**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP-FEA-IEE-IF**

FERNANDA CRISTINA VIANNA

Discussão epistemológica da produção científica brasileira em biodiesel

**São Paulo
2012**

FERNANDA CRISTINA VIANNA

**DISCUSSÃO EPISTEMOLÓGICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA EM
BIODIESEL**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (Escola Politécnica/ Faculdade de Economia e Administração / Instituto de Eletrotécnica e Energia / Instituto de Física) para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Orientador: Profa. Dra. Patricia Helena Lara dos Santos Matai

Versão Corrigida

(versão original disponível na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP)

São Paulo

2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Vianna, Fernanda Cristina

Discussão epistemológica da produção científica brasileira em biodiesel. / Fernanda Cristina Vianna ; orientadora Patricia Helena Lara dos Santos Matai – São Paulo, 2012.

120 f.: il.; 30cm.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Energia) – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo.

1. Biodiesel 2. Epistemologia 3. Análise Bibliométrica
I. Título.

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA
EP-FEA-IEE-IF**

FERNANDA CRISTINA VIANNA

“Discussão epistemológica da produção científica brasileira em biodiesel”

Tese aprovada pela Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Patricia Helena Lara dos Santos Matai – PPGE/USP
Orientadora e Presidente da Comissão Julgadora

Prof. Dr. Gilberto de Andrade Martins – FEA/USP

Profa. Dra. Suani Teixeira Coelho – PPGE/USP

Prof. Dr. Carlos Renato Theóphilo – Unimontes

Prof. Dr. Augusto Camara Neiva – EP/USP

Para meus pais Nadia e Lineu e, minha irmã Tati,
Principais responsáveis pela minha formação acadêmica e
pessoal.

Para meu marido Giba,
Companheiro, na essência do significado: *aquele que*
acompanha... no amor, na vida.

AGRADECIMENTO

Certa vez, disse-me o prof. Gilberto Martins que a construção de uma tese é um trabalho árduo e solitário. Concorro plenamente com o primeiro comentário, mas me sinto na obrigação de amenizar o segundo. Tanto a minha orientadora, Profa. Patricia Matai como o próprio Prof. Gilberto Martins foram tão presentes durante este intenso percurso que o sentimento de solidão pouco me atingiu. Desta forma, faço questão de deixar registrado aqui, meu mais sincero agradecimento a estes dois parceiros:

À Profa. Patricia, por ter sido além de minha orientadora, uma amiga. Por ter acreditado em mim, em absolutamente todos os momentos.

Ao Prof. Gilberto, por compartilhar comigo seus profundos conhecimentos e experiências. Sei que sem sua colaboração, esta pesquisa não teria sido possível.

Ademais, não poderia deixar de agradecer...

Aos colegas do PPGE. Aos funcionários do IEE, principalmente, as bibliotecárias Maria de Fátima e Maria Penha, por terem sido sempre tão prestativas.

Ao Prof. Antônio del Priore Filho, diretor da Escola Superior de Química, pelo apoio e compreensão.

Aos colegas da FOC, especialmente, a Adriana Monteiro, Paulo H. Ribeiro, Renata Osti e Silvana Maranhão, pelo estímulo.

A minha tia Aida Hanania, ao querido amigo Alan Platero e a tantos outros amigos e familiares que, de uma forma ou outra, apoiaram-me durante o desenrolar deste trabalho.

Graças a todos, cito um trecho da música A Cor da Esperança, de Cartola, “... A tristeza vai transformar-se em alegria, E o sol vai brilhar no céu de um novo dia, Vamos sair pelas ruas, pelas ruas da cidade, Peito aberto, Cara ao sol da felicidade”.

O mestre disse a um dos seus alunos: Yu, queres saber em que consiste o conhecimento? Consiste em ter consciência tanto de conhecer uma coisa quanto de não a conhecer. Este é o conhecimento e sua essência consiste em aplicá-lo, uma vez possuído.

(CONFUCIO)

RESUMO

VIANNA, Fernanda Cristina. **Discussão epistemológica da produção científica brasileira em biodiesel**. 2012. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Etimologicamente, epistemologia significa discurso (logos) sobre a ciência e, em um sentido amplo, pode ser conceituada como o estudo metódico e reflexivo da ciência, de sua organização, de sua formação, do seu funcionamento e produtos intelectuais. Em função do evidente crescimento da produção científica brasileira em torno do biodiesel, verifica-se a necessidade de um estudo de natureza epistemológica desta produção, pois é uma maneira de se observar e avaliar a qualidade do que está sendo produzido. O presente trabalho propõe uma discussão de natureza epistemológica sobre artigos de autoria brasileira, relacionados ao assunto biodiesel, publicados em periódicos internacionais no período de janeiro de 2000 a junho de 2011. Com este trabalho, do tipo exploratório-descritivo, foi possível reconhecer e identificar o que está sendo pesquisado a respeito do biodiesel no Brasil e quais as tendências temáticas e metodológicas que estão sendo usadas, além de determinar como vem se desenvolvendo o conhecimento ao longo dos anos constituintes do intervalo de tempo considerado. Para realização desta pesquisa, optou-se por uma abordagem do tipo teórico-empírica e, a pesquisa documental seguida de uma análise crítica, como estratégias de pesquisa. Os resultados mostram que é significativa a quantidade de artigos produzidos por pelo menos um autor filiado ao Brasil, especialmente a partir do ano 2008, quando se deu a obrigatoriedade do uso do biocombustível no país. No entanto, é patente a escolha, de certo modo recorrente, de um padrão de pesquisa durante a condução destes trabalhos, tanto na seleção dos temas e formulação das propostas, como também na opção pelas abordagens metodológicas utilizadas. Foram encontrados muitos estudos com propostas e estruturas semelhantes. A maior parte dos artigos amostrados é do tipo empírico-positivista e faz uso do delineamento experimental para tratar de métodos, técnicas e processos químicos para produção do biodiesel. Pode-se dizer que, de uma maneira geral, tais estudos exercem sua contribuição para o desenvolvimento científico, mas ainda há muito para ser pesquisado. Para uma evolução da produção científica a respeito do biodiesel, é necessário que se procure

inovar nas escolhas das estratégias e abordagens metodológicas utilizadas, bem como despende maior cuidado na formulação dos problemas e objetivos das pesquisas. A qualidade dos estudos pode e deve ser aprimorada, especialmente se a intenção implica aproveitar os resultados dessas pesquisas para que se consiga solucionar os problemas ainda vigentes, relacionados à consolidação do uso do biocombustível no país.

Palavras-chave: Epistemologia, Análise Bibliométrica, Biodiesel.

ABSTRACT

VIANNA, Fernanda Cristina. **Epistemological discussion of the Brazilian scientific production on biodiesel**. 2012. 120 p. PhD Thesis – Postgraduate Program in Energy, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Etymologically, epistemology means speech (logos) of the Science and, in a wide sense, may be conceived as the methodic and reflexive study of science, its organization, its formation, its functioning and intellectual products. Owing to the clear growth of the Brazilian scientific production about biodiesel, it is noticed the necessity of an epistemological study of this production since it is a way to observe and evaluate the quality of what is being produced. This paper proposes an epistemological discussion about Brazilian authorship articles related to biodiesel published on international journals from January 2000 to June 2011. With this exploratory-descriptive paper, it has been possible to recognize and identify what is being researched about biodiesel in Brazil and what thematic and methodological trends are being used, besides to determine how knowledge has been developing along the constituent years of the considered time interval. In order to carry out this research the option has been for a theoretical – empirical approach and the inquiry followed by a critical analysis as research strategies. The results show that it is significant the number of articles produced by at least one author associated with Brazil, particularly from 2008 on when the use of biofuel became mandatory in the country. However, it is evident the choice, some way recurrent, of a research pattern during the leading of these works, not only concerning the selection of the themes and formulation of the proposals, but also on the options for the methodological approaches used. Many studies have been found with similar proposals and structures. Most part of the sampled articles are of empirical – positivist type and it uses the experimental delineation to deal with the methods, techniques and chemical processes for the biodiesel production. It may be said that altogether, such studies contribute to the scientific development but there is still much to be researched. In order to reach an evolution of the scientific production of the biodiesel, it is necessary to innovate in choices of the strategies and methodological approaches used as well as to take greater care on the formulation of the matters and targets of the researches. The quality of the studies may and should be perfected, especially if the intention implies to

improve the results of these researches to solve the current matters related to the consolidation of the use of biofuel in the country.

Keywords: Epistemology, Bibliometric Analysis, Biodiesel.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil (2011).....	21
Gráfico 2 - Importações de Energia.....	22
Gráfico 3 - Exportações e/ou Importações Líquidas	23
Gráfico 4 - Consumo de derivados de petróleo e a Composição do consumo de diesel no Brasil.....	24
Gráfico 5 - Produção brasileira de biodiesel durante o ano de 2009	29
Gráfico 6 - Número de usinas e capacidade autorizada (m3/ano) de produção de biodiesel por região brasileira	30
Gráfico 7 - Evolução da produção brasileira de biodiesel.....	31
Gráfico 8 - Evolução dos preços do biodiesel (B100) e de diesel no produtor	34
Gráfico 9 - Distribuição dos artigos nacionais com e sem colaboração internacional	77
Gráfico 10 - Evolução dos artigos publicados com ou sem colaboração internacional	78
Gráfico 11 - Evolução dos artigos produzidos	79
Gráfico 12 - Distribuição dos artigos por tema em porcentagem, em vermelho, temas mais comumente abordados	81
Gráfico 13 - Autoria dos artigos que tratam sobre o tema Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas).....	84
Gráfico 14 - Autoria dos artigos que tratam sobre o tema Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas).....	84
Gráfico 15 - Autoria dos artigos com Enfoque Ambiental.....	85
Gráfico 16 - Autoria dos artigos que tratam sobre o tema Aproveitamento de resíduos ou tratamento de subprodutos.....	85
Gráfico 17 – Número de artigos por número de páginas. Em destaque os casos mais frequentes.....	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A evolução do uso dos biocombustíveis no Brasil	27
Figura 2 - Produção x Consumo de Biodiesel por Região Brasileira em 2009	33
Figura 3 - Esquema ilustrativo da reação de transesterificação para a produção de biodiesel.	36
Figura 4 - Potencialidades brasileiras para óleos vegetais	37
Figura 5 - Etapas da teoria de investigação	47
Figura 6 - Disposição original dos dados exportados.....	62
Figura 7- Representação do resultado da primeira etapa para formatação dos dados	63
Figura 8 - Representação do resultado da segunda etapa para formatação dos dados	64
Figura 9 - Representação do resultado do terceiro e quarto passos para formatação dos dados	65
Figura 10 - Representação do resultado do quinto passo para formatação dos dados.....	66
Figura 11 - Trecho do resultado da execução dos passos 6 a 9	67
Figura 12 - Trecho do resultado da execução dos passos 10 e 11	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocupação das usinas de biodiesel (índices regionais e índice nacional) - 2011	31
Tabela 2 - Consumo de biodiesel por região brasileira durante o ano de 2011.....	32
Tabela 3 - Produção de oleaginosas por estado e região - 2008.....	37
Tabela 4 - Características dos óleos vegetais com potencial para produção de biodiesel no Brasil.....	38
Tabela 5 - Comparação entre rotas metflica e etflica.....	40
Tabela 6 – Periódicos: ano da primeira publicação, total de volumes lançados e periodicidade.	72
Tabela 7 - Publicações de acordo com o número de países de origem de seus autores – (2000 a junho de 2011).....	74
Tabela 8 - Distribuição geográfica dos artigos produzidos por autores filiados ao mesmo país – (2000 a junho de 2011).....	75
Tabela 9 - Perfil da amostra de artigos brasileiros – (2000 a junho de 2011).....	76
Tabela 10 - Distribuição dos artigos por tema – (2000 a junho de 2011)	80
Tabela 11 - Evolução dos artigos publicados em biodiesel por tema – (2000 a junho de 2011)	82
Tabela 12 - Quantidade de artigos por número de autores, destaque para os casos mais frequentes – (2000 a junho de 2011)	83
Tabela 13 - Distribuição percentual dos artigos amostrados por abordagem metodológica utilizada	91
Tabela 14 - Artigos empírico-positivistas de acordo com o tema tratado	92
Tabela 15 - Artigos com abordagem teórica, de acordo com o tema abordado	93
Tabela 16 – Artigos teórico-empíricos de acordo com o tema tratado e as estratégias de pesquisa utilizadas.	94

LISTA DE SIGLAS

PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
BEN	Balanço Energético Nacional
tep	tonelada equivalente de petróleo
ODM	Objetivo do Desenvolvimento do Milênio
GLP	Gás liquefeito de petróleo
ANP	Agência Nacional de Petróleo
PROÓLEO	Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos
PROERG	Produtora de Sistemas Energéticos Ltda.
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
PIS	Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor
Público	
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de
Serviços	
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MTBE	metil-t-butil-éter
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Aprobio	Associação dos Produtores de Biodiesel no Brasil
PA	Pesquisa-Ação
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EUA	Estados Unidos da América
VOC	Compostos Orgânicos Voláteis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 O Contexto Energético Brasileiro.....	20
2.1.1 O Óleo Diesel	23
2.1.2 Os Combustíveis de Biomassa	25
2.1.3 Situação Atual do Biodiesel no Brasil.....	29
2.1.3.1 Aspectos Tecnológicos	35
2.1.3.2 Matérias-primas	36
2.1.3.3 Catalisadores.....	40
2.1.3.4 Subprodutos	41
2.2 Avaliação Bibliométrica	42
2.3 O Método Científico da Pesquisa	45
2.3.1 O Problema da Pesquisa	47
2.3.2 Objetivos da Pesquisa.....	49
2.3.3 Abordagem Metodológica	50
2.3.4 Estratégias de Pesquisa.....	52
2.3.4.1 Pesquisa Bibliográfica	52
2.3.4.2 Pesquisa Documental.....	53
2.3.4.3 Pesquisa Experimental.....	54
2.3.4.4 Pesquisa <i>Ex-Post-Facto</i>	55
2.3.4.5 Levantamento	55
2.3.4.6 Estudo de Caso	56
2.3.4.7 Pesquisa-Ação (PA).....	57
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	59
3.1 Revisão de Literatura.....	59
3.2 Coleta de Dados.....	60
3.3 Procedimentos para Análise Bibliométrica	68
3.4 Procedimentos para Análise Epistemológica	71
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	74
4.1 Avaliação Bibliométrica.....	76

4.1.1 Análise por colaboração científica internacional.....	76
4.1.2 Análise exclusivamente temporal.....	78
4.1.3 Análise dos temas	79
4.1.4 Análise do número de autores por artigo.....	83
4.1.5 Análise dos artigos de acordo com o número de páginas.....	86
4.2 Avaliação Epistemológica	87
4.2.1 Sobre os problemas das pesquisas	87
4.2.2 Sobre as abordagens metodológicas e estratégias das pesquisas.....	90
4.2.3 Sobre os objetivos das pesquisas	94
5 CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS	100
APÊNDICE A – Relação de títulos (originais em inglês) dos trabalhos que compreendem a amostra estudada na avaliação bibliométrica	111
APÊNDICE B – Relação de títulos (originais em inglês) dos trabalhos que compreendem a amostra estudada na avaliação epistemológica	117

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os primeiros indícios do uso de óleos vegetais datam da década de 1920, sendo que existem registros da década de 1950, de estudos sobre a utilização dos óleos de mamona (*Ricinus communis*), ouricuri (*Syagrus coronata*) e algodão, em motores diesel (MACEDO; NOGUEIRA, 2004).

Em outubro de 1980, foi anunciada no Brasil a descoberta do *prodiesel*, definido como uma mistura de ésteres de ácidos graxos, obtidos a partir de óleos vegetais (MACEDO; NOGUEIRA, 2004). Nove anos depois, porém, o preço do petróleo sofreu sensível queda. Nesta época, a indústria petroquímica brasileira já estava desenvolvida e, portanto, com os baixos preços praticados no mercado para o óleo diesel, os testes com o *prodiesel* foram abandonados.

No próprio ano de 1980, havia sido requerida patente (PI – 8007957) para a invenção do novo combustível, porém, pelo tempo e desuso, a mesma entrou em domínio público (PARENTE, 2003).

Nos últimos quinze anos, o *prodiesel* agora denominado biodiesel voltou ao cenário mundial. Pesquisas em torno deste combustível foram intensificadas em virtude da preocupação mundial em torno do acirramento do efeito estufa, devido aos altos níveis de gás carbônico (CO₂) emitidos na queima de combustíveis fósseis, aos conflitos políticos envolvendo os países produtores de petróleo e à escassez relativa desse recurso fóssil.

