivo da cana-de-açúcar, que dará origem ao etanol utilizado no processo tecnológico do biodiesel.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, e os principais produtos obtidos dessa cultura são o álcool etílico (etanol) e o açúcar. A criação do Proálcool, em 1975 e seu desenvolvimento, na década de 80, expandiram o mercado de etanol para uso como aditivo à gasolina (sob a forma de álcool anidro), ou como combustível único (sob a forma de álcool hidratado). As garantias de preço e mercado promovidas pelo Proálcool fizeram crescer a importância do etanol na cadeia produtiva da cana-de-açúcar.

Atualmente, a desregulamentação econômica destes mercados tem sido um fator determinante da forma de evolução das indústrias de açúcar e álcool combustível e, possivelmente, terá reflexos sobre os desenvolvimentos futuros dessas indústrias. Esse novo contexto de mercados desregulamentados afetou principalmente a forma de comercialização e os preços dos principais produtos finais, açúcar e álcool, e da matéria-prima, cana-de-açúcar (Burnquist *et al*, 2002).

#### 4.2.7 Produção de Insumos

Cabe dizer que a produção de insumos aqui se refere exclusivamente aos insumos para a produção agrícola de matérias-primas. Este segmento da cadeia produtiva não foi abordado com maior profundidade pelo fato de ser considerado de menor influência direta na viabilização do biodiesel. O elemento de viabilidade de maior destaque atual encontrado na revisão da literatura sobre o tema, é o avanço da biotecnologia e seus possíveis impactos na agricultura de maneira geral.

#### 4.2.7.1 Biotecnologia

Apesar do segmento de produção de insumos não variar significativamente de uma cadeia produtiva agroindustrial para outra, um aspecto considerado relevante pela autora para ser abordado junto aos especialistas é a influência dos avanços biotecnológicos na produção de sementes oleaginosas. De maneira geral, a biotecnologia estaria relacionada com outros dois aspectos principais: adoção de novas práticas agrícolas e competitividade da matéria-prima.

Do ponto de vista tecnológico, manipulação genética possui grande relevância atual na produção agrícola do país. No caso da produção de oleaginosas, a biotecnologia poderá ser utilizada, segundo alguns dos especialistas consultados, para produzir plantas com maiores teores de óleo, mais resistentes às condições climáticas ou com o objetivo de reduzir perdas na produção. Entretanto, a utilização de oleaginosas geneticamente modificadas para a fabricação de biodiesel, possivelmente geraria polêmica quanto aos impactos ambientais e ao consumo humano dos seus co-produtos.

Do ponto de vista econômico, um dos grandes atrativos do uso da biotecnologia moderna é o de reduzir os custos da produção. No caso da produção de oleaginosas, por exemplo, isso poderia implicar na produção de um óleo vegetal de menor custo, favorecendo a viabilização do biodiesel.

### 4.3 Considerações Finais

A partir dos resultados apresentados, algumas considerações foram feitas quanto às alternativas de constituição da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil sob a luz das dimensões técnica, econômica e socioambiental.

Do ponto de vista técnico, os resultados mostraram-se favoráveis à implementação do biodiesel no Brasil no sentido em que o país já possui dominada a tecnologia para a fabricação deste produto. Observou-se também a existência de um esforço por parte dos centros de P&D em desenvolver uma rota tecnológica diferenciada, utilizando um produto de grande expressão nacional, o etanol, ao invés do metanol utilizado nos demais países produtores de biodiesel. Isso

representaria uma vantagem diferencial para o Brasil em produzir um biodiesel totalmente renovável.

Em termos socioambientais, pode-se perceber que as estimativas de redução dos impactos negativos (que poderiam ser alcançados com a substituição parcial do óleo diesel de petróleo pelo biodiesel) carecem de valoração econômica. A valoração dos benefícios socioambientais do uso do biodiesel poderia contribuir, por exemplo, para calcular os recursos que deveriam ser investidos para o desenvolvimento desta cadeia produtiva.