Logo que as referidas pesquisas surgiram, o Brasil passou a ser apontado como futuro líder na produção do biodiesel, pois é um país que apresenta excelentes condições de clima, solo e imensa extensão territorial. Segundo Holanda (2004), o *National Biodiesel Board*, responsável pela implantação do combustível nos Estados Unidos da América, divulgou estudos que reforçam esta teoria, mencionando que o Brasil seria o responsável pela substituição de 60% do combustível fóssil consumido no planeta.

Com tantas especulações, em dezembro de 2004, foi criado no Brasil o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), “(...) um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, a produção e uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda” (PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL, 2009).

O reaparecimento do biodiesel no cenário político nacional impulsionou a comunidade científica brasileira a concentrar esforços no desenvolvimento de diferentes tipos de pesquisas relacionadas a esse biocombustível.

A temática biodiesel passou a figurar em diversos Programas de Pós- Graduação e diferentes Congressos para discussão do assunto foram criados, como o Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel dentre outros. Além disso, eventos já consagrados da área de energia, como o Congresso Brasileiro de Energia, passaram a incluir o biodiesel como tema de pesquisa.

Em função do evidente crescimento da produção científica brasileira em torno do biodiesel, verifica-se a necessidade de um estudo de natureza epistemológica desta produção científica. Segundo Japiassu (1991), epistemologia significa, etimologicamente, discurso (*logos*) sobre a ciência (*episteme*). Para Theóphilo (2005, p.1), em um sentido amplo, epistemologia pode ser conceituada como “(...) o estudo metódico e reflexivo da ciência, de sua organização, de sua formação, do seu funcionamento e produtos intelectuais”.

A importância de estudos epistemológicos é apresentada por Martins (2008, p.1) ao destacar que com o crescimento da publicação de textos científicos nos últimos anos faz-se necessária a “(...) condução de estudos avaliativos e de vigilância sobre a qualidade dessa produção”.

A avaliação da produção científica pode exercer ainda um papel importante para a política nacional de ensino e pesquisa, pois permite um diagnóstico real das potencialidades das pesquisas que vêm sendo desenvolvidas (VANTI, 2002; OLIVEIRA et al., 1992).

Dentro deste contexto, o problema de pesquisa proposto neste trabalho se traduz na seguinte questão: qual o perfil epistemológico das pesquisas desenvolvidas na área de biodiesel e, especificamente, quais as bases metodológicas predominantes em suas construções?

Para responder a estas perguntas, o presente trabalho propõe uma discussão de natureza epistemológica sobre artigos de autoria brasileira, relacionados ao assunto biodiesel, publicados em periódicos internacionais no período de janeiro de 2000 a junho de 2011.

Desta forma, procurou-se com este trabalho atingir os seguintes objetivos principais: reconhecer o que está sendo pesquisado a respeito do biodiesel no Brasil, identificando quais as tendências temáticas e metodológicas que estão sendo usadas, além de determinar como

vem se desenvolvendo o conhecimento ao longo dos anos constituintes do intervalo de tempo considerado.

Por meio de uma análise bibliométrica, estudo dos aspectos quantitativos da produção, pode-se estimar qual é a participação brasileira, em percentual, na produção científica mundial sobre biodiesel e qual o percentual de artigos feitos em parcerias com Instituições de outros países. Adicionalmente, foi possível analisar o número de autores por artigos publicados, bem como quantos artigos referem-se a cada tema estudado.

Por meio de uma análise epistemológica foi possível discutir para cada um dos artigos considerados para estudo, se o problema de pesquisa apresentado foi bem exposto e formulado e se os objetivos propostos foram de fato atendidos.

Segundo Japiassu (1991), originalmente eram os filósofos que faziam as pesquisas epistemológicas, porém, de acordo com Theóphilo (2005), acredita-se atualmente, que o pesquisador da própria disciplina, por apresentar conhecimento privilegiado em relação ao objeto em estudo, possa discutir as problemáticas relacionadas ao tema com maior propriedade.

Isto exposto, neste trabalho, analisando-se as informações apresentadas durante a revisão de literatura sobre a situação atual do biodiesel no Brasil, pode-se verificar se a produção científica a respeito deste combustível está de fato contribuindo para a consolidação do uso do biodiesel no país, ou seja, se os temas abordados nos artigos publicados trazem alguma luz aos problemas ainda enfrentados pelo país no que diz respeito ao uso deste combustível. Consequentemente, esta pesquisa busca oferecer subsídios para direcionar novos estudos rumo à solução dos referidos obstáculos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo constitui-se de três grandes seções assim, denominadas: O Contexto Energético Brasileiro, Avaliação Bibliométrica e o Método Científico da Pesquisa.

Na primeira seção, é apresentada a situação energética brasileira e o histórico da entrada dos combustíveis de biomassa no país. Em seguida, é discutida a situação atual do biodiesel no Brasil, quando são apresentadas as tecnologias empregadas em sua produção, as matérias-primas utilizadas, a posição atual do mercado e as formas de comercialização e distribuição do produto.

A segunda seção deste capítulo versa sobre o conceito e origem do termo bibliometria, bem como, descreve os tipos mais comuns de estudos bibliométricos.

Na terceira e última parte, é apresentado o conceito de método científico e são descritas as quatro fases da pesquisa científica: o problema de pesquisa, objetivos da pesquisa, abordagem metodológica e estratégias de pesquisa.

2.1 O Contexto Energético Brasileiro

Atualmente, mais de 80% da matriz energética mundial é constituída por fontes não renováveis, tais como petróleo, gás natural e carvão. As fontes renováveis somam apenas 13,3%, sendo que mais da metade constitui o grupo da chamada biomassa tradicional, que se caracteriza pelo uso não sustentável dos recursos, como utilização de florestas na produção de forma ineficiente de carvão vegetal e a queima direta da lenha na cocção (Balanço Energético Nacional - BEN, 2012).

Contrariando essa característica mundial, o Brasil apresenta uma matriz energética onde a distribuição entre fontes renováveis e não renováveis é mais equilibrada. Em 2011, de toda oferta de energia no país, 44,10% era de origem renovável (BEN, 2012). O Gráfico 1 apresenta a distribuição da oferta de energia no Brasil, por fontes, em participação percentual.

Gráfico 1 - Oferta Interna de Energia no Brasil (2011)
Fonte: BEN (2012)

A diferença tão significativa do Brasil em relação ao mundo quanto ao uso de energia renovável deve-se ao expressivo número de usinas hidrelétricas em operação no país, além das diversas políticas públicas adotadas para a redução do consumo de combustíveis fósseis, desde a primeira crise do petróleo em 1973. Dentre estas políticas, merecem destaque: o Proálcool, criado ao final de 1974, com o objetivo de motivar a produção do etanol a partir da substituição de parte da frota de veículos leves, movidos a gasolina, por veículos movidos a álcool etílico hidratado; e, a partir de 1977, a utilização do álcool etílico anidro como aditivo à gasolina, resultando na mistura que na época ficou conhecida como gasool (Agência Nacional do Petróleo - ANP, 2010c).

As políticas para redução do consumo dos combustíveis fósseis foram muito importantes, uma vez que durante a década de 70, a dependência dessa energia externa no país saltou de 28% para 46% das necessidades nacionais (BEN, 2008).

Atualmente, a dependência externa de energia é da ordem de 8,3%, pois a produção de energia primária no país cresceu de maneira significativa nos últimos dez anos, passando de 138.244 toneladas equivalentes de petróleo (tep) em 1998 a 256.740 tep em 2011 (BEN, 2012). A produção total de petróleo sofreu o aumento mais expressivo neste período, principalmente, após a entrada em operação da plataforma P-50, na Bacia de Campos (RJ), em abril de 2006. No ano de 2007, registrou-se um aumento de 83% em relação à produção de petróleo de 1998 (BEN, 2008). Ainda que este avanço tenha ocasionado uma queda na importação de petróleo, o mesmo não ocorreu com a importação total de energia. Conforme

pode ser notado no Gráfico 2, a importação total de energia em 2011 foi maior do que em 1998, diferentemente do que ocorreu com a importação de petróleo.

Gráfico 2 - Importações de Energia
Fonte: BEN (2008); BEN (2012)

Para justificar a tendência crescente da curva de importação total de energia, vários fatores devem ser considerados. Primeiramente, ainda que se possa observar um aumento da produção nacional de energia primária ao longo dos últimos dez anos, o mesmo também ocorreu com a demanda total de energia (BEN, 2008; BEN, 2012). De acordo com o Objetivo do Desenvolvimento do Milênio (ODM) (2005), a demanda de energia tem crescido, uma vez que, o consumo de energia subiu cerca de 30% a mais que a economia, entre 1980 e 2003. Em segundo lugar, com a entrada em operação do Gasoduto Brasil-Bolívia em 1999, a importação de gás natural que era nula passou a 9.223 tep em 2011 (BEN, 2012).

Além disso, apesar do aumento expressivo na produção total de petróleo e, uma consequente queda na sua importação, o mesmo não ocorreu com os seus derivados, principalmente, nafta, GLP (gás liquefeito de petróleo) e óleo diesel (BEN, 2012).

De acordo com Vianna (2006), a maior parte do petróleo brasileiro, em especial o proveniente da Bacia de Campos (RJ), é do tipo pesado (denso, devido à grande quantidade de hidrocarbonetos de cadeias longas) e a maioria das refinarias nacionais processa petróleo do tipo leve (menor densidade e predomínio de hidrocarbonetos de cadeias curtas). Dessa forma, faz-se necessária a importação de diversos derivados de petróleo, uma vez que parte do petróleo produzido no país acaba sendo exportada em vez de processada.

No Gráfico 3, apresenta-se a importação e/ou exportação líquida de petróleo, diesel, nafta e GLP. As quantidades positivas equivalem a importações líquidas e as quantidades negativas correspondem a exportações líquidas.

Gráfico 3 - Exportações e/ou Importações Líquidas
Fonte: BEN (2008); BEN (2012)

O Brasil, portanto, apesar dos esforços para elevar sua produção de petróleo, não é autossuficiente em óleo diesel, que é o derivado de petróleo de maior consumo, principalmente pela sua importância no transporte rodoviário. Além dos gastos com a importação deste combustível, que serão discutidos mais adiante, a dependência do uso do óleo diesel gera outros inconvenientes ao país, como: os riscos por depender de um setor onde os principais produtores vivem em constantes conflitos políticos; a escassez relativa, por ser um recurso fóssil; além da preocupação em torno do acirramento do efeito estufa, uma vez que a queima de diesel emite altos níveis de gás carbônico.

2.1.1 O Óleo Diesel

Em 2011, de acordo com a ANP (2012d), passaram pelo parque de refino nacional, 108.288.552 m³ de petróleo, obtendo-se uma produção total de óleo diesel de 45.532.689 m³ (ANP, 2012f). Para completar os suprimentos nacionais, ainda foram importados 9.332.789 m³, conforme a ANP (2012c), sendo a Índia, o principal país exportador (ANP, 2012a).

O diesel é o derivado de petróleo de maior consumo no Brasil; o grande destaque é sua utilização no setor de transportes, que absorve aproximadamente 82% do seu consumo, conforme pode ser observado no Gráfico 4. O largo uso neste setor deve-se ao sistema de transporte de cargas do país ser essencialmente rodoviário.

Gráfico 4 - Consumo de derivados de petróleo e a Composição do consumo de diesel no Brasil
Fonte: BEN (2008)

Do total consumido de combustível pelo setor de transportes brasileiro, em torno de 50% corresponde a óleo diesel. O consumo médio anual de diesel neste setor é da ordem de 25.839.000 tep, conforme BEN (2008).

De acordo com Alvim (2002), historicamente, o incentivo ao uso do diesel no setor de transportes de cargas explica-se pelo maior rendimento dos motores do ciclo diesel comparado ao do ciclo Otto (gasolina, álcool hidratado, gás natural) aliado à grande vantagem advinda após a primeira crise do petróleo, quando foi estabelecido ao diesel um menor preço por unidade de energia.

Porém, vale ressaltar que desde 1976 é proibido o uso de diesel em veículos com capacidade de carga igual ou inferior a 1000 kg, os chamados veículos leves. Segundo Haroldo Lima, diretor da Agência Nacional do Petróleo (ANP), em entrevista ao Programa Roda Viva (2009), ainda hoje seria difícil a liberação dos veículos leves movidos a diesel, uma vez que o país não é autossuficiente em diesel e o produto brasileiro ainda apresenta nível insatisfatório de emissão de poluentes em relação aos demais países do mundo.

Conforme mencionado anteriormente, essa não autossuficiência em diesel gera diversos inconvenientes ao país e, dentre eles, merece destaque a questão econômica. De

acordo com Plá (2002), os gastos com importação de diesel constituem um pesado encargo no balanço de comércio nacional. Estas despesas são suscetíveis a muitas oscilações em virtude das altas e baixas dos preços dos combustíveis fósseis de um modo geral.

Em 2008, por exemplo, segundo a ANP (2009d), o dispêndio do Brasil com a importação de óleo diesel foi superior a US\$ 5 bilhões de dólares. Ainda que se tenha registrado também uma exportação de 625.309 m³ do combustível, a receita obtida não ultrapassou US\$ 494 milhões (ANP, 2009d). Cabe notar que o ano de 2008 poderia ter registrado um gasto com importação ainda maior, não fosse pela obrigatoriedade do uso do biodiesel iniciada neste mesmo ano, pois o país deixou de importar pouco mais de 1,1 bilhões de litros de óleo diesel, o que gerou uma economia de US\$ 976 milhões (ANP, 2009b).

2.1.2 Os Combustíveis de Biomassa

Para melhor entendimento da entrada do biodiesel no país, faz-se necessário descrever um breve histórico sobre a experiência brasileira com os combustíveis de biomassa.

Em 1973, houve um marco na história energética do planeta, uma verdadeira crise energética mundial que elevou drasticamente os custos do petróleo e seus combustíveis derivados. Dessa forma, segundo Iturra¹ (2003, apud MACEDO; NOGUEIRA, 2004), a necessidade de reduzir a dependência do petróleo importado ocasionou um novo alento às pesquisas sobre óleos vegetais e combustíveis de biomassa em geral.

No Brasil, em 1974, foi criado o programa Próálcool (Programa de Produção de Álcool Combustível) objetivando o desenvolvimento de tecnologia para fabricação de etanol (álcool etílico) a partir da cana-de-açúcar, aproveitando-se o fato de que segundo Parente (2003), já se sabia, por experiências anteriores, da qualidade do etanol como combustível.

¹Iturra, A. R. Análise Histórica do Biodiesel no Brasil, relatório apresentado ao Grupo de Trabalho Interministerial sobre Biodiesel, Casa Civil da Presidência da República, Brasília, setembro de 2003.

Com o Proálcool, o etanol anidro passou a ser adicionado à gasolina e, veículos leves com motores movidos a etanol hidratado foram desenvolvidos. Conforme pode ser observado na Figura 1, em 1983, 90% do total de vendas constitui-se de automóveis movidos a álcool etílico hidratado e o percentual de etanol anidro adicionado à gasolina que, em 1977 era de 4,5%, saltou para 22% em 1985.

Paralelamente, em 1980, houve a criação do PROÓLEO (Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos). Desde então, estudos sobre a utilização dos óleos vegetais se intensificaram, principalmente, porque o objetivo principal do programa era a substituição do óleo diesel por óleos vegetais em mistura de até 30% em volume (VIANNA, 2006).

Dos estudos realizados, verificou-se que o uso direto dos óleos vegetais nos motores ocasionaria uma série de problemas, dos quais se destacam: a formação de gomas durante a combustão (que acabam se depositando nas paredes dos motores) e as emissões de acroleína, substância tóxica, obtida pela oxidação do glicerol presente no óleo. Como tentativa de contornar tais empecilhos, diferentes tecnologias foram desenvolvidas para converter óleos vegetais em combustíveis adequados.

Em outubro de 1980, foi anunciada no Centro de Convenções de Fortaleza, pelo Núcleo de Fontes Não Convencionais de Energia, da Universidade Federal do Ceará, a descoberta do *prodiesel*, definido como uma mistura de ésteres de ácidos graxos, obtidos a partir de óleos vegetais (MACEDO; NOGUEIRA, 2004). Segundo Parente (2003), para acelerar a fabricação do novo combustível, foi criada, no Ceará, a PROERG – Produtora de Sistemas Energéticos Ltda., com uma unidade piloto industrial, com capacidade de produzir 200 litros por hora.

Em 1989, o preço do petróleo sofre sensível queda, conseqüentemente, o preço da gasolina se equipara ao preço do álcool hidratado, conforme Figura 1. Nesta época, a indústria petroquímica brasileira já estava desenvolvida e, portanto, com os baixos preços praticados no mercado para o diesel, os testes com o *prodiesel* foram abandonados.

Figura 1 - A evolução do uso dos biocombustíveis no Brasil

Fonte: ANP (2010c)

Na década de 90, já com preocupação em torno das alterações climáticas mundiais, o álcool passa a representar de 20 a 25% da gasolina. Em 2003, foram criados os carros bicomcombustíveis, denominados *flex-fuel* e, em 2006, de acordo com Dal Zot (2006), as vendas de álcool etílico passaram a 15% da matriz dos combustíveis brasileiros.

Em 2004, os óleos vegetais voltaram à pauta, especialmente após o *National Biodiesel Board*, responsável pela implantação do biodiesel nos Estados Unidos da América, divulgar alguns estudos indicando que o Brasil seria o responsável pela substituição de 60% do combustível fóssil consumido no planeta (HOLANDA, 2004). Em dezembro do mesmo ano, conforme mencionado anteriormente, o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) foi criado no Brasil e, em janeiro de 2005, foi promulgada a LEI Nº 11.907, dispondo que:

Seja fixado em 5%, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional. O prazo para aplicação do disposto é de oito anos após a publicação desta Lei, sendo de três anos o período, após essa publicação, para se utilizar um percentual mínimo obrigatório intermediário de 2% em volume (LEI N° 11.907, 2009).

O ano de 2008 foi marcado, portanto, pelo início da obrigatoriedade do uso do B2 (mistura de composição 2% de biodiesel e 98% de diesel) em todo o território nacional, conforme previa a LEI N° 11.907. Porém, a partir de julho do mesmo ano, em virtude da sobre oferta do produto e consequente suspensão de investimentos por parte das indústrias, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) optou por elevar o percentual mínimo obrigatório de biodiesel misturado ao diesel para 3%. Essa estratégia foi adotada como uma maneira de se tentar equilibrar o mercado, uma vez que parte das indústrias já havia divulgado suspensão dos investimentos.

De acordo com José Pereira Júnior, gerente do Projeto da Bioverde, em entrevista ao BiodieselBr.com (2009), “(...) a antecipação do B3 (mistura de composição 3% de biodiesel e 97% de diesel) foi uma medida para fortalecer o mercado que sofria com a sobre oferta do produto e com a enorme capacidade de produção estagnada”, capacidade esta que, em menos de quatro anos, passou de zero a 4 bilhões de litros por ano (ANP, 2009c).

De fato, a utilização do B3 foi muito importante para diminuir a ociosidade das usinas brasileiras. Até sua introdução, operava-se a uma ocupação média de 22,6% e após a antecipação da mistura com 3%, esse índice saltou para 34,6% (ANP, 2009f).

O Governo Federal considerou a antecipação do B3 muito importante para a consolidação do uso do combustível no país e, por este motivo, a partir de julho de 2009, o percentual de biodiesel obrigatório aumentou novamente, passando a ser utilizada então, a mistura B4 (mistura de composição 4% de biodiesel e 96% de diesel) (ANP 2009e).

Em 2009, foram produzidos e consumidos 1.607.814 m³ do combustível (ANP, 2010a). A sua média mensal de produção no primeiro semestre de 2009 ficou em 108.800 m³, saltando para 159.168 m³ no segundo semestre, período em que a mistura B4 tornou-se obrigatória. O Gráfico 5 apresenta mês a mês a produção de biodiesel no país durante o ano de 2009.

Gráfico 5 - Produção brasileira de biodiesel durante o ano de 2009
Fonte: ANP (2010b)

O uso do B4 acabou por trazer benefícios adicionais aos que motivaram a utilização do B3 em julho de 2008. Em primeiro lugar, houve um ganho no quesito meio ambiente, pois de acordo com estudo realizado pela ANP, cada litro da mistura B4 diminui em 3% a emissão de CO₂, o que corresponde a uma diminuição anual de aproximadamente 1,2 milhões de toneladas (ANP, 2009e). Além disso, o aumento no volume utilizado de biodiesel levou a uma diminuição significativa na necessidade de óleo diesel importado; estima-se que o ano de 2009 tenha registrado uma economia média de divisas da ordem de US\$ 900 milhões de dólares (ANP, 2009e).

Tantas vantagens levaram o Governo Federal a adiantar o uso do B5 para 1º de janeiro de 2010 (ANP, 2010a). A expectativa para utilização desta mistura, de acordo com o previsto na LEI N° 11.907, era para apenas três anos mais tarde, em janeiro de 2013. De acordo com a ANP (2010c), a nova mistura poderia gerar uma economia de divisas da ordem de US\$ 1,4 bilhão por ano, pois a redução na necessidade de importação de óleo diesel seria ainda mais significativa do que a ocorrida com o uso do B4.

2.1.3 Situação Atual do Biodiesel no Brasil

A comercialização do biodiesel no país ocorre exclusivamente por meio de leilões organizados pela Agência Nacional do Petróleo e Biocombustíveis (ANP) e pela Petrobras.

A ANP faz um dimensionamento de qual será o volume de biodiesel necessário para que seja cumprido o percentual mínimo obrigatório de mistura ao óleo diesel para que uma demanda de três meses seja atendida. Em um primeiro leilão, onde 80% do volume são comercializados, participam apenas as empresas que possuem o Selo Combustível Social (concedido a usinas que utilizam matéria-prima produzida via agricultura familiar). O restante é leilado em pregão aberto a qualquer empresa que possua autorização de funcionamento pela ANP (RODRIGUES, 2008).

As empresas vencedoras do leilão têm prazo de quatro meses para efetuar a entrega do produto nas refinarias ou distribuidoras da Petrobras. É, portanto, responsabilidade da Petrobras realizar a mistura ao diesel, de acordo com o percentual mínimo obrigatório pela lei vigente, e encaminhá-la aos postos para venda aos consumidores finais.

Atualmente, o país tem 64 usinas autorizadas pela ANP o que corresponde a uma capacidade anual instalada da ordem de 6.975.148 m³ (ANP, 2012b). O Gráfico 6 apresenta o número de usinas e a capacidade autorizada de produção de biodiesel por região brasileira. Conforme pode ser observado, as regiões com o maior número de usinas são: Centro-Oeste (31 usinas) e Sudeste (12 usinas), porém apesar da região Sul apresentar apenas 10 usinas, sua capacidade produtiva total (autorizada pela ANP) é mais do que duas vezes a da região Sudeste.

Gráfico 6 - Número de usinas e capacidade autorizada (m³/ano) de produção de biodiesel por região brasileira

Fonte: ANP (2012b)

De acordo com BIODIESELBR (2011), o Brasil é o 2º maior produtor e consumidor de biodiesel no mundo, atrás apenas da Alemanha. Em 2011, foram produzidos e consumidos 2.672.760 m³ do combustível (ANP, 2012e).

Ainda que o ano de 2011 tenha batido recorde em produção de biodiesel - conforme pode ser observado no Gráfico 7 - a produção brasileira ainda está muito aquém da capacidade instalada. Conforme pode ser observado na Tabela 1, o percentual de ocupação das usinas brasileiras fechou o ano de 2011 em apenas 38%.

Gráfico 7 - Evolução da produção brasileira de biodiesel

Fonte: ANP (2012e)

Tabela 1 - Ocupação das usinas de biodiesel (índices regionais e índice nacional) - 2011

Regiões	Produção Anual (m³)	Capacidade Anual (m³)	% Ocupação
Norte	103.446	205.200,0	50%
Nordeste	176.417	740.926,8	24%
Centro-Oeste	1.036.559	3.231.849,4	32%
Sudeste	379.410	847.293,0	45%
Sul	976.928	1.949.878,8	50%
Brasil	2.672.760	6.975.148,0	38%

Fonte: ANP (2012b); ANP (2012e)

Ainda a partir da Tabela 1 pode-se observar que as regiões Nordeste e Centro-Oeste são aquelas que apresentam maior ociosidade enquanto que as regiões Sul, Norte e Sudeste operam com ocupações mais elevadas, 50%, 50% e 45%, respectivamente.

Tomando-se em consideração os dados da ANP (2009a) e ANP (2012a) a respeito da participação dos estados brasileiros no consumo de diesel no país durante o período de 1998 a 2011, foi possível estimar uma porcentagem média do consumo deste combustível para cada uma das regiões brasileiras: 9% para a região norte, 15% para a região nordeste, 12% para a região centro-oeste, 44% para a região sudeste e 20% para a região sul.

Considerando-se que, atualmente, o combustível é uma mistura de diesel e biodiesel na qual a proporção se mantém constante em todas as unidades federativas brasileiras, pode-se dizer que as mesmas porcentagens estimadas anteriormente aplicam-se também ao consumo de biodiesel. A Tabela 2 apresenta o consumo de biodiesel de cada região brasileira durante o ano de 2011.

Tabela 2 - Consumo de biodiesel por região brasileira durante o ano de 2011

Regiões	Consumo de Biodiesel (m³)
Norte	241.529
Nordeste	403.017
Centro-Oeste	312.505
Sudeste	1.183.520
Sul	532.189
Brasil	2.672.760

Fonte: ANP (2012a); ANP (2012e)

Confrontando-se os dados de produção da Tabela 1 com os dados de consumo da Tabela 2 verifica-se a não autossuficiência em biodiesel nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, conforme mostra a Figura 2. A região Sul, por sua vez, produz 54% a mais de combustível do que necessita enquanto a região Centro-Oeste produz quase quatro vezes mais. Portanto, as regiões com excedente de combustível acabam por direcioná-lo para as localidades que estão com falta. Como consequência, longas distâncias são percorridas durante o transporte e, sendo o Brasil um país que não apresenta estradas em boas condições, nem meios de transporte alternativos, como ferroviário e hidroviário, o preço do biodiesel para o consumidor final chega a sofrer um acréscimo de cerca de 10% (VALLE, 2009).

Figura 2 - Produção x Consumo de Biodiesel por Região Brasileira em 2009

Fonte: ANP (2012a); ANP (2012e)

Além da problemática envolvendo a questão logística, o custo de produção do biodiesel por si só, já é maior do que o custo de produção do diesel, principalmente, pelo tipo de matéria-prima utilizada. Tais questões dificultam a competitividade econômica do biocombustível, a qual, segundo Plá (2005), é fator essencial na viabilidade do uso do produto.

Ainda segundo Plá (2005), o preço do biodiesel na bomba deve ser igual ou menor que o do diesel de petróleo para que haja uma consolidação do seu uso no país. No entanto, a cada aumento no percentual de mistura do biodiesel, manter o preço do combustível é mais desafiador, uma vez que o preço do diesel brasileiro é muito baixo em comparação com os preços internacionais, já que a carga fiscal que suporta é muito menor (PIKMAN², 2001 apud PLÁ, 2002). O Gráfico 8 apresenta a evolução dos preços do biodiesel (B100) e de diesel no produtor, na mesma base de comparação (com PIS - Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público/COFINS - Contribuição para Financiamento da Seguridade Social, sem ICMS - Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação).

²PIKMAN, C. Biodiesel: Impactos no consumo e na distribuição. Jornada sobre Biodiesel, 2001. Palestra. São Paulo: ABIOVE, AEA, dez. 2001.

Gráfico 8 - Evolução dos preços do biodiesel (B100) e de diesel no produtor
 Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis (2012, p.7)

No entanto, existem alguns incentivos fiscais dados ao biodiesel. As regras tributárias referentes ao PIS e à CONFINS diferenciam-se em função da matéria-prima utilizada na produção, da região de produção dessa matéria-prima e do tipo de seu fornecedor (agricultura familiar ou agronegócio – plantio mecanizado) (LEI 11.116, 2009). A alíquota máxima cobrada é de R\$ 0,22 por litro. Se a matéria-prima utilizada for mamona ou dendê, nas regiões Nordeste ou Norte, cobra-se R\$ 0,15 por litro, porém se as oleaginosas forem plantadas nessas regiões por agricultores familiares, nada é cobrado. No caso de outras matérias-primas, independentemente da região, quando compradas de agricultores familiares, a taxa cobrada por litro é de R\$ 0,07 (LEI 11.116, 2009).

Ainda que a lei 11.116 tenha sido promulgada em maio de 2005, os incentivos fiscais têm sido utilizados em raras situações. Isso porque as duas matérias-primas mais utilizadas não se enquadram nesta lei: o óleo de soja (agronegócio) e o sebo bovino, ambos com participações de 79,5% e 17,3%, respectivamente (BOLETIM MENSAL DOS COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS, 2012).

Desde o início da obrigatoriedade do uso do biodiesel no país, a soja ocupa posição de destaque como matéria-prima, porém, com o aumento da demanda do combustível, a partir da vigência do B3, sua participação aumentou em 15% em detrimento de outros materiais graxos, tais como girassol e palma.

Este crescimento da participação da soja na produção do biodiesel justifica o lugar ocupado pela região centro-oeste como maior produtora do combustível no Brasil, visto que essa é a região com maior número de fabricantes de óleo de soja do país. No entanto, ao eleger esta oleaginosa como matéria-prima quase que dominante, o Brasil acabou por

distanciar-se do objetivo proposto pelo PNPB que é o enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda.

2.1.3.1 Aspectos Tecnológicos

Diferentes tecnologias foram desenvolvidas para converter óleos vegetais em combustíveis, destacando-se o craqueamento térmico (pirólise), a esterificação e a transesterificação.

O craqueamento, no entanto, não é utilizado no Brasil. Esta rota tecnológica é considerada inviável economicamente, pois apresenta alto consumo energético e necessita de grande investimento em equipamentos para ser realizada (ARAÚJO, 2008).

Quanto ao processo de esterificação, as grandes vantagens são a não formação de coprodutos e a possibilidade de utilização de matéria-prima de baixo custo, pois no lugar do uso direto do óleo vegetal, utiliza-se a borra graxa resultante do refino do óleo. De uma maneira geral, esta borra é considerada pelas indústrias do ramo como resíduo, mas por vezes, também é comercializada pelas indústrias de sabão, porém a baixo custo.

No entanto, não se sabe ao certo quais características físico-químicas deve apresentar uma borra graxa para que seja qualificada como passível de transformação em biodiesel pelo processo de esterificação. Em consequência disso, ainda não foram identificadas quais culturas de oleaginosas realmente adequar-se-iam ao processo de esterificação, bem como qual a relação custo-produtividade.

Até o presente momento, apenas o Grupo Agropalma utiliza este processo no Brasil. Sua usina está em operação há cinco anos, o que lhe confere lugar entre as pioneiras em biodiesel no país, além de ser a única a produzir o combustível a partir da palma (dendê).

A tecnologia de transesterificação é tida como a que apresenta a melhor relação entre economia e eficiência e por este motivo é largamente utilizada no Brasil e no mundo. Consta de uma reação entre um óleo ou gordura e um álcool simples de cadeia curta (normalmente, metanol ou etanol), com a presença de um catalisador, preferencialmente alcalino, formando além do biodiesel, a glicerina como coproduto. A Figura 3 apresenta um esquema ilustrativo desta reação.

Figura 3 - Esquema ilustrativo da reação de transesterificação para a produção de biodiesel
 Fonte: ARAÚJO (2008, p.33)

2.1.3.2 Matérias-primas

No mundo há muitas culturas de oleaginosas que podem ser utilizadas como matéria-prima para produção do biodiesel, do algodão à soja, do girassol ao óleo de palma, incluindo até mesmo o abacate (PAHL, 2005).

No Brasil, embora mais de 90% da produção seja a partir do óleo de soja e do sebo bovino, o país - em virtude das excelentes condições de clima, solo e imensa extensão territorial - apresenta diversas outras oleaginosas com potencial para fabricação de biodiesel, tais como: palma, algodão e girassol.

Cada região brasileira, em função de suas características de solo e de clima é mais apta a um determinado tipo de cultura, conforme pode ser observado na Figura 4. Observa-se que a soja é cultura de destaque em todas as regiões, seguida pelo algodão que só não aparece como significativo na região norte. A palma, por sua vez, é expressiva apenas no norte e nordeste do país. O girassol marca presença nas regiões centro-oeste e sul, enquanto a mamona nas regiões nordeste e sudeste.

Figura 4 - Potencialidades brasileiras para óleos vegetais
Fonte: Marzullo (2007, p. 59_adaptado).

A Tabela 3 apresenta a quantidade de cada uma das oleaginosas mencionadas, por unidade federativa. Ressalta-se, porém, que foram consideradas apenas as oleaginosas de destaque da região à qual o estado pertence, conforme indicado na Figura 4.