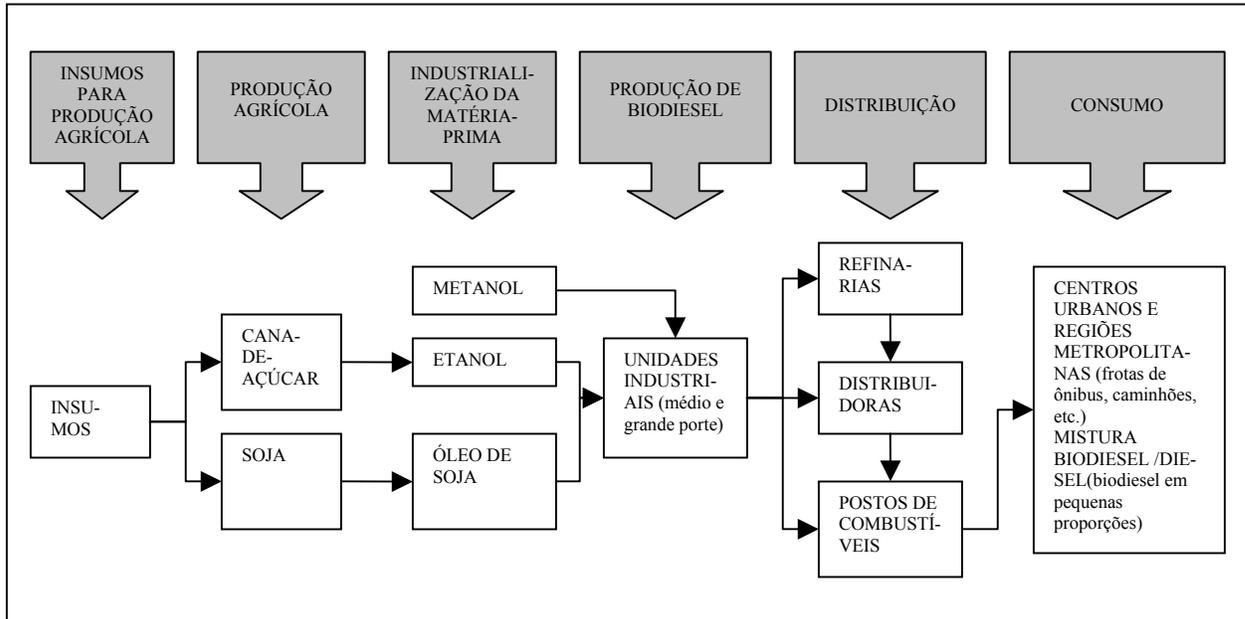
Sob o ângulo econômico, o fato de estimativas demonstrarem que o custo de produção atual do biodiesel não é competitivo em relação ao preço de comercialização do óleo diesel, dificulta a sua viabilidade econômica sem uma intervenção governamental. Entretanto, algumas alternativas de configuração produtiva estão sendo estudadas, como é o caso da produção de biodiesel em regiões específicas, a partir de matérias-primas locais e onde o custo logístico de comercialização do óleo diesel seja elevado.

Além disso, diante dos dados coletados com os especialistas ao longo das entrevistas, nota-se haver uma convergência de opiniões para a configuração de dois modelos de cadeia produtiva do biodiesel.

Um deles, apresentado na Figura 15, baseia-se na utilização do óleo de soja como matéria-prima principal para a fabricação de biodiesel. Pelo fato de o óleo de soja ser produzido em grandes quantidades em algumas regiões brasileiras (sul, sudeste e centro-oeste), o modelo de configuração da Figura 15, mostra uma tendência da produção de biodiesel em plantas industriais de médio e grande porte.