Tabela 3 - Produção de oleaginosas por estado e região - 2008

Estado\Oleaginosa	mamona (t de бага)	algodão (t de caroço)	girassol (t de grãos)	soja (t de grãos)	palma (t de cacho)
Acre	---	---	---	150	0
Rondônia	---	---	---	311.560	0
Roraima	---	---	---	22.400	0
Amazonas	---	---	---	600	180
Pará	---	---	---	201.111	896.295
Amapá	---	---	---	0	0
Tocantins	---	---	---	894.309	0
Sergipe	0	0	---	0	0
Alagoas	411	785	---	432	0
Pernambuco	1.752	1.990	---	0	0
Ceará	8.036	4.869	---	1.665	0
Bahia	96.620	1.167.947	---	2.747.634	194.629
Paraíba	340	2.550	---	0	0
Rio Grande do Norte	43	5.146	---	0	0
Piauí	1129	49.854	---	819.258	0
Maranhão	0	46.737	---	1.262.665	0

continua...

Estado\Oleaginosa	mamona (t de бага)	algodão (t de caroço)	girassol (t de grãos)	soja (t de grãos)	palma (t de cacho)
Goiás	---	286.750	26.955	6.604.805	---
Distrito Federal	---	0	0	153.449	---
Mato Grosso	---	2.089.398	81.556	17.212.351	---
Mato Grosso do Sul	---	179.155	6.583	4.570.771	---
Minas Gerais	9.572	75.241	---	2.566.350	---
São Paulo	1.426	55.573	---	1.446.108	---
Rio de Janeiro	0	0	---	0	---
Espírito Santo	0	0	---	0	---
Paraná	---	16.760	2.109	11.800.466	---
Santa Catarina	---	0	2	946.463	---
Rio Grande do Sul	---	0	28.460	7.679.939	---

Fonte: IBGE (2010)

Com relação aos óleos obtidos a partir destas oleaginosas, o óleo de palma apresenta o melhor rendimento por hectare, apesar de estar entre os de mais baixo teor de óleo por fruto. O algodão por sua vez, ocupa o último lugar no quesito produtividade com uma das mais baixas relações tonelada de óleo por hectare, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 - Características dos óleos vegetais com potencial para produção de biodiesel no Brasil

Espécie	Conteúdo do Óleo (%)	Rendimento em Óleo (t/ha)	Oferta em 2008 (t)
Palma (<i>Elaeis guineensis</i>)	26	3,0 – 6,0	358.000
Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	38 – 48	0,5 – 1,5	70.000
Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	43 – 45	0,5 – 1,0	64.000
Soja (<i>Glycine max L.</i>)	17	0,2 – 0,6	6.348.000
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	18	0,2 – 0,3	278.000

Fonte: VIANNA (2006); FERTIBOM (2005); AMARAL (2010b)

Ainda que a soja seja a oleaginosa com menor conteúdo de óleo e apresente baixa produtividade, esta, conforme mencionado anteriormente, lidera o mercado de produção de matéria-prima para biodiesel no Brasil, uma vez que o país é o segundo maior produtor mundial da espécie. De acordo com Amaral (2010a), a oferta do óleo de soja para a produção de biodiesel tem sido garantida porque se diminuam as suas exportações.

Apesar do girassol e da mamona apresentarem teor de óleo muito superior ao da soja, a oferta no país ainda é baixa, conforme pode ser observado na Tabela 4. Segundo Amaral (2010b), mostra-se rentável investir nessas lavouras, pois enquanto na soja e no algodão o país apresenta tecnologia consolidada e comparada às melhores do mundo, na cultura do girassol, por exemplo, a agricultura brasileira é considerada atrasada.

Conforme mencionado anteriormente, por volta de 17% do biodiesel produzido atualmente no país, têm como matéria-prima utilizada o sebo bovino. Quimicamente isso é possível, pois a estrutura química da gordura animal é semelhante à dos óleos vegetais, uma vez que ambas apresentam triglicerídios de ácidos graxos.

Logo no início do PNPB vários frigoríficos iniciaram estudos para projetos de implantação de usinas, estimulados pela grande quantidade disponível de sebo bovino, que é um subproduto da pecuária. Só em 2011, por exemplo, foram abatidas mais de 21 milhões de cabeças de gado, conforme ABIEC (2012). Considerando que cada um desses animais abatidos gera em média 16 quilos de sebo, estima-se que a produção neste ano tenha sido ao redor de 336 mil toneladas (DUARTE, 2008).

No entanto, conforme anteriormente mencionado, no PNPB não estão previstos incentivos fiscais para os produtores de biodiesel a partir de sebo animal. Deste modo, apesar da oferta de matéria-prima, muitos projetos não foram adiante. No ano de 2011, por exemplo, apesar de ter sido, de acordo com o Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis (2012), a segunda principal matéria-prima para biodiesel do país, a produção do combustível não ultrapassou a marca de 463.000 m³.

Conforme dados do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009), a pecuária bovina para corte está concentrada principalmente na região Centro-Oeste, responsável por 37% do total nacional no período de abril de 2012 a junho de 2012. Somente os estados do Mato Grosso, e de Goiás, registraram para este mesmo período 1.148.281 e 745.985 abates respectivamente.

Além do óleo ou da gordura, um álcool de cadeia curta também é matéria-prima essencial para a produção de biodiesel. Conforme já mencionado, no processo de transesterificação - mais utilizado para fabricação do biodiesel no Brasil e no mundo - dois tipos de álcool podem ser utilizados: etanol e metanol.

Segundo Macedo e Nogueira (2004), a transesterificação etílica é significativamente mais complexa do que a metílica, pois, com o aumento da cadeia carbônica do álcool utilizado, necessita-se de revisão dos parâmetros do processo. O mesmo confirma Parente (2003), ao considerar que, técnica e economicamente, a reação via metanol é muito mais vantajosa do que a reação via etanol, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 - Comparação entre rotas metílica e etílica

Quantidades e Condições Usuais Médias Aproximadas	Rotas de Processo	
	Metílica	Etílica
Preço médio do álcool, US\$/kg	0,19	0,36
Temperatura recomendada da reação	60° C	85° C
Tempo de reação	45 minutos	90 minutos

Fonte: Parente (2003, p.23)

Outra diferença em relação ao uso dos dois álcoois refere-se ao processo de recuperação do excesso de álcool. O álcool que sobra ao final da reação contém quantidades significativas de água. Quando se utiliza o metanol, uma destilação já é suficiente para sua recuperação. Já no caso do etanol, deve-se realizar uma desidratação – operação mais cara - pois a dificuldade de separação é maior, uma vez que o etanol e água formam uma mistura azeotrópica.

Além das questões já citadas, os ésteres metílicos apresentam melhor desempenho em relação aos ésteres etílicos nos quesitos conversão do óleo, glicerina total no biodiesel, potência no motor e consumo no motor. Porém, vale ressaltar que as reações químicas utilizando metanol ou etanol são equivalentes e, portanto, ambos os ésteres obtidos são considerados biodiesel (MACEDO; NOGUEIRA, 2004).

Com as limitações que acercam o etanol, o metanol tem sido o álcool utilizado até o momento em escala industrial. Porém, sobre este assunto, Aranda (2009) destaca:

[...] beira o absurdo transportar metanol (que em parte é importado) por mais de dois mil quilômetros para o interior do Mato Grosso, bem ao lado das usinas de etanol. Mais grave, de acordo com o site da empresa Methanex, o preço médio de referência (sem impostos e fretes) em 2008 foi de US\$ 624/t, contra US\$ 510/t do etanol anidro nas mesmas condições.

2.1.3.3 Catalisadores

Os catalisadores utilizados no processo podem ser enzimáticos, ácidos ou alcalinos. A utilização de enzimas como catalisadores oferece algumas vantagens em relação aos catalisadores ácidos e alcalinos; dentre elas, estão a menor sensibilidade à presença de água, a melhor recuperação do catalisador, e a facilidade na separação do biodiesel. Estes, porém,

ainda são muito caros e, portanto, são considerados como uma alternativa de médio a longo prazo.

O catalisador ácido mais indicado é o ácido sulfúrico, porém, a velocidade da reação ainda é muito lenta quando comparada ao uso de um catalisador alcalino. Além disso, antes da utilização do produto final, para evitar danos aos motores, faz-se necessária a sua completa remoção.

Por outro lado, a catálise alcalina é muito rápida, gerando bons rendimentos, em geral superiores a 90%, em relação à quantidade de óleo utilizado. No entanto, os catalisadores básicos são muito sensíveis à presença de água e ácidos graxos livres, os quais, mesmo em teores reduzidos, afetam o rendimento da reação, pois consomem o catalisador formando géis e sabões (VIANNA, 2006).

Atualmente, o metilato de sódio e o metilato de potássio são os catalisadores mais empregados no Brasil e no mundo, tanto por razões econômicas como pela sua disponibilidade no mercado. Metilato é a nomenclatura comercial para metóxido que é obtido pela reação do metanol com o hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio. No caso de uma transesterificação etílica, o recomendado é o etilato de sódio (etóxido de sódio) ou etilato de potássio (etóxido de potássio), obtido da reação do etanol com o hidróxido de sódio e hidróxido de potássio, respectivamente.

Com o grande avanço do consumo de biodiesel no país, as indústrias BASF e Dupont (em parceria com o frigorífero brasileiro JBS) optaram por investir na produção brasileira de metilatos.

A Dupont iniciou em julho de 2010 as operações de sua nova unidade fabril com capacidade instalada de 60 mil toneladas por ano. Mesma capacidade da BASF que inaugurou sua nova fábrica em fevereiro de 2012 (AGRURAL, 2012; BASF, 2012).

2.1.3.4 Subprodutos

Como co-produto do processo de produção de biodiesel, tem-se a glicerina, resultante da reação de transesterificação. Desta forma, com a obrigatoriedade do uso do biodiesel no Brasil, um problema surgiu tanto para as indústrias de componentes químicos, que têm como parte de seu portfólio a produção de glicerina, como para os produtores de biodiesel. Isso

porque o excesso de oferta abaixou de maneira significativa os preços do produto (FAIRBANKS, 2009).

Em janeiro de 2008, a glicerina com 80% de glicerol era comercializada a R\$ 700,00 por tonelada; em dezembro do mesmo ano, o valor sofreu drástica redução caindo para R\$ 200,00 por tonelada (FREITAS, 2009).

Dessa forma, estudos foram intensificados em busca de outras aplicações para a glicerina. Uma das linhas de pesquisa é a sua utilização na produção de aditivos oxigenados para combustíveis, em especial a gasolina, substituindo o MTBE (metil-t-butil-éter), cuja utilização já vem sendo proibida em alguns países, desde 2002 (FREITAS, 2009).

Outra opção é a estudada por um grupo de pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Seus pesquisadores desenvolveram a partir do glicerol, um supressor de poeira, batizado de Fragdust. Segundo o químico Miguel Araújo Medeiros, em entrevista a Vasconcelos (2012), o Fragdust é mais eficiente do que os disponíveis comercialmente que são produzidos a partir de derivados de petróleo.

Podem ser citadas ainda as iniciativas do grupo coordenado pelo professor Carlos Mota, do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que tem procurado produzir bioaditivos a partir do glicerol, além do trabalho do departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da USP em parceria com a Braskem, que também a partir da glicerina, busca sintetizar os compostos químicos 3-hidroxipropionaldeído (3-HPA) e 1,3 propanodiol (1,3 PD), usados principalmente na conservação de alimentos e na produção de polímeros (VASCONCELOS, 2012).

De acordo com Expedito José de Sá Parente Junior, membro do comitê técnico da Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil (Aprobio), em entrevista a Vasconcelos (2012), atualmente, grande parte da glicerina gerada nas usinas de biodiesel do país é queimada em fornos e caldeiras para geração de energia na própria produção do biocombustível, como também em olarias, siderúrgicas etc. Além disso, grandes produtores de biodiesel, como a Oleoplan, do Rio Grande do Sul, também exportam seus excedentes de glicerina para outros países, como a China, que usa muito a substância e não é produtora de biodiesel. No entanto, Freitas (2009) afirma que alguns produtores de biodiesel optaram por estocar a sua glicerina para esperar uma futura melhor oportunidade de venda.

2.2 Avaliação Bibliométrica

A bibliometria engloba o estudo dos aspectos quantitativos da produção, pois desenvolve medidas matemáticas sobre as informações publicadas, com o objetivo de elaborar previsões e apoiar tomadas de decisão (TAGUE-SUTCLIFFE, 1992). Justamente por fazer uso de técnicas estatísticas e matemáticas é que esta técnica foi nomeada por Edward Wyndha Hulme, em 1922, durante uma conferência na Universidade de Cambridge como ‘bibliografia estatística’ (ARAÚJO, 2006; VANTI, 2002).

O termo bibliometria foi criado por Paul Otlet em 1934, em trabalho intitulado *Traité de Documentation*. O termo, porém, só foi difundido em 1969 com a publicação do artigo *Statistical bibliography or bibliometrics?*, de Alan Pritchard, que, como sugere o título, teve por ponto central exatamente a substituição do termo ‘bibliografia estatística’ pelo uso da palavra bibliometria (FONSECA, 1973). Nesta obra de Pritchard, sua definição para o termo Bibliometria foi, segundo Bufrem e Prates (2005, p.11): “(...) a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos a livros e outros meios de comunicação, aconselhando sua utilização em todos os estudos que buscassem quantificar o processo de comunicação escrita”.

Para a consolidação do conceito de bibliometria, merecem destaque também as leis enunciadas pelos pesquisadores Lotka, Zipf e Bradford ocorridas no período de 1926 a 1949, assim resumidas por Vanti (2002, p. 153):

A Lei de Lotka, ou Lei do Quadrado Inverso, aponta para a medição da produtividade dos autores, mediante um modelo de distribuição tamanho-frequência dos diversos autores em um conjunto de documentos. A Lei de Zipf, também conhecida como Lei do Mínimo Esforço, consiste em medir a frequência do aparecimento das palavras em vários textos, gerando uma lista ordenada de termos de uma determinada disciplina ou assunto. Já a Lei de Bradford, ou Lei de Dispersão, permite, mediante a medição da produtividade das revistas, estabelecer o núcleo e as áreas de dispersão sobre um determinado assunto em um mesmo conjunto de revistas.

Em uma discussão aprofundada sobre essas três leis, Araújo (2006), destaca que:

- A Lei do Quadrado Inverso parte da premissa de que a maior parte da literatura científica é produzida por um pequeno número de autores enquanto que um grande número de autores se iguala, em produção, ao reduzido número de grandes produtores.
- A Lei do Mínimo esforço considera que há uma disposição dos autores pela economia do uso de palavras, e, sendo assim, uma mesma palavra tende a ser usada muitas vezes. Dessa forma, as palavras mais usadas indicam o assunto do documento.

- A Lei de Dispersão enuncia que ao se ordenar uma coleção de periódicos relativos a um determinado assunto, em ordem de produtividade decrescente, três grupos poderão ser observados, cada uma com 1/3 do total de artigos relevantes. O primeiro contém um pequeno número de periódicos altamente produtivos, o segundo contém um número maior de periódicos menos produtivos, e o último inclui o maior número de periódicos, mas cada um deles com pouca produtividade.

Atualmente, o conceito de bibliometria está diretamente relacionado ao estudo dos processos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação, voltado a qualquer tipo de documento (BUFREM E PRATES, 2005). Em conjunto com outras disciplinas como a Informetria³ e a Cientometria⁴, compõe os chamados Estudos Métricos da Informação, importantes não só para o reconhecimento do que está sendo pesquisado, como também para verificar a influência dessa produção no meio científico, o que de acordo com Noronha, Kiyotani e Juanes (2002), pode fornecer elementos para subsidiar tomadas de decisão em políticas científicas e tecnológicas.

A bibliometria que, segundo Araújo (2006), é a mais clássica e consagrada destas técnicas, para que seja bem aplicada necessita de um meio de comunicação científica que possua alto nível de qualidade e padronização. Segundo Maricato (2008), o artigo científico se tornou a principal fonte de análise de estudos dessa natureza, pois possui regras universais de apresentação e estrutura, tais como título, data de publicação, filiação dos autores, resumo, palavras-chaves etc. Além disso, sabendo-se o nome do periódico em que o artigo foi publicado pode-se conhecer quais os critérios que foram utilizados pela equipe editorial para autorizar sua publicação, fato que trará indícios de sua qualidade.

Os itens apresentados em um periódico permitem uma série de tipos distintos de estudos bibliométricos. Por meio da leitura do título e resumo do artigo, torna-se possível, por exemplo, identificar o número de assuntos diferentes abordados dentro de uma mesma temática e, posteriormente, quantificar o número de trabalhos publicados em cada um desses assuntos.