Estima-se que as plantas produtoras de biodiesel de médio e grande porte possam fornecer o produto às refinarias de petróleo e derivados que, por sua vez se responsabilizariam pela mistura de biodiesel em óleo diesel e pelo repasse às distribuidoras e conseqüentemente postos de venda de combustíveis. No entanto, o modelo também aceita a possibilidade de que o biodiesel seja repassado diretamente às companhias distribuidoras de combustíveis, ou mesmo aos posto de venda de combustíveis, sendo estas alternativas fortemente ligadas à regulamentação governamental para a distribuição deste produto.

Finalmente, estima-se que a mistura de biodiesel em óleo diesel possa ser consumida em grandes centros urbanos e regiões metropolitanas principalmente em frotas de transporte coletivo de passageiros e transporte de cargas.

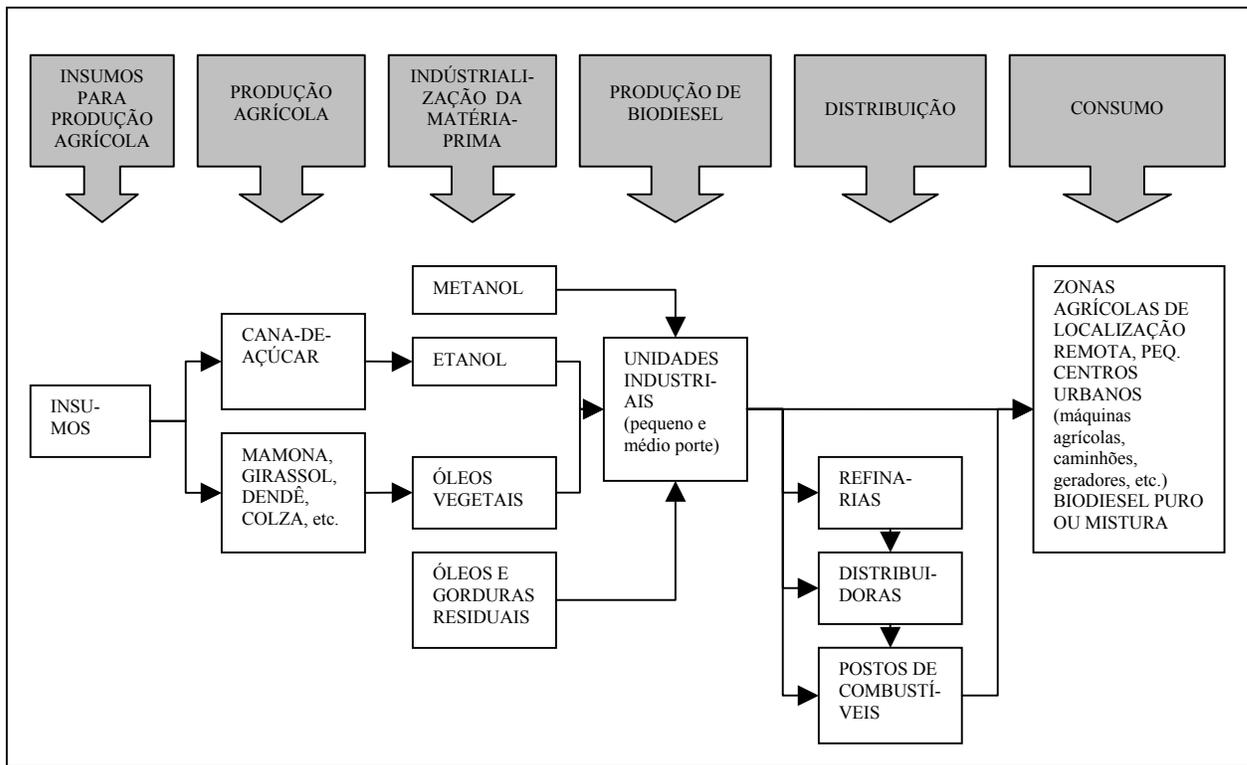


**Figura 15.** Modelo de configuração da cadeia produtiva do biodiesel baseado na utilização de óleo de soja.

O segundo modelo de configuração, apresentado na Figura 16, diferencia-se em primeiro lugar pela utilização de outras fontes de matéria-prima geralmente produzidas em menores quantidades e em pontos específicos do país. Este é o caso da mamona, do dendê, do girassol, da colza, entre outras fontes que poderiam ser exploradas para a produção de biodiesel.

Entretanto, sabe-se que, pelo menos num primeiro momento, tais fontes poderiam abastecer plantas industriais de menor porte, já que a disponibilidade destas matérias-primas é menor e mais localizada. Dessa forma, poder-se-ia pensar na produção de biodiesel para ser utilizado em sua forma pura, em geradores de energia elétrica para regiões de localização remota e em frotas agrícolas para zonas rurais.

Sendo assim, o modelo apresentado na Figura 16, engloba a possibilidade de distribuição direta do biodiesel para o consumo, sem que haja a mistura desse produto com óleo diesel de petróleo.



**Figura 16.** Modelo de configuração da cadeia produtiva do biodiesel baseado na utilização de outras fontes de matéria-prima.

A construção destes modelos busca representar graficamente as alternativas de configuração da cadeia produtiva do biodiesel discutidas ao longo do capítulo 4 para facilitar a visualização e a compreensão dos resultados da pesquisa.

É importante salientar que os modelos apresentados nas Figuras 15 e 16 não pretendem esgotar as possibilidades de configuração da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil, e sim estimar alternativas que aparentam ser mais viáveis do ponto de vista dos especialistas consultados para a realização deste trabalho.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo realizado, o qual partiu de um objetivo maior de avaliar as perspectivas de viabilidade da implementação do biodiesel no Brasil, permite afirmar que existem condições favoráveis para a constituição desta cadeia, principalmente no que diz respeito à tecnologia disponível nacionalmente e ao potencial de sua contribuição para o desenvolvimento socioeconômico do país.

A focalização do trabalho de campo nos centros de P&D mostrou-se adequada para avaliar o objeto de pesquisa, já que a cadeia do biodiesel ainda não está constituída e estes centros concentram a base fundamental do conhecimento científico-tecnológico acumulado sobre o tema.

Além disso, os centros de P&D selecionados para a presente pesquisa demonstraram uma participação ativa na constituição da cadeia produtiva do biodiesel, não apenas no sentido do desenvolvimento da base tecnológica para a produção de biodiesel mas também na articulação de parcerias ao longo de toda a cadeia.

A teoria referente à análise de cadeias produtivas serviu como uma espécie de “guia” para a elaboração do roteiro de entrevistas utilizado como instrumento para a coleta de dados com os especialistas dos centros de P&D. Isso porque as questões puderam ser elaboradas de modo a inserir os elementos de viabilidade dentro de um contexto mais amplo de cadeia produtiva.

O referencial analítico acerca de cadeias produtivas agroindustriais permitiu delinear os segmentos da cadeia produtiva do biodiesel e representá-la graficamente, de modo a facilitar o entendimento das operações envolvidas ao longo da cadeia do biodiesel. De acordo com essa estruturação, foi possível analisar os principais elementos de viabilidade que estão sendo considerados para a produção e comercialização do biodiesel no Brasil.

Entretanto, é importante ressaltar que a metodologia referente à análise de cadeias produtivas agroindustriais carece de modelos que contemplem a etapa que ocorre após o consumo, referente aos impactos da produção e consumo de determinado produto no meio ambiente.

Com base no que foi discutido no capítulo 4 a respeito aos elementos de viabilidade analisados, é possível concluir, em primeiro lugar, que o Brasil possui as condições favoráveis para a implementação da cadeia produtiva do biodiesel, sendo elas:

- a experiência de produção de outro combustível renovável, o etanol, também obtido de fontes agrícolas;
- o conhecimento científico e a base tecnológica apropriados para dar início ao processo de implementação do biodiesel;
- a diversidade de matérias-primas disponíveis para a produção de biodiesel e a flexibilidade nos modelos de adoção desta nova tecnologia, tanto em relação à regionalização do uso do biodiesel como em relação aos mercados potenciais.