Também podem ser desenvolvidos indicadores a partir dos dados sobre a autoria dos trabalhos. Por exemplo, é possível determinar quantos artigos estão vinculados a cada país ou instituição, como anda a colaboração científica, ou seja, quantos artigos são produzidos por um autor ou por um grupo de autores. Para o caso de trabalhos elaborados por mais de um

³ Informetria abrange o estudo dos aspectos quantitativos da informação registrada independentemente do formato ou modo como é gerada. ⁴ Cientometria é o estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina ou atividade econômica.

pesquisador, sabendo-se suas filiações, torna-se possível verificar se estes autores estão vinculados ou não ao mesmo país e/ou instituição e, a partir desta informação, identificar quais as parcerias (entre países e/ou instituições) mais frequentemente encontradas.

Com relação às palavras-chave, consegue-se determinar quais são as mais frequentemente utilizadas e se existe uma rede de associação entre elas. As citações e autocitações também podem ser analisadas em estudos de natureza bibliométrica. É possível verificar para uma amostra de artigos quantos fazem referências explícitas ou implícitas a outros estudos, bem como determinar o número de referências bibliográficas citadas por artigo. De acordo com as referências bibliográficas utilizadas pode-se estimar qual a preferência dos autores, se por livros e periódicos ou artigos de congresso, por exemplo.

2.3 O Método Científico da Pesquisa

Não existe unanimidade no que diz respeito à definição do método científico. Francis Bacon com seu estudo *Novum Organum* (1620) e Renê Descartes com sua publicação *Discours de la méthode*, de 1637, foram os primeiros pensadores modernos a defender o uso de métodos gerais para se obter avanços no conhecimento (BUNGE⁵, 1980 apud MARTINS, 1994a).

Para Bacon, o método científico é um processo indutivo, caracterizado por um conjunto de regras para se observar fenômenos e deduzir conclusões a partir destas observações. Em contrapartida, Descartes coloca o método científico como um processo dedutivo, pois para ele, o “todo” deve ser dividido em elementos simples, cuja verdade é intuitivamente reconhecida, e a partir destes elementos é que se pode realizar deduções que expressem proposições (MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

Ainda segundo Martins e Theóphilo (2007), Galileu Galilei, não concordando integralmente com os dois métodos anteriores, propõe o primeiro método do tipo experimental. Para ele, hipóteses devem ser formuladas e, posteriormente, testadas de maneira experimental. De acordo com Hegenberg⁶ (1976 apud MARTINS, 1994a), o método científico proposto por Galileu pode ser caracterizado por uma sequência de sete fases: (1)

⁵BUNGE, M. Epistemologia: curso de atualização. T. A. Queiroz. EDUSP. São Paulo, 1980.

⁶HEGENBERG, L. Etapas da investigação científica. EPU/EDUSP. São Paulo, 1976.

clara formulação e análise do problema; (2) tentativa de obtenção de um modelo simplificado; (3) observação (teste do modelo); (4) apresentação de uma possível solução; (5) dedução de consequências (da solução proposta); (6) controle das consequências (teste da solução); (7) implementação da solução.

Com o passar do tempo, muitas outras definições foram surgindo como o método dialético e o método hipotético-dedutivo, enunciado por Karl Popper em seu livro intitulado *Logik der forschung* datado de 1934. Neste último, definido o problema de pesquisa, propõe-se uma solução provisória; esta é então criticada com o objetivo de ser refutada. A partir daí, o processo se renova dando surgimento a novos problemas (LAKATOS; MARCONI, 1991).

A respeito destes inúmeros métodos existentes, Martins e Theóphilo (2007, p.39) afirmam que:

O certo é que todos os métodos têm sua importância para a ciência e, dadas as diversas discussões existentes sobre o assunto, parece muito mais prudente se buscar entender a contribuição de cada um para o processo científico. O difícil é aceitar que apenas um deles possa oferecer todas as bases para o processo científico.

Para Lakatos e Marconi (1991), o conceito moderno de método científico, independentemente do tipo, é a teoria da investigação. Esta para atingir seus objetivos deve seguir as seguintes etapas propostas por Bunge⁵ (1980, p. 25, apud LAKATOS; MARCONI 1991, p. 84):

(a) Descobrimento do problema, (b) Colocação precisa do problema, (c) Procura de conhecimentos ou instrumentos relevantes ao problema, (d) Tentativa de solução do problema com auxílio dos meios identificados, (e) Invenção de novas ideias ou produção de novos dados empíricos, (f) Obtenção de uma solução, (g) Investigação das consequências da solução obtida, (h) Prova (comprovação) da solução, (i) Correção das hipóteses, teorias, procedimentos ou dados empregados na obtenção da solução incorreta.

As relações entre as etapas propostas por Bunge estão exemplificadas na Figura 5.

Figura 5 - Etapas da teoria de investigação
 Fonte: Lakatos e Marconi (1991, p.85)

É possível perceber uma forte relação entre as etapas da teoria da investigação e as fases da pesquisa científica. As primeiras três etapas podem ser associadas à fase formulação do problema e determinação dos objetivos; as etapas de d a h podem ser relacionadas à definição da abordagem metodológica e estratégias da pesquisa; e, por fim, a última etapa refere-se às conclusões da pesquisa.

As fases da pesquisa citadas no parágrafo anterior serão descritas a seguir, dada a sua importância para este trabalho, uma vez que subsidiarão a realização da análise de conteúdo.

2.3.1 O Problema da Pesquisa

Escolhido o assunto a ser estudado e delimitado o seu campo, inicia-se a primeira fase da pesquisa que é a transformação do tema em problema (CERVO; BERVIAN, 1996). De

acordo com Vianna (2001), o problema é alguma dificuldade teórica ou prática identificada no tema de estudo para a qual se deve encontrar uma solução.

Para Gomides (2002, p. 7), o problema “(...) consiste em dizer de maneira explícita, clara, compreensível e operacional, qual a dificuldade com a qual nos defrontamos e que pretendemos resolver. O objetivo da formulação do problema da pesquisa é torna-lo individualizado, específico”.

A definição do problema de pesquisa é fundamental para o desenvolvimento de um bom trabalho, pois esclarece a dificuldade específica com a qual se enfrenta e que se deseja solucionar por intermédio da pesquisa (LAKATOS E MARCONI, 1991).

Para tanto, o assunto escolhido deverá ser questionado pela mente do pesquisador mediante esforço de reflexão e curiosidade. Devem ser procuradas perguntas para serem respondidas. Tais perguntas podem partir da observação de um fato ou de uma série de fatos, pode-se indagar se estes seguem ou não o mesmo padrão e se há possibilidade de se explicar esse fato (BOOTH; COLOMB; WILLIAMS, 2000).

Segundo Lakatos e Marconi (1991), o problema deve ser formulado de forma clara, concisa e objetiva, preferencialmente em forma de pergunta. Quanto ao uso da forma interrogativa, Gil (1991) também se mostra favorável, pois acredita que formular um problema como pergunta é a maneira mais fácil e direta de se formular um problema.

No entanto, nem todo problema é passível de tratamento científico. Faz-se necessário identificar o que é científico daquilo que não o é. Um problema é de natureza científica quando envolver variáveis que podem ser tidas como testáveis (GIL, 1991). De acordo com Gomides (2002), os problemas de pesquisa não devem envolver valores, julgamentos morais e considerações subjetivas, ponto este que invalida a pesquisa científica.

Para Lakatos e Marconi (1991), um problema para ser considerado adequado, deve ser avaliado quanto à sua valoração, considerando-se os seguintes aspectos:

- a) Viabilidade – O problema proposto pode ser eficazmente resolvido através da pesquisa. As informações necessárias poderão ser levantadas e em tempo hábil.
- b) Relevância - Deve ser capaz de trazer conhecimentos novos.
- c) Novidade - Deve estar adequado ao estágio atual da evolução científica.
- d) Exequibilidade - É possível chegar a uma conclusão válida.
- e) Oportunidade - Atende a interesses particulares e gerais.

2.3.2 Objetivos da Pesquisa

A definição dos objetivos da pesquisa é fundamental para a realização do trabalho investigatório, pois é a partir deles que se descobre o que se vai procurar e o que se pretende alcançar.

São os objetivos que orientarão o pesquisador a determinar qual a natureza do trabalho a ser realizado, qual a metodologia a ser empregada, quais os instrumentos a serem utilizados ao longo do estudo, bem como os dados a serem coletados (VIANNA, 2001; LAKATAOS E MARCONI, 1991).

Segundo Vianna (2001), pode-se distinguir dois tipos de objetivos em um trabalho científico: os objetivos gerais e os objetivos específicos. Os objetivos gerais são mais amplos, as metas são de longo alcance e devem dizer respeito diretamente ao problema de pesquisa. No entanto, para se atingir os objetivos gerais é preciso cumprir metas mais específicas dentro do trabalho, os chamados objetivos específicos. Estes somados conduzirão ao desfecho do objetivo geral.

A descrição dos objetivos também se mostra importante por ser responsável por levar o leitor a compreender qual o nível da pesquisa que será apresentada. Segundo Duverger⁷ (1962) apud Gil (1999), distinguem-se três níveis de pesquisa: exploratório, descritivo e explicativo.

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade transmitir esclarecimentos sobre um determinado tema até então pouco explorado. A partir deste tipo de pesquisa é possível formular problemas ou hipóteses mais concisos para estudos posteriores (GIL, 1999). Já os estudos do tipo descritivo têm como meta a “(...) descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis” (GIL, 1999, p.44). Finalmente, quanto às pesquisas do tipo explicativas, Gil (1999, p. 44) afirma que elas “(...) têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos” e se caracteriza por ser o tipo de estudo que “(...) mais aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas”.

⁷DUVERGER, M. *Método de las ciencias sociales*. Ariel. Barcelona, 1962

2.3.3 Abordagem Metodológica

De uma maneira geral, têm-se três tipos de abordagens metodológicas: empírica, teórico-empírica e teórica. A abordagem do tipo empírica estuda os fatos estabelecendo relações entre eles, descrevendo e explicando os fenômenos. Estudos com esta metodologia caracterizam-se pelo experimento, controle e sistematização de dados empíricos mediante análises estatísticas. A abordagem teórico-empírica é normalmente utilizada em pesquisas descritivas que priorizam estudos teóricos e a análise de textos e documentos, pouco utilizando métodos estatísticos para explicar os seus resultados. Por fim, a abordagem teórica compreende estudos teóricos, bibliográficos, cuja validação dos resultados é feita com argumentação lógica, sustentada pelo referencial teórico ou resultados de outras pesquisas.

Existem várias classificações para as abordagens metodológicas; serão descritas, a seguir, as três categorias chamadas básicas: empírico-positivista, fenomenológica e crítico-dialética.

A abordagem empirista considera “(...) que o fato existe independentemente de qualquer atribuição de valor ou posicionamento teórico, e possui um conteúdo evidente, livre de pressupostos subjetivos. A ciência é vista como uma descrição dos fatos baseada em observações e experimentos que permitem estabelecer induções” (MARTINS; THEÓPHILO, 2007, p. 40).

Segundo DEMO (1995), um estudo empirista busca reproduzir as condições as mais aproximadas possíveis da realidade, de forma a superar subjetividades, juízos de valor e influências ideológicas. O empirismo reduz a oportunidade para especulações, uma vez, que trabalha com a evidência, a certeza e a objetividade do dado.

A abordagem positivista tem suas raízes no empirismo. O chamado positivismo clássico busca a explicação dos fenômenos a partir da identificação de suas relações e à observação dos fatos, porém, diferentemente do empirismo, considera fundamental a existência de uma teoria para nortear suas observações. Já o positivismo lógico, prega que devem ser aceitos apenas os enunciados passíveis de confirmação ou que possuem consequências passíveis de teste; rejeita a compreensão subjetiva dos fenômenos, a pesquisa intuitiva das essências (MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

O termo fenomenologia significa estudo do fenômeno, entendido como aquilo que se mostra ou se revela por si mesmo. Na abordagem fenomenológica, o objeto de estudo é, portanto, o fenômeno, enquanto que o instrumento é a intuição e, o objetivo é entender a relação entre o fenômeno e sua essência. A fenomenologia analisa os fenômenos objetos da pesquisa, no sentido de compreendê-los, ou seja, tem por objetivo captar, desvendar e conhecer o significado desses fenômenos. Trata-se de descrever os fenômenos e não de analisar nem explicar. (MARTINS; THEÓPHILO, 2007; TRIVINOS, 1987).

Sobre estudos de abordagem fenomenológica, assim descreveu Martins (1994b, p. 26/27):

Privilegiam estudos teóricos e análise de documentos e textos. Suas propostas são críticas e geralmente têm marcado interesse de ‘conscientização’ dos indivíduos envolvidos na pesquisa e manifestam interesse por práticas alternativas. Buscam relação entre o fenômeno e a essência, o todo e as partes, o objeto e o contexto. A validação da prova científica é buscada no processo lógico da interpretação e na capacidade de reflexão do pesquisador sobre o fenômeno objeto de seu estudo.

A dialética tem sua origem na Grécia Antiga quando era entendida como a “a arte do diálogo”. Com o passar do tempo, passou a ser “a arte de, no diálogo, demonstrar uma tese por meio de uma argumentação capaz de definir e distinguir claramente os conceitos envolvidos na discussão”. Na definição moderna, porém, “dialética significa o modo de pensarmos as contradições da realidade, o modo de compreendermos a realidade como essencialmente contraditória e em permanente transformação” (KONDER, 1998, p. 7/8).

Nas pesquisas crítico-dialéticas, suas propostas são marcadamente críticas e pretendem desvendar mais que o conflito das interpretações, o conflito dos interesses. Manifestam interesses transformadores. Buscam inter-relação do todo com as partes e vice-versa, da tese com a antítese. A validade da prova científica é fundamentada na lógica interna do processo e nos métodos que explicitam a dinâmica e as contradições internas dos fenômenos e explicam as relações entre homem-natureza, entre reflexão-ação e entre teoria-prática (MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

A aplicação desta abordagem no processo de pesquisa é complexa e requer dentre outras características, a incorporação do caráter histórico, o processo de apreensão e reconstituição das categorias abstratas, a concepção da realidade como essencialmente contraditória; a ideia de visar, simultaneamente, as totalidades e suas partes (THEÓPHILO, 2005).

2.3.4 Estratégias de Pesquisa

As estratégias de pesquisa ou também chamadas delineamentos da pesquisa referem-se ao planejamento geral do estudo, envolvendo a etapa de coleta de dados, a forma de controle das variáveis envolvidas e a interpretação dos dados utilizados (CERVO; BERVIAN, 1996).

Para a identificação de um delineamento, o elemento mais importante a ser analisado é o procedimento adotado para coleta de dados. Quando as informações são obtidas exclusivamente da literatura, das chamadas fontes de “papel”, são considerados dois tipos de estratégias: a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental. Já quando os dados são fornecidos por pessoas, são cinco os delineamentos mais comuns: pesquisa experimental, pesquisa *ex-post-facto*, levantamento, estudo de caso e pesquisa-ação (GIL, 1999).

Os sete tipos de estratégias citados são os mais facilmente encontrados, porém, Gil (1999) destaca que esta classificação não pode ser adotada com rigidez, pois algumas pesquisas apresentam características peculiares que tornam difícil enquadrá-las em um ou outro delineamento.

Todo delineamento apresenta vantagens e desvantagens e suas aplicações dependem de três condições: “(a) o tipo de questão da pesquisa; (b) o controle que o pesquisador possui sobre os eventos comportamentais efetivos; (c) o foco em fenômenos históricos, em oposição a fenômenos contemporâneos” (YIN, 2001, p.19).

Uma vez que este trabalho tem por objetivo analisar a produção científica brasileira relacionada ao biodiesel, sem restrição a nenhuma esfera - técnica ou política, por exemplo - acredita-se que qualquer uma das estratégias mencionadas possa ser utilizada para o contexto da problemática do biodiesel. Por este motivo, serão todas, brevemente descritas, a seguir.

2.3.4.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica ou de fontes secundárias é comum em estudos exploratórios, pois busca explicar e discutir um assunto, tema ou problema com base em toda bibliografia já

publicada a respeito, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais e audiovisuais: rádio e televisão, por exemplo (MARTINS; THEÓPHILO, 2007; LAKATOS; MARCONI, 1991).