Por outro lado, alguns obstáculos têm sido encontrados quanto à utilização comercial do biodiesel. Estes obstáculos correspondem basicamente às condições desfavoráveis de competitividade que o biodiesel deverá enfrentar, sendo elas:

- o baixo preço praticado na comercialização do óleo diesel devido aos subsídios recebidos por este concorrente direto do biodiesel;
- o custo elevado dos óleos vegetais *in natura* que correspondem à maior parte do custo total de produção do biodiesel produzido a partir destas fontes;
- a deficiência dos mecanismos de contabilização dos custos socioambientais do uso do óleo diesel e da redução destes custos no caso da substituição por biodiesel.

De acordo com a análise dos resultados, é possível afirmar que o Estado possui um papel fundamental na constituição da cadeia produtiva do biodiesel no sentido de induzir, fomentar e regulamentar a introdução deste produto no mercado brasileiro de biocombustíveis. Nesse

sentido, 3 (três) medidas se destacaram como alternativas de incentivo à inserção do biodiesel na matriz energética nacional, sendo elas:

- o estabelecimento de uma determinada proporção de adição de biodiesel ao óleo diesel;
- a criação de políticas públicas de incentivo à cadeia produtiva do biodiesel;
- a regulamentação de especificações técnicas que garantam os padrões de identidade e qualidade deste biocombustível.

Mais especificamente em relação às políticas ambientais pode-se dizer que estas devam estar integradas a outras políticas, com objetivos nacionais e setoriais mais amplos, no sentido de promover mudanças tecnológicas e sociais que favoreçam o desenvolvimento sustentável. De acordo com os dados coletados, conclui-se que as políticas públicas de incentivo ao uso do biodiesel no Brasil provavelmente teriam de ser mais fortes do que em outros países a fim de torná-lo um produto competitivo.

Considera-se como uma das grandes contribuições deste trabalho, a capacidade de analisar a maneira como os elementos de viabilidade se inter-relacionam entre si e com o ambiente institucional e organizacional que englobam a cadeia produtiva do biodiesel. Tais interrelações nos dão uma idéia de uma complexa rede de informações que deve ser ponderada no processo decisório de instituições públicas e privadas.

## **5.1 Limitações da Pesquisa**

Considera-se como a limitação principal desta pesquisa, o fato de ela concentrar os meios de investigação na visão dos centros de P&D o que poderá ter acarretado num viés em torno da discussão dos elementos de viabilidade e sua importância no desenvolvimento da cadeia produtiva do biodiesel.

Entretanto, a solução para esta limitação, estaria em procurar especialistas ao longo de toda a cadeia produtiva e do ambiente no qual ela está inserida, o que tornaria o trabalho inviável em termos de tempo e de custo da pesquisa. Soma-se a isso o fato de que como esta cadeia ainda

não está constituída e os demais agentes, em sua maioria, atuam apenas como observadores interessados em relação ao desenvolvimento da cadeia produtiva do biodiesel no intuito de reduzir incertezas quanto às possibilidades de implementação deste produto.

Dessa forma, a opção de concentrar os esforços de pesquisa em especialistas partiu da premissa de que eles possuem uma larga experiência com biodiesel, não apenas em termos científicos, mas também como articuladores, atuando nos diversos segmentos desta cadeia, captando informações importantes de agentes envolvidos e transmitindo conhecimento a agentes interessados.

Outra consideração que pode ser feita é o fato deste trabalho buscar a visão dos principais centros de P&D refletidos na opinião de um único especialista. Acredita-se que para obter-se um resultado mais preciso em relação ao posicionamento dos centros de P&D sobre as questões propostas, seria necessário ampliar o número de especialistas entrevistados em cada centro.