Embora seja parte obrigatória de qualquer trabalho científico, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente com base em fontes bibliográficas. Em ambos os casos, porém, o objetivo é o mesmo, buscar conhecer e analisar as contribuições científicas existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema, ou seja, é responsável por construir a plataforma teórica do estudo (CERVO; BERVIAN, 1996; MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

Segundo Martins e Theóphilo (2007), para que a pesquisa bibliográfica ganhe robustez, qualidade e reconhecimento, é necessário apresentar paráfrases e citações expressivas que fortaleçam o texto e confirmem qualidade ao desenvolvimento da pesquisa. Parafrasear e citar são ações que indicam diálogo do pesquisador com os autores que conhecem o tema.

A principal vantagem deste tipo de estratégia é permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Em contrapartida, se as fontes consultadas não forem fontes confiáveis ou apresentarem dados equivocados, a qualidade do estudo será comprometida (GIL, 1991).

2.3.4.2 Pesquisa Documental

Esta estratégia é empregada em estudos que utilizam documentos como fonte de dados, informações e evidências. Por documento, entende-se toda fonte de informação verídica que possa servir para consulta, podendo ser escrita ou não, tais como filmes, vídeos, diários, fotografias etc (LAKATOS; MARCONI, 1991).

A pesquisa documental segue os mesmos passos da pesquisa bibliográfica. As duas estratégias muito se assemelham, porém, a principal diferença entre os dois delineamentos, diz respeito às fontes de consulta. Enquanto a pesquisa bibliográfica é conduzida com base em dados secundários, ou seja, em informações já publicadas, na pesquisa documental a fonte de coleta de dados se restringe a documentos, constituindo o que se denomina de fontes

primárias – aquelas que ainda não receberam qualquer tratamento analítico (GIL, 1999; MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

2.3.4.3 Pesquisa Experimental

“O delineamento experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que cada variável produz no objeto” (GIL, 1999 p. 66).

Na pesquisa experimental, portanto, as variáveis relacionadas com o objeto de estudo são manipuladas com o intuito de se analisar qual a relação entre causas e efeitos de um determinado fenômeno, de que modo ou ainda por quais causas o fenômeno é produzido (CERVO; BERVIAN, 1996).

Segundo Kerlinger (1979, p. 127), são quatro os pontos fortes da pesquisa experimental: (1) “controle relativamente alto da situação experimental e consequentemente das possíveis variáveis independentes que possam afetar as variáveis dependentes”; (2) “as variáveis podem ser manipuladas sozinhas ou em conjunto com outras variáveis”; (3) “as situações experimentais são flexíveis no sentido de que muitos e variados aspectos da teoria podem ser testados quase à vontade”; (4) “os experimentos podem ser replicados com ou sem variações”.

Apesar de apresentar tantos aspectos positivos, Kerlinger (1979, p. 128) afirma que a experimentação é frequentemente acusada de artificialidade e falta de generalidade. A artificialidade refere-se ao fato de que “(...) as variáveis independentes dos experimentos de laboratório raramente têm força se comparadas à força de variáveis “naturais” fora do laboratório”. Kerlinger (1979), no entanto, rebate estas críticas dizendo que ainda que certa dose de artificialidade faça parte da experimentação, é espantoso como muitas vezes, os experimentos podem ser tornados realísticos.

Quanto à falta de generalidade, a crença de que resultados obtidos em laboratórios não podem ser considerados para além do laboratório, Kerlinger (1979, p. 129) afirma que nem sempre isso é verdadeiro e, ainda que em muitos casos isso seja uma realidade, é preciso ter em mente que o “(...) objetivo básico da experimentação não é descobrir o que acontecerá ou

o que funcionará em situações de vida, mas sim estudar as relações e testar hipóteses derivadas da teoria sob condições cuidadosamente controladas e limitadas”.

Gil (1999) considera este tipo de delineamento como o melhor exemplo de pesquisa científica, porém Martins e Theóphilo (2007) ressaltam que embora seja o tipo de estudo que melhor se adapte às análises de causa e efeito entre variáveis, as relações causais produzidas não devem ser consideradas como incontestáveis.

Vale destacar aqui que esta é uma estratégia de pesquisa muito frequente nos estudos da área de Engenharia e Ciências e, portanto, muito usada quando o assunto tratado é o biodiesel.

2.3.4.4 Pesquisa *Ex-Post-Facto*

Este tipo de delineamento que se assemelha a estratégia experimental aparece com mais frequência em pesquisas da área de Ciências Sociais, onde nem sempre é possível isolar totalmente influências de variáveis que não estão sendo consideradas no experimento (GIL, 1999; MARTINS; THEÓPHILO, 2007). Por este tipo de situação não apresentar condições para realização de um experimento genuíno, alguns autores denominam esta estratégia como não experimental.

De acordo com Kerlinger (1979), a nenhum tipo de pesquisa deve ser atribuído mais prestígio ou monopólio da verdade, tanto a pesquisa experimental como a não experimental podem ser significativas e importantes; simplesmente alguns problemas podem ser experimentais enquanto outros não. Gil (1999) corrobora com este pensamento ao destacar que muitos problemas, especialmente, nas Ciências Sociais exigem a estratégia *ex-post-facto* para poderem ser pesquisados.

Ainda segundo Kerlinger (1979), assim como na pesquisa experimental, na *ex-post-facto*, a lógica de investigação é a mesma, o autor faz inferências e tira conclusões. A grande diferença entre os dois delineamentos reside na natureza das variáveis trabalhadas, que na estratégia não experimental podem ser do tipo não manipulável.

2.3.4.5 Levantamento

Esta estratégia de pesquisa é normalmente utilizada em estudos que visam expor a distribuição das características ou fenômenos - práticas ou opiniões atuais, por exemplo - que ocorrem naturalmente em uma população específica. As denominações *survey* e *sample survey* são também empregadas para identificar este tipo de delineamento, em que normalmente se estudam, respectivamente, todos ou parte dos sujeitos da pesquisa (MARTINS; THEÓPHILO, 2007).

Segundo Pinsonneault e Kraemer (1993), a *survey* é mais adequada como estratégia de pesquisa quando: (a) o interesse central sobre um fenômeno é “o que está acontecendo?” ou “como e por que isso está acontecendo?”; (b) não se deseja ou não é possível controlar as variáveis dependentes e independentes; (c) o ambiente natural é a melhor situação para estudar o fenômeno de interesse; (d) o fenômeno de interesse ocorre no presente ou ocorreu em um passado recente.

De uma maneira geral, estes estudos, normalmente descritivos, buscam solicitar as informações necessárias diretamente às pessoas cujo comportamento se deseja conhecer, para em seguida, mediante análise quantitativa, obter as conclusões correspondentes aos dados coletados (GIL, 1999).

2.3.4.6 Estudo de Caso

Esta estratégia de pesquisa do tipo empírica é adequada quando se busca compreender, explorar ou descrever acontecimentos em contextos reais, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores (MARTINS; THEÓPHILO, 2007). Yin (2001, p. 19) complementa esta afirmação destacando que um estudo de caso é aplicado “(...) quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real”.

Segundo Martins (2006) e Gil (1999), o trabalho de pesquisa conduzido por um estudo de caso requer muito mais atenção do pesquisador, pois não existe uma sistematização para

elaboração do projeto, ou seja, os procedimentos para condução do estudo não são rotineiros, não são metodologicamente rígidos. Ao longo do processo de construção da pesquisa, o autor frequentemente se encontra em situações onde se faz necessário controlar situações não esperadas.

Para Gil (1999), a principal vantagem de um estudo de caso diz respeito ao conhecimento amplo e detalhado que é proporcionado, pois segundo ele, é muito maior do que vem a fornecer qualquer outro tipo de delineamento.

No entanto, sobre esta estratégia recaem também algumas críticas negativas. Yin⁸ (1981, apud Gil, 1999) cita, por exemplo, a dificuldade de generalização dos dados obtidos, pois a análise de um ou mais casos pode ser considerada uma base muito frágil para se ampliar a outras situações.

Tull e Hawkins (1976, p. 324) afirmam que os resultados devem ser utilizados apenas como geradores de novas ideias para testes posteriores, pois o “(...) pequeno tamanho da amostra, a seleção não randômica, a falta de similaridade em alguns aspectos da situação problema, e a natureza subjetiva do processo de medida combinam-se para limitar a acuracidade de uns poucos casos”.

2.3.4.7 Pesquisa-Ação (PA)

Neste tipo de estratégia tanto o pesquisador quanto os atores que representam a situação ou o problema estão envolvidos de modo participativo na condução da pesquisa. Em um esforço conjunto trabalha-se para elucidar a realidade, a partir do reconhecimento de problemas de caráter coletivo e da busca e experimentação de soluções em situação real (THIOLLENT, 1997).

Segundo Martins e Theóphilo (2007), em uma pesquisa-ação o objeto da investigação é constituído pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontrados. A intenção é resolvê-los, ou pelo menos, esclarecê-los. Neste tipo de pesquisa pretende-se, portanto, aumentar o nível de consciência das pessoas e dos grupos considerados.

Dentro deste contexto, Martins (2006) destaca que neste tipo de delineamento, há participação intensa do investigador com os atores do estudo; de maneira simultânea, tem-se produção e uso de conhecimento.

⁸YIN, R. K. The Case Study Crisis – Some Answers. Administrative Science Quartely. Vol. 26. March, 1981.

Segundo Engel (2000), a pesquisa-ação surgiu da necessidade de se suplantarem o espaço vazio entre teoria e prática. Sua principal vantagem diz respeito à forma como intervém na prática já no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto.

Muitas também são as críticas feitas à pesquisa-ação, especialmente, pelos adeptos da pesquisa tradicional. Martins (2006, p. 52), relaciona algumas delas a seguir: (1) “diz-se que uma PA poderá ser uma pesquisa com pouca ação, ou ação com pouca pesquisa”; (2) “autores entendem que a PA apresenta pouco rigor científico e, conseqüentemente, limitada contribuição ao corpo de conhecimentos”; (3) “a PA aborda problemas complexos que podem se alterar antes da conclusão da pesquisa”; (4) “a PA encontra dificuldades e entraves em estruturas burocráticas e pouco democráticas”; (5) “por envolver atores com diversos níveis de escolaridade, torna-se difícil a comunicação e o entendimento de todas as fases da pesquisa a todos os participantes”.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo pode ser classificado como exploratório-descritivo, pois busca aprofundar o conhecimento sobre as características da produção científica em biodiesel, descrevendo-as e, estabelecendo relações entre diferentes variáveis, o que pode auxiliar na formulação de problemas ou hipóteses mais concisas para estudos posteriores.

Para realização desta pesquisa, optou-se por uma abordagem do tipo teórico-empírica e, a pesquisa documental seguida de uma análise crítica, como estratégias de pesquisa.

Compõem este trabalho, portanto, as seguintes etapas de execução: revisão de literatura, coleta de dados, análise bibliométrica e análise epistemológica.

3.1 Revisão de Literatura

Primeiramente foi realizada revisão de literatura a respeito do biodiesel. Para tanto, procurou-se, inicialmente, conhecer o contexto energético brasileiro para melhor entendimento da introdução dos combustíveis de biomassa no país. Em seguida, buscou-se conhecer a situação atual do biodiesel no Brasil, identificando as tecnologias empregadas em sua produção, as matérias-primas utilizadas, a situação atual do mercado e as formas de comercialização e distribuição do produto. Esta fase foi importante para identificar os entraves ainda enfrentados para a consolidação do uso do combustível no país, além de facilitar a classificação dos artigos estudados por tema.

Para o cumprimento dos objetivos deste trabalho foi necessário também um estudo detalhado sobre epistemologia e análise bibliométrica. Para tanto, foi feita uma leitura cuidadosa de diversos estudos com o foco na produção científica em diversas áreas do conhecimento, com atenção especial aos relacionados à área de energia.

De acordo com Lakatos e Marconi (1991, p. 83), “(...) não há ciência sem o emprego de métodos científicos”. Desta forma, como este trabalho tem por objetivo a análise de conteúdo da produção científica, fez-se necessário também estudar algumas etapas importantes da pesquisa científica, tais como problema, objetivos, abordagem metodológica e estratégias de pesquisa.

3.2 Coleta de Dados

Nesta etapa, fez-se necessário primeiramente definir um sistema de busca de artigos. Optou-se pela identificação de todos os artigos relacionados ao biodiesel que foram publicados em periódicos internacionais durante o período de 2000 a 2011 sem ser levado em consideração o país de procedência.

Para tanto, optou-se pela consulta à base de dados *SciVerse ScienceDirect*, disponível no endereço eletrônico <http://www.sciencedirect.com/>. Esta base pertencente à editora *Elsevier* foi criada em 1999 e é a atual líder no ramo de bibliotecas digitais, pois possui uma coleção eletrônica de textos completos provenientes de mais de 2.500 revistas científicas, totalizando mais de 10 milhões de artigos nas áreas científica, tecnológica e médica (ABOUT SCIEDIRECT/SCIVERSE, 2011).

Para que um artigo receba o selo *Elsevier*, ele - obrigatoriamente - passa por um processo de revisão por pares (2 revisores), que tem por objetivo principal verificar a qualidade, originalidade e validade das pesquisas realizadas (*ELSEVIER BASE DE DADOS*, 2012).

A revisão por pares é considerada um dos pilares mais importantes do processo científico, pois atua como um filtro, garantindo que a pesquisa foi devidamente verificada antes de ser publicada, além do que, por submeter os artigos a uma revisão rigorosa por outros especialistas, ela colabora no aprimoramento de pontos principais da pesquisa e na correção de eventuais erros, melhorando a qualidade da pesquisa (ELSEVIER, 2011).

Existem três variedades de revisão por pares: *Single Blind Review* – na qual os revisores permanecem anônimos, mas não o(s) autor(es) - *Double Blind Review* – onde tanto os revisores quanto o(s) autor(es) permanece(m) anônimo(s) - e, finalmente, *Open Review* – na qual não há anonimato para autor(es) e revisores. A escolha entre as três modalidades descritas varia de acordo com o periódico ao qual o artigo foi submetido para avaliação (ELSEVIER, 2011). Caso as apreciações dos dois revisores entrem em conflito, a decisão final de aceitar ou rejeitar um artigo é de responsabilidade do editor do periódico. Este analisa os relatórios de cada um dos revisores e, se for o caso, nomeia um novo revisor para uma terceira opinião (ELSEVIER, 2012).

Acredita-se, portanto, que o uso da base de dados do *SciVerse ScienceDirect* foi uma escolha acertada para a realização deste trabalho, pois além de compreender um vasto acervo, possui um sistema já conceituado de avaliação crítica.

A busca de artigos foi realizada pela palavra “biodiesel” nos campos título, resumo e palavras-chaves, definindo-se como fronteira temporal o período de 2000 a 2011. Foram encontrados 4800 artigos no total, todos em inglês. Para facilitar a análise dos dados foram exportados, em formato RIS, para uma planilha eletrônica do *Software Excel* do *Pacote Microsoft Office Home and Business 2010*, o título de cada um dos artigos, bem como suas palavras-chaves, autoria, nome do periódico, volume, número, página inicial, página final e o mês e ano de publicação.

Apesar da base de dados do *SciVerse ScienceDirect* disponibilizar aos usuários a opção para exportar as citações dos artigos pesquisados, existe um limite para se exportar informações de até mil artigos por vez. Sendo assim, as informações dos 4800 artigos levantados tiveram que ser exportadas em cinco diferentes arquivos para depois serem copiadas para uma única planilha eletrônica.

Os dados exportados, no entanto, não estavam em um formato adequado para que as informações pudessem ser trabalhadas. Conforme mostra a Figura 6, as informações estavam todas em uma única coluna, com uma linha separando o conjunto de dados de um artigo do outro.

	A	B	C	D	E	F	G
1	TY - JOUR						
2	T1 - Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality						
3	JO - Energy Policy						
4	VL - 38						
5	IS - 8						
6	SP - 4031						
7	EP - 4039						
8	PY - 2010/8/						
9	T2 -						
10	AU - da Silva CÃsar, Aldara						
11	AU - OtÃvio Batalha, MÃrio						
12	SN - 0301-4215						
13	M3 - doi: 10.1016/j.enpol.2010.03.027						
14	UR - http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510001904						
15	KW - Brazil						
16	KW - Biodiesel						
17	KW - Castor bean						
18	ER -						
19							
20	TY - JOUR						
21	T1 - History and policy of biodiesel in Brazil						
22	JO - Energy Policy						
23	VL - 35						
24	IS - 11						
25	SP - 5393						
26	EP - 5398						
27	PY - 2007/11/						
28	T2 -						
29	AU - Pousa, Gabriella P.A.G.						
30	AU - Santos, AndrÃ L.F.						
31	AU - Suarez, Paulo A.Z.						
32	SN - 0301-4215						
33	M3 - doi: 10.1016/j.enpol.2007.05.010						
34	UR - http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142150700211X						

Figura 6 - Disposição original dos dados exportados.
Fonte: Elaboração própria

Foram necessárias, portanto, várias ações para que os dados ficassem expostos de maneira favorável para a condução deste estudo, conforme será explicado de maneira sucinta nos passos 1 a 12, a seguir:

1. Foi incluída uma primeira coluna na planilha (*Plan1*), para que fossem numerados cada um dos conjuntos de informação de cada artigo. O resultado pode ser observado no trecho da planilha, apresentado na Figura 7.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	TY - JOUR					
2	1	T1 - Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality					
3	1	JO - Energy Policy					
4	1	VL - 38					
5	1	IS - 8					
6	1	SP - 4031					
7	1	EP - 4039					
8	1	PY - 2010/8//					
9	1	T2 -					
10	1	AU - da Silva CÃ©sar, Aldara					
11	1	AU - OtÃ¡vio Batalha, MÃ¡rio					
12	1	SN - 0301-4215					
13	1	M3 - doi: 10.1016/j.enpol.2010.03.027					
14	1	UR - http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510001904					
15	1	KW - Brazil					
16	1	KW - Biodiesel					
17	1	KW - Castor bean					
18	1	ER -					
19							
20	2	TY - JOUR					
21	2	T1 - History and policy of biodiesel in Brazil					
22	2	JO - Energy Policy					
23	2	VL - 35					
24	2	IS - 11					
25	2	SP - 5393					
26	2	EP - 5398					
27	2	PY - 2007/11//					
28	2	T2 -					
29	2	AU - Pousa, Gabriella P.A.G.					
30	2	AU - Santos, AndrÃ© L.F.					
31	2	AU - Suarez, Paulo A.Z.					
32	2	SN - 0301-4215					
33	2	M3 - doi: 10.1016/j.enpol.2007.05.010					
34	2	UR - http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142150700211X					

Figura 7- Representação do resultado da primeira etapa para formatação dos dados
Fonte: Elaboração própria

2. Percebe-se pelo trecho apresentado na Figura 7, que os dados sobre os artigos ainda estão todos em uma mesma coluna (B). Separou-se então, estas informações em três colunas, utilizando-se a opção dados e depois texto para colunas. A delimitação por coluna se deu pelo caractere – (hífen). O resultado pode ser observado no extrato da planilha, exposto na Figura 8.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1	TY	-	JOUR						
2	1	T1	-	Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality						
3	1	JO	-	Energy Policy						
4	1	VL	-	38						
5	1	IS	-	8						
6	1	SP	-	4031						
7	1	EP	-	4039						
8	1	PY	-	2010/8//						
9	1	T2	-							
10	1	AU	-	da Silva CÃsar, Aldara						
11	1	AU	-	OtÃvio Batalha, MÃrio						
12	1	SN	-	0301-4215						
13	1	M3	-	doi: 10.1016/j.enpol.2010.03.027						
14	1	UR	-	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510001904						
15	1	KW	-	Brazil						
16	1	KW	-	Biodiesel						
17	1	KW	-	Castor bean						
18	1	ER	-							
19										
20	2	TY	-	JOUR						
21	2	T1	-	History and policy of biodiesel in Brazil						
22	2	JO	-	Energy Policy						
23	2	VL	-	35						
24	2	IS	-	11						
25	2	SP	-	5393						
26	2	EP	-	5398						
27	2	PY	-	2007/11//						
28	2	T2	-							
29	2	AU	-	Pousa, Gabriella P.A.G.						
30	2	AU	-	Santos, AndrÃ L.F.						
31	2	AU	-	Suarez, Paulo A.Z.						
32	2	SN	-	0301-4215						
33	2	M3	-	doi: 10.1016/j.enpol.2007.05.010						
34	2	UR	-	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142150700211X						

Figura 8 - Representação do resultado da segunda etapa para formatação dos dados
Fonte: Elaboração própria

3. Foi incluída uma coluna no início da planilha (coluna A) e duas colunas (D e E) entre a coluna com as siglas e a coluna com o caractere – (hífen). Na coluna D colocou-se o nome correspondente a cada uma das siglas apresentadas na coluna B, conforme a seguinte relação: T1- Título, JO – Periódico, T2 – Subtítulo, VI – Volume, IS – Número, SP – Página Inicial, EP – Página Final, PY – Ano/Mês, AU – Autor, SN – ISSN, M3 – *link* do periódico, UR- *link* do artigo, KW – palavra-chave.

4. Na primeira linha da coluna A, colocou-se o número 1. Na segunda linha colocou-se a seguinte fórmula: =SE⁹(D2=D1;A1+1;1). Esta fórmula foi copiada para as demais linhas da coluna A até o final da planilha. As informações que surgiram nas células da coluna A, que eram vizinhas às células vazias da coluna B, foram apagadas. O resultado dos dois últimos passos pode ser observado no trecho da planilha, exposto na Figura 9.

⁹ A função SE verifica se uma condição foi satisfeita e retorna um valor se for verdadeiro e retorna outro valor se for falso.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1	1	TY		-	JOUR			
2	1	1	T1	Título	-	Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality			
3	1	1	JO	Periódico	-	Energy Policy			
4	1	1	VL	Volume	-	38			
5	1	1	IS	Número	-	8			
6	1	1	SP	Página Inicial	-	4031			
7	1	1	EP	Página Final	-	4039			
8	1	1	PY	Mês/Ano	-	2010/8//			
9	1	1	T2	Subtítulo	-				
10	1	1	AU	Autor	-	da Silva CÃsar, Aldara			
11	2	1	AU	Autor	-	Otávio Batalha, Mário			
12	1	1	SN	ISSN	-	0301-4215			
13	1	1	M3	Link do periódico	-	doi: 10.1016/j.enpol.2010.03.027			
14	1	1	UR	Link do artigo	-	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510001904			
15	1	1	KW	Palavra-chave	-	Brazil			
16	2	1	KW	Palavra-chave	-	Biodiesel			
17	3	1	KW	Palavra-chave	-	Castor bean			
18	1	1	ER		-				
19									
20	1	2	TY		-	JOUR			
21	1	2	T1	Título	-	History and policy of biodiesel in Brazil			
22	1	2	JO	Periódico	-	Energy Policy			
23	1	2	VL	Volume	-	35			
24	1	2	IS	Número	-	11			
25	1	2	SP	Página Inicial	-	5393			
26	1	2	EP	Página Final	-	5398			
27	1	2	PY	Mês/Ano	-	2007/11//			
28	1	2	T2	Subtítulo	-				
29	1	2	AU	Autor	-	Pousa, Gabriella P.A.G.			
30	2	2	AU	Autor	-	Santos, André L.F.			
31	3	2	AU	Autor	-	Suarez, Paulo A.Z.			
32	1	2	SN	ISSN	-	0301-4215			
33	1	2	M3	Link do periódico	-	doi: 10.1016/j.enpol.2007.05.010			
34	1	2	UR	Link do artigo	-	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142150700211X			

Figura 9 - Representação do resultado do terceiro e quarto passos para formatação dos dados
Fonte: Elaboração própria

5. Na coluna E, juntou-se o número da coluna B com os nomes das siglas da coluna D e os números da coluna A. Isso foi possível por meio da fórmula: =CONCATENAR¹⁰(B1;D1;A1). As fórmulas foram copiadas para as demais linhas da coluna E até o final da planilha. O resultado pode ser observado no extrato da planilha, exposto na Figura 10.

¹⁰A função CONCATENAR agrupa várias sequências de caracteres de texto em uma única sequência de texto.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1	1	TY		11	JOUR		
2	1	1	T1	Título	1Título1	- Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality		
3	1	1	JO	Periódico	1Periódico1	- Energy Policy		
4	1	1	VL	Volume	1Volume1	- 38		
5	1	1	IS	Número	1Número1	- 8		
6	1	1	SP	Página Inicial	1Página Inicial1	- 4031		
7	1	1	EP	Página Final	1Página Final1	- 4039		
8	1	1	PY	Mês/Ano	1Mês/Ano1	- 2010/8//		
9	1	1	T2	Subtítulo	1Subtítulo1	-		
10	1	1	AU	Autor	1Autor1	- da Silva CÂsar, Aldara		
11	2	1	AU	Autor	1Autor2	- Otávio Batalha, Mário		
12	1	1	SN	ISSN	1ISSN1	- 0301-4215		
13	1	1	M3	Link do periódico	1Link do periódico1	- doi: 10.1016/j.enpol.2010.03.027		
14	1	1	UR	Link do artigo	1Link do artigo1	- http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510001904		
15	1	1	KW	Palavra-chave	1Palavra-chave1	- Brazil		
16	2	1	KW	Palavra-chave	1Palavra-chave2	- Biodiesel		
17	3	1	KW	Palavra-chave	1Palavra-chave3	- Castor bean		
18	1	1	ER		11	-		
19								
20	1	2	TY		21	JOUR		
21	1	2	T1	Título	2Título1	- History and policy of biodiesel in Brazil		
22	1	2	JO	Periódico	2Periódico1	- Energy Policy		
23	1	2	VL	Volume	2Volume1	- 35		
24	1	2	IS	Número	2Número1	- 11		
25	1	2	SP	Página Inicial	2Página Inicial1	- 5393		
26	1	2	EP	Página Final	2Página Final1	- 5398		
27	1	2	PY	Mês/Ano	2Mês/Ano1	- 2007/11//		
28	1	2	T2	Subtítulo	2Subtítulo1	-		
29	1	2	AU	Autor	2Autor1	- Pousa, Gabriella P.A.G.		
30	2	2	AU	Autor	2Autor2	- Santos, André L.F.		
31	3	2	AU	Autor	2Autor3	- Suarez, Paulo A.Z.		
32	1	2	SN	ISSN	2ISSN1	- 0301-4215		

Figura 10 - Representação do resultado do quinto passo para formatação dos dados
Fonte: Elaboração própria

6. Em uma nova guia (*Plan2*), nomeou-se 42 colunas da seguinte forma e ordem: Título, Subtítulo, Periódico, Volume, Número, Página Inicial, Página Final, Ano/Mês, Ano, Autor (18 vezes), ISSN, *Link* do periódico, *Link* do artigo, Palavra-Chave (13 vezes).

7. Ainda em *Plan 2*, uma coluna foi incluída antes da coluna título e, da segunda linha desta coluna em diante, iniciou-se uma numeração até 4800, que corresponde ao número total de artigos coletados.

8. Na célula B2 da *Plan2*, colocou-se à seguinte fórmula: =PROCV¹¹(CONCATENAR(\$A2;B\$1;1);Plan1\$E:\$G;3;0). A fórmula foi copiada para as demais células da linha 2. Sendo que nas células das colunas AUTOR (K a AB) e PALAVRA-CHAVE (AF a AR), foi necessário corrigir a fórmula, de maneira que, na função

¹¹ A função PROCV procura um valor na primeira coluna à esquerda de uma tabela e retorna um valor na mesma linha de uma coluna especificada. Como padrão, a tabela deve estar classificada em ordem crescente.

concatenar, onde havia sido colocado o número 1, substituiu-se por 2, 3 etc, conforme o número de autores e palavras-chave existentes.

9. As fórmulas da linha 2 da *Plan2* foram copiadas para as demais linhas da planilha. O resultado pode ser observado no trecho da planilha, exposto na Figura 11.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Título		Subtítulo	Periódico	Volume	Número	Página Inicial	Página Final	Mês/Ano	Autor	Autor	Autor
2	1	Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality	0	Energy Policy	38	8	4031	4039	2010/8//	da Silva CÂsar, Aldara	Otávio Batalha, Mário	#N/D
3	2	History and policy of biodiesel in Brazil	0	Energy Policy	35	11	5393	5398	2007/11//	Pousa, Gabriella P.A.G.	Santos, André L.F.	Suarez, Paulo A.Z.

Figura 11 - Trecho do resultado da execução dos passos 6 a 9

Fonte: Elaboração própria

10. Optou-se por substituir todas as fórmulas da planilha por letras e números, pois dessa forma, o tamanho do arquivo onde estão as duas guias (*Plan1* e *Plan2*) fica reduzido. Para tanto, selecionou-se todas as células e utilizou-se o comando copiar seguido do comando colar especial, opção colar valores.

11. Algumas células da planilha foram preenchidas pelo *software* com a sigla #N/D (não disponível). Isso acontece sempre que a fórmula não encontra um valor. No caso desta planilha, a sigla #N/D apareceu em casos onde o artigo continha menos de 18 autores e/ou menos de 13 palavras-chave. Utilizando-se do comando localizar e selecionar, opção substituir, foi possível substituir a sigla #N/D por um traço (-). O resultado pode ser observado no extrato da planilha apresentado na Figura 12.

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	Página Inicial	Página Final	Mês/Ano	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	Autor	ISSN
2	4031	4039	2010/8//	da Silva CÂsar, Aldara	Otávio Batalha, Mário	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0301-4215
3	5393	5398	2007/11//	Pousa, Gabriella P.A.G.	Santos, André L.F.	Suarez, Paulo A.Z.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0301-4215

Figura 12 - Trecho do resultado da execução dos passos 10 e 11

Fonte: Elaboração própria

12. Vale destacar que infelizmente, a base de dados *SciVerse ScienceDirect* não disponibiliza a opção para se exportar o campo que informa a filiação dos autores. Como esta

informação era de extrema relevância para a condução deste estudo, a única maneira encontrada foi consultar artigo por artigo e inserir a informação manualmente na última coluna da planilha (Coluna AS), que recebeu o nome País.

Após a conclusão dos passos de 1 a 12, os dados ficaram finalmente dispostos na *Plan2* da maneira desejada para prosseguimento do estudo.

Dos 4800 artigos coletados, aqueles procedentes de periódicos não avaliados pelo sistema Qualis, que é o método de avaliação realizado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), foram excluídos da análise. Além disso, artigos com data de publicação posterior a 30 de junho de 2011 também foram desconsiderados, pois se acredita que o intervalo de janeiro de 2000 a junho de 2011 já seja o suficiente para se avaliar as tendências da produção científica. Restaram então, 4294 artigos que representam uma população significativa.

A seguir serão descritos quais os procedimentos que foram executados na sequência da coleta de dados para que pudessem ser realizadas as análises bibliométrica e epistemológica.

3.3 Procedimentos para Análise Bibliométrica

Uma vez que o foco deste trabalho é produção científica nacional, foram utilizados os filtros do *Software Excel* para se determinar o número de artigos elaborados por pelo menos um autor afiliado ao Brasil. Foram identificados 337 trabalhos no total. De posse desta informação foi possível mensurar a participação brasileira, em percentual, na produção científica mundial sobre biodiesel e qual o percentual de artigos feitos em parcerias de Instituições brasileiras com Instituições de outros países.

Para uma análise mais precisa foi necessário definir uma amostra da população de 337 artigos com procedência brasileira. Para tanto, optou-se mais uma vez por utilizar o sistema Qualis de avaliação da CAPES. Este sistema classifica os periódicos em oito estratos: A1 (para os de mais alta qualidade), A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C.

Porém, de acordo com este sistema, o mesmo periódico pode receber diferentes avaliações em função da área do conhecimento à qual esteja vinculado. O tema biodiesel está relacionado à grande área Energia e dentre as áreas do conhecimento definidas pela CAPES, a que melhor se enquadra é a denominada Interdisciplinar. Sendo assim, optou-se por uma

amostra contendo apenas os artigos publicados em periódicos classificados como A1 para a área Interdisciplinar. O número de artigos passou então para 252.

Por meio da leitura de todos os resumos, bem como com auxílio das palavras-chaves e do título, foi possível classificar os artigos por afinidade temática, a partir da criação de grupos contendo a descrição do tema tratado. A execução desta etapa foi facilitada pelo conhecimento prévio adquirido sobre o objeto em estudo durante a revisão de literatura. Trabalhou-se inicialmente com sete grupos, relacionados a seguir:

- 1) Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas);
- 2) Aproveitamento ou tratamento de subprodutos;
- 3) Desempenho em motores;
- 4) Estabilidade na estocagem e oxidação;
- 5) Estudos com enfoque ambiental;
- 6) Estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos;
- 7) Análises de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas);

Foram considerados artigos do primeiro grupo, os trabalhos com foco na síntese do combustível associados a um dos seguintes itens: novas rotas tecnológicas, otimização de parâmetros de processo, fontes alternativas de matérias-primas ou tipos de catalisadores. Foram vários os casos encontrados nesta categoria, como por exemplo, o estudo de dos Santos et al. (2008) que tem por objetivo verificar a viabilidade técnica da produção de biodiesel pelo óleo da castanhola e, a pesquisa de Albuquerque et al. (2008) que busca determinar o desempenho do óxido de cálcio suportado em diferentes bases de sílica, como catalisador (catálise heterogênea) na transesterificação de óleos vegetais para obtenção de biodiesel.