## **5.2 Sugestões para pesquisas futuras**

Em função de o presente trabalho estar limitado à visão dos centros de P&D com respeito às perspectivas de viabilidade do biodiesel no Brasil, sugere-se que sejam feitos estudos complementares, procurando englobar outros agentes da cadeia produtiva tais como: indústrias que atuam na produção de óleos vegetais; refinarias e distribuidoras de combustíveis; etc.

Dessa forma, a partir deste esforço exploratório inicial em caracterizar a cadeia produtiva do biodiesel e de identificar os elementos de viabilidade que estão sendo considerados na constituição desta cadeia produtiva na opinião dos pesquisadores consultados sobre tais elementos, sugere-se o aprofundamento de algumas questões.

Uma delas diz respeito à necessidade de valoração dos custos e benefícios socioambientais da substituição parcial do óleo diesel pelo biodiesel. Outra questão importante a ser aprofundada corresponde ao estudo de diferentes alternativas de configuração produtiva (localização e escala) para a produção de biodiesel a custos mais competitivos.

Finalmente, poderia se sugerir o estudo de políticas públicas adequadas para dar suporte ao estabelecimento de uma nova fonte de energia renovável como ocorreu nos demais países produtores de biodiesel, sendo que tais políticas energéticas para a promoção do biodiesel deverão estar de acordo com políticas agrícolas, industriais e ambientais do país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais). **Capacidade instalada de processamento de oleaginosas 2002**. Disponível em: [www.abiove.com.br](http://www.abiove.com.br).

ALVIM, C. F. **Relatório Preliminar do Projeto Fornecimento de instrumentos de avaliação de emissões de gases de efeito estufa, acoplados a uma matriz energética**. Disponível em: [www.ecen.com/eee30/s\\_trnsp9.htm](http://www.ecen.com/eee30/s_trnsp9.htm). Economia & Energia: outubro de 2001.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA SOJA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Grupo de Comunicações, 2002.

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. Gerenciamento de Sistemas Agroindustriais: Definições e Correntes Metodológicas. *In: Gestão Agroindustrial*. São Paulo: Atlas, 2001. 2 ed. V. 1.

BIODIESEL no tanque: combustível produzido com etanol e óleos vegetais está pronto para abastecer ônibus e caminhões. **Pesquisa Fapesp**. São Paulo, n. 94, p. 66-71, dez., 2003.

BLANCHARD, O. **Macroeconomia: teoria e política econômica**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL; MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). **Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel (Probiobiodiesel)**. Portaria n° 702 de 30 de outubro 2002.

BRASIL; MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). **Relatório Final do Estudo Prospectar**. Disponível em: [www.mct.gov.br/cct/prospectar](http://www.mct.gov.br/cct/prospectar). Brasília, 2003.

BRASIL; MME (Ministério de Minas e Energia). **Balanco Energético Nacional**. Brasília, 2003.

BURNQUIST, H. L.; BACCHI, M. R. P.; MARJOTTA-MAISTRO, M. C. Análise da Comercialização dos produtos do setor sucroalcooleiro brasileiro. *In: MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A.* (Organizadores). **Agroindústria Canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002.

CAMPOS, I. A. **Programa Brasileiro de Biodiesel**. Palestra ministrada aos professores e alunos da UFRGS. Porto alegre, UFRGS, junho de 2003.

CARVALHO, L. C. C. Etanol: perspectivas de mercado. *In*: MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A. (Orgs.). **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002.

CASSIOLATO, J. E. Innovación y cambio tecnológico. *In*: Eduardo Martinez (ed.). **Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas**. Caracas: CEPAL-ILPES/UNESCO/UNU/CYTED Editorial Nueva Sociedad, 1994.

CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL: Prefeitura do Município de Piracicaba. **Conclusões e recomendações do relatório do grupo de trabalho interministerial encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal**. Disponível em: <http://piracicaba2.imagenet.com.br/ccs/ccs.exe/texto?codigo=2935>. Piracicaba, janeiro de 2004.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. *A concept of agribusiness*. Division of research. Graduate School of Business Administration. Boston: Harvard University, 1957.

DEZA, X. V. **Economía de la innovación y del cambio tecnológico**. Madrid: Siglo XXI, 1995.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**. North Holland Publishing Company, v. 11, p. 147-162, 1982.

DUNN, S.; FLAVIN, C. Antecipando a Agenda da Mudança Climática. *In*: FLAVIN, C. *et al.* **Estado do Mundo 2002**. Salvador: Uma, 2002.

EUROPEAN BIODIESEL BOARD. **Statistics**. Disponível em: <http://www.ebb-eu.org/stats.php>. 2004.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment: business cycles and investment behavior. *In*: DOSI, G. *et al.* **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter Publishers, 1988.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. London: Pinter, 1997.

GALLO, Waldyr Luiz Ribeiro. **Especificações de novos combustíveis: o papel da ANP**. Palestra ministrada no 1º Seminário de Biodiesel do estado do Paraná. Londrina, agosto de 2003.

- GASKELL, G. Entrevistas Individuais e Grupais. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (eds.). **Pesquisa Qualitativa com Texto Imagem e Som: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- GOLDBERG, R. A. *Agribusiness Coordination: A Systems Approach to the Wheat, Soybean and Florida Orange Economies*. Division of research. Graduate School of Business Administration. Boston: Harvard University, 1968.
- HESENCLEVER, L.; FERREIRA, P. M. Estrutura de mercado e inovação. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (orgs.). **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.
- HOLANDA, N. **Planejamento e Projeto**. 2 ed. Rio de Janeiro: APEC, 1975.
- KNOTHE, G. Perspectivas históricas de los combustibles diesel basados em aceites vegetales. **Revista A&G**. v. 47, Tomo XII, n.2, p. 222-6, 2002.
- LEMOS, A. J. O.; RODRIGUES, J. A.; PINTO, L. F. S. Projetos: conceituação e conteúdo básico. In: SIMONSEN, M. H.; FLANZER, H. **Elaboração e Análise de Projetos**. São Paulo: Sugestões Literárias, 1974.
- MALERBA, F. *Sectorial System and Innovation and Technology Policy*. **Revista Brasileira de Inovação**. v. 2, n. 2, jul./dez. de 2003.
- MEIRELLES, F. de S. **Biodiesel**. Disponível em: <http://www.faespsenar.com.br/faesp/economico>. Brasília, setembro de 2003.
- MELNICK, J.; Nações Unidas. **Manual de Projetos de Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro: Unilivros Cultural, 1981.
- MINDLIN, B. **Planejamento no Brasil**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.
- MORVAN, Y. *Fondements d'Economie Industrielle*. Paris: Econômica, 1991.
- NETO, P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**. v. 23, n. 4, jul./ago. de 2000.
- OLIVEIRA, L. B.; COSTA, A. O. **Biodiesel: Uma Experiência de Desenvolvimento Sustentável**. IVIG/COPPE/UFRJ, 2001. Disponível em: [www.ivig.coppe.ufrj.br](http://www.ivig.coppe.ufrj.br).

PARENTE, E. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado.** Disponível em: <http://www.tecbio.com.br>. Fortaleza, março de 2003.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change. **Research Policy**. n. 13, p. 343-373, 1984.

PINAZZA, L. A. Fontes de Energia: outra fonte verde. **Agroanalysis**. v. 23, n. 3, p. 38-40, maio de 2003.

PLÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. **Indicadores Econômicos FEE**. Porto Alegre: FEE, v. 30, n° 2, p.179-189, set. 2002.

RAMOS, L. P.; DOMINGOS, A. K.; KUCEK, K. T.; WILHELM, H. M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Ano 6, n. 31, p.28 - 37, jul./dez. 2003.

RANESES, A. R.; GLASER, L. K.; PRICE, J. M.; DUFFIELD, J. A. Potencial biodiesel markets and their economic effects on the agricultural sector of the United States. **Industrial Crops and Products**. Washington D. C.: Elsevier, v.9, p.151-162, 1999.

RÉVILLION, J. P. P. **Análise dos Sistemas Setoriais de Inovação das Cadeias Produtivas de Leite Fluido na França e no Brasil.** Porto Alegre: UFRGS, 2004. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Agronegócios. Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SEAE (Secretaria de Acompanhamento Econômico / Ministério da Fazenda). **Relatório de Atividades de 1997 da SEAE.** Disponível em: [www.fazenda.gov.br/seae](http://www.fazenda.gov.br/seae).

TIGRE, P. B. Inovação e Teorias da Firma em Três Paradigmas. **Revista de Economia Contemporânea**. n. 3, p. 67-111, jan./jun. 1998.

ZYLBERSZTAJN, D. Governance Structures and Agribusiness Coordination: a transaction cost economics based approach. In: GOLDBERG, R. A. (ed.). **Research in Domestic and International Agribusiness Management**. London: IAI Press, 1996.

ZYLBERSZTAJN, D. Conceitos Gerais, Evolução e Apresentação do Sistema Agroindustrial. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (orgs.). **Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição.** São Paulo: Pioneira, 2000.

## ANEXOS

**Anexo A:** Roteiro de entrevista utilizado com os especialistas.

1. Quando se iniciaram as pesquisas com biodiesel neste centro de P&D e quais as principais experiências que podem ser destacadas?
2. Atualmente, que projetos relacionados ao biodiesel estão sendo desenvolvidos neste centro de P&D?
3. Na sua opinião, a que se deve a retomada de interesse pelo biodiesel no Brasil?
4. Qual a sinalização do governo em relação à introdução do biodiesel na matriz energética brasileira?
5. Que políticas públicas deveriam ser adotadas para alavancar a produção e a comercialização do biodiesel no Brasil?
6. Como está se desenvolvendo a questão dos padrões de identificação, qualidade e segurança do biodiesel?
7. Quais as vantagens, do ponto de vista socioambiental, da utilização do biodiesel em comparação ao consumo de óleo diesel?
8. Quais as principais vantagens econômicas da produção de biodiesel no Brasil?
9. Quais os principais obstáculos da viabilidade econômica do biodiesel no Brasil?
10. Quais os mercados potenciais mais promissores para a utilização do biodiesel no Brasil?
11. Na sua opinião, como se realizaria o processo de distribuição do biodiesel no país?
12. Em relação ao processo tecnológico de fabricação do biodiesel, em que sentido se está avançando?
13. Na sua opinião, quais as matérias-primas que possuem maior potencial para a produção de biodiesel no Brasil?

14. Na sua opinião, qual o álcool mais indicado para ser utilizado na produção de biodiesel no Brasil: etanol ou metanol?
15. Qual a proporção da mistura biodiesel – óleo diesel seria mais interessante para ser adotada no Brasil?
16. Que tipo de configuração produtiva, em termos de escala e localização das plantas industriais, pode-se esperar para a produção de biodiesel?
17. Quais as possibilidades de aproveitamento dos co-produtos dos processos de extração de óleos vegetais e de produção de biodiesel e como isso poderia contribuir para a viabilidade do biodiesel?
18. Em relação aos equipamentos e instalações necessários para a produção industrial de biodiesel, é possível produzir biodiesel com a tecnologia disponível em nível nacional?
19. Sendo, a questão agrícola, um dos principais fatores da implementação do biodiesel no Brasil, como esta deve ser equacionada?
20. Que importância poderá ter a biotecnologia para a cadeia produtiva do biodiesel?
21. Como a comercialização de biodiesel pode interferir no comércio internacional da soja e seus derivados?