Os artigos incluídos no segundo grupo adotaram como foco a glicerina, coproduto da principal rota de produção do biodiesel. Foram considerados os estudos que apresentaram estratégias para purificação da glicerina, bem como, oportunidades para seu reaproveitamento.

Todos os estudos que discutem o desempenho do uso do biodiesel, produzido por diferentes fontes de matéria-prima, em motores de ciclo diesel, fazem parte do terceiro grupo de artigos. Um exemplo é o trabalho de Colaço, Teixeira e Dutra (2010) que apresenta uma análise térmica do motor diesel operando com diferentes misturas de biodiesel em óleo diesel convencional.

Foram considerados artigos do quarto grupo, os estudos que tratam das dificuldades de estocagem do combustível e da problemática de sua oxidação, como é o caso de Dantas et al. (2011) que propõe uma avaliação da estabilidade oxidativa do biodiesel de milho.

Os grupos cinco e seis, como deixam evidentes os seus próprios nomes, englobam estudos com enfoque ambiental e, estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos, respectivamente. Um exemplo de artigo classificado como do quinto grupo é o estudo de Cavalett e Ortega (2010) que traz uma avaliação do impacto ambiental da produção de biodiesel de soja no Brasil. Já no que diz respeito ao grupo seis, pode-se citar o trabalho de Pousa, Santos e Suarez (2007) que discute o histórico e políticas relacionadas ao biodiesel no Brasil.

O grupo sete compreende os artigos que buscam analisar as propriedades físicas e químicas do biodiesel produzido por diferentes matérias-primas, bem como, as propriedades de diferentes misturas de biodiesel com diesel. Foram identificados vários artigos que tratam deste tema, Castro et al. (2005), por exemplo, com o intuito de auxiliar no processo de certificação do biodiesel, propôs um método, a partir de técnicas fototérmicas, para determinar algumas propriedades térmicas como efusividade, difusividade e condutividade de diferentes tipos de biodiesel produzidos por soja, girassol, mamona e nabo forrageiro.

Por fim, surpreendentemente, verificou-se que dois artigos não podiam ser enquadrados em nenhum dos grupos anteriores e, portanto, houve a necessidade de se incluir uma oitava classificação de tema, que foi denominada: Biodiesel como matéria-prima para novos produtos.

Um dos artigos deste oitavo grupo, foi elaborado por Mazur et al. (2009) e propõe um suplemento para produção de poli (3-hidroxibutirato) feito a partir de biodiesel de óleo de farelo de arroz. No outro estudo, Reiznautt, Garcia e Samios (2009) usam ésteres (biodiesel) e poliésteres de óleo de girassol para a obtenção de diferentes polieletrólitos.

Ainda durante a fase de classificação dos artigos por tema, optou-se pela exclusão de 84 artigos, pois foi percebido que o foco destes estudos não era o biodiesel. Na maioria destes casos, o combustível aparecia apenas como uma justificativa para o estudo e não como tema da pesquisa. Em Arrieta et al. (2007), por exemplo, o objetivo é apresentar os resultados sobre o potencial de cogeração para três usinas de óleo de palma; o biodiesel é apenas mencionado na justificativa do estudo, quando os autores afirmam que vale a pena investir em estudos de melhorias para a indústria de produção do óleo de palma, uma vez que esta é uma matéria-prima potencial para fabricação de biodiesel.

Fato semelhante também pode ser observado em Roscoe et al. (2008). O foco do estudo é estimar e calcular a cadeia da soja; o biodiesel mais uma vez é mencionado apenas como justificativa, por ser o óleo de soja potencial matéria-prima para produção do combustível, a produção brasileira da soja deverá crescer muito nas próximas décadas e, portanto, um estudo detalhado de sua cadeia é visto neste artigo como necessário.

Restaram, portanto, 168 artigos divididos de acordo com o tema estudado (APÊNDICE A).

Ainda com o auxílio dos filtros do *Software Excel*, foi possível determinar o número de autores por artigo, o número de páginas por artigo, bem como estabelecer relações entre os assuntos abordados, às parcerias de colaboração internacional e os respectivos anos de publicação dos estudos. Assim, pode-se determinar como têm sido as tendências da pesquisa brasileira em biodiesel ao longo dos anos.

Confrontando-se as informações apresentadas durante a revisão de literatura sobre a situação atual do biodiesel no Brasil com as informações apresentadas na análise bibliométrica, pode-se avaliar se a produção científica nacional está direcionada a auxiliar na resolução de problemas ainda enfrentados pelo país no que diz respeito à consolidação do uso deste combustível.

3.4 Procedimentos para Análise Epistemológica

Para a realização de uma análise crítica profunda do conteúdo dos artigos, optou-se por determinar uma amostra da população de 168 artigos que foi identificada durante a análise bibliométrica. Para tanto, dois critérios foram utilizados.

Primeiramente, com base na distribuição temporal dos artigos publicados, apresentada durante a análise bibliométrica, verificou-se que a partir de 2008, quando se deu a obrigatoriedade do uso do biodiesel no Brasil, o número de artigos passou a ser mais expressivo. Aproximadamente 86% da população de artigos foram publicados a partir de 2008. Por esse motivo, optou-se por excluir da análise de conteúdo 25 artigos que foram publicados no período de 2000 a 2007.

O segundo critério utilizado diz respeito aos temas abordados em cada trabalho. Levando-se em conta os oito grupos aos quais os artigos foram alocados durante a análise

bibliométrica, foram considerados para estudo três deles: (1) métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas), (5) estudos com enfoque ambiental, (6) estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos.

A escolha destes temas foi primeiramente influenciada pelo interesse do Governo Federal Brasileiro (exposto com a criação do PNPB) na produção e no uso sustentável do biodiesel considerando as esferas técnica e econômica, com enfoque na inclusão social. Dessa forma, os grupos 1 e 6 não poderiam ser excluídos da análise, uma vez, que se espera que a produção científica esteja trabalhando para auxiliar na consolidação do combustível no país.

A opção pelo grupo 5 justifica-se pelas vantagens ambientais do uso do biodiesel, principalmente sua possível capacidade de reduzir significativamente as emissões de dióxido de enxofre e gás carbônico, serem as grandes responsáveis pelas discussões em torno do combustível ter retornado ao cenário mundial.

Após a aplicação dos critérios apresentados, foi definida para análise crítica, uma amostra de 92 artigos (APÊNDICE B). Estes foram publicados em dezenove diferentes periódicos. A Tabela 6 apresenta com relação a esses periódicos, o ano da primeira publicação, o total de volumes lançados e a periodicidade de cada um.

Tabela 6 – Periódicos: ano da primeira publicação, total de volumes lançados e periodicidade.

Periódico	1ª Publicação (ano)	Total de volumes publicados	Periodicidade Atual
Bioresource Technology	1991	106	2 volumes/mês
Fuel	1932 (?)	95	1 volume/ano – 12 números/volume
The Journal of Supercritical Fluids	1988	63	6 volumes/ano - 1 a 3 números/volume
Applied Catalysis A: General	1981	413	1 a 2 volumes/mês - 2 números/ volume
Talanta	1958	89	5 volumes/ano - 1 a 5 números/volume
Catalysis Today	1987	180	1 volume/mês
Fuel Processing Technology	1977	96	1 volume/ano - 12 números/volume
Biomass and Bioenergy	1991	36	1 volume/mês - 12 números/volume
Journal of Biotechnology	1984	157	6 volumes/ano - 4 números/volume
Renewable Energy	1991	42	1 volume/ano - 12 números/volume
Energy Policy	1973	40	1 volume/ano - 12 números /volume
Applied Catalysis B: Environmental	1992	111	7 volumes/mês - 2 números/volume

continua...

Periódico	1ª Publicação (ano)	Total de volumes publicados	Periodicidade Atual
Atmospheric Environment	1967 a 1989 e 1994 – atual	47	1 volume/ano - 40 números/volume
Energy	1976	37	1 volume/ano - 12 números/volume
Sensors and Actuators B: Chemical	1990	161	1 a 2 volumes/mês - 1 a 2 números/volume
Biological Conservation	1968	144	1 volume/ano - 12 números/volume
Journal of Cleaner Production	1993	25	1 volume/ano - 18 números/volume
International Journal of Hydrogen Energy	1976	36	1 volume/ano - 24 números/volume
Forest Ecology and Management	1977	267	2 volumes/mês

Fonte: Portal de Revistas Científicas em Ciências da Saúde (2012); ScienceDirect.com (2011)

Os dados da Tabela 6 indicam que todos os artigos analisados foram publicados em periódicos tradicionais. Mesmo a revista mais nova, a *Journal of Cleaner Production*, que teve sua primeira publicação em 1993 já conta com vinte e cinco volumes, sendo 18 *issues* em cada.

A partir da leitura na íntegra de todas as publicações da amostra com ênfase nos tópicos citados de maior interesse (resumo, introdução, aspectos metodológicos e conclusão), foi possível verificar as abordagens metodológicas que estão sendo usadas, bem como avaliar se os problemas de pesquisa têm sido adequadamente apresentados e formulados e, se os objetivos propostos têm sido atendidos. Com relação às estratégias de pesquisa adotadas, foi considerada a classificação: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, pesquisa *ex-post-facto*, levantamento, estudo de caso e pesquisa-ação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os dados obtidos das Avaliações Bibliométrica e Epistemológica que foram realizadas de acordo os procedimentos descritos no capítulo Metodologia da Pesquisa.

Conforme anteriormente mencionado, foram coletados 4294 artigos na base de dados *SciVerse ScienceDirect*. Ao ser observada a filiação dos autores destas publicações, dois pontos importantes puderam ser verificados: (1) as publicações relacionadas ao tema biodiesel possuem origens bem variadas e (2) alguns destes artigos foram realizados por parcerias entre dois ou mais países.

Conforme pode ser observado na Tabela 7, são 3616 artigos elaborados por autores filiados ao mesmo país e 678 provenientes entre parcerias de até 8 países.

Tabela 7 - Publicações de acordo com o número de países de origem de seus autores – (2000 a junho de 2011)

Origem do(s) autor(es)	Publicações
1 país	3616
2 países	588
3 países	73
4 países	12
5 países	1
6 países	2
7 países	1
8 países	1
TOTAL	4294

Fonte: Elaboração própria

Considerando-se apenas os artigos em que todos os autores são filiados ao mesmo país, surge uma relação de oitenta países diferentes, sendo que os Estados Unidos da América (EUA), a China, o Brasil, a Índia e a Espanha são os responsáveis pelo maior número de publicações, conforme pode ser observado em destaque na Tabela 8.

Tabela 8 - Distribuição geográfica dos artigos produzidos por autores filiados ao mesmo país – (2000 a junho de 2011)

Origem	Publicações	Origem	Publicações	Origem	Publicações
EUA	527	México	18	Argélia	2
China	402	Polônia	18	Indonésia	2
Brasil	272	República Checa	18	República da Singapura	2
Índia	246	Singapura	18	Ucrânia	2
Espanha	222	Dinamarca	15	Zimbábue	2
Turquia	171	Suiça	15	Botsuana	1
Reino Unido	152	Colômbia	14	Bulgária	1
Japão	151	Irã	14	Burkina Faso	1
Itália	113	Egito	11	Coréia do Sul	1
Malásia	98	Eslovênia	10	Costa do Marfim	1
Canadá	96	Jordânia	10	Gana	1
Taiwan	96	Lituânia	10	Guatemala	1
Alemanha	90	Tunísia	10	Hong Kong	1
Grécia	88	Hungria	9	Indonésia	1
República da Coréia	84	Nova Zelândia	9	Istambul	1
Tailândia	80	República Eslovaca	7	Letônia	1
França	73	Noruega	6	Líbia	1
Holanda	61	Paquistão	6	Noruega	1
Portugal	48	Romênia	6	República da Maurícia	1
Austrália	47	Chile	5	República do Irã	1
Suécia	41	Emirados Árabes Unidos	5	Rússia	1
Finlândia	33	Israel	5	Sérvia	1
Argentina	32	Filipinas	4	Sérvia e Montenegro	1
Bélgica	25	Nigéria	4	Sri Lanka	1
Áustria	23	Bangladesh	3		
África do Sul	20	República das Ilhas Fiji	3		
Irlanda	19	Rússia	3		
República da Sérvia	19	Arábia Saudita	2		

Fonte: Elaboração própria

No que diz respeito aos artigos elaborados por colaboração científica entre países, as parcerias mais usuais ocorrem entre China e EUA, China e Reino Unido, EUA e Índia, EUA e Tailândia e, Brasil e EUA, sendo 37, 12, 12, 11 e 10 publicações, respectivamente.

Vale destacar, portanto, que no quesito quantidade, a produção científica brasileira tem sido bastante significativa. Da população de 4294 artigos, foram identificados 337 trabalhos

elaborados por pelo menos um autor filiado ao Brasil, o que corresponde a 7,85 % do total de artigos coletados.

4.1 Avaliação Bibliométrica

Conforme explicado no capítulo anterior, a partir da população de 337 publicações brasileiras, foi definida uma amostra de 168 artigos que foi considerada para a realização desta avaliação bibliométrica. Vale lembrar que os itens que foram analisados e serão aqui apresentados, referem-se ao número de autores por artigo, ao número de páginas por artigo, aos tipos de temas abordados, a evolução dos artigos ao longo do período estudado e, por fim, quanto às atividades de colaboração internacional.

4.1.1 Análise por colaboração científica internacional

Na distribuição dos artigos da amostra, sob o ponto de vista de colaboração científica internacional, podem ser identificadas quatro situações: artigos que não possuem atividades colaborativas internacionais; artigos com colaboração de um país, artigos com colaboração de dois países e, artigos com colaboração de sete países. A Tabela 9 apresenta o perfil da amostra de artigos nacionais com relação à origem de seu(s) autor(es).

Tabela 9 - Perfil da amostra de artigos brasileiros – (2000 a junho de 2011)

País	Quantidade
Brasil	148
Brasil/França	1
Brasil/França/Portugal	1
Alemanha/Brasil	1
Brasil/Espanha	1
Brasil/Colômbia	1
Argentina/Brasil	1
Brasil/Itália	1

continua...

País	Quantidade
Brasil/Uruguai	3
Brasil/EUA	4
Bélgica/Brasil/Canadá/Finlândia/Holanda/Noruega/Reino Unido/Suécia	1
Brasil/Canadá	2
Brasil/Portugal	2
Brasil/Cuba	1
TOTAL	168

Fonte: Elaboração própria

Com base nos dados apresentados na Tabela 9, pode-se concluir que existe uma rede de colaboração entre o Brasil e outros dezessete países. Considerando-se a perspectiva global, pode-se dizer que esta rede ainda é muito tímida.

As parcerias com o maior número de publicações ocorrem com EUA, Canadá Portugal e Uruguai, porém, a maioria dos artigos não foi produzida por atividades de colaboração com outros países. Ainda assim, o percentual de publicações com atividades colaborativas internacionais é significativo, correspondendo a aproximadamente 12 % do total de artigos, conforme pode ser observado no Gráfico 9.

Gráfico 9 - Distribuição dos artigos nacionais com e sem colaboração internacional

Fonte: Elaboração própria

Para melhor entendimento de como tem evoluído a dinâmica das atividades colaborativas internacionais, verificou-se qual o número de artigos feitos com ou sem parceria estrangeira ao longo dos anos e, construiu-se o Gráfico 10.

Gráfico 10 - Evolução dos artigos publicados com ou sem colaboração internacional

Fonte: Elaboração própria

A partir do Gráfico 10, pode-se perceber que ainda não existe uma tendência de expansão das parcerias internacionais para elaboração de artigos científicos em biodiesel. Apesar de ser observado um acréscimo no número de artigos com colaboração estrangeira, houve um aumento muito mais expressivo no número de artigos produzidos por autores exclusivamente vinculados ao Brasil.

Esta constatação diverge do cenário global, pois de acordo com o National Science Foundation (2012), existe uma tendência mundial ao aumento no número de artigos e periódicos frutos de colaboração científica internacional, dentro da área de Ciências e Engenharia.

4.1.2 Análise exclusivamente temporal

Na análise evolutiva dos artigos pesquisados é possível perceber que até o ano de 2007, o número de publicações era muito pequeno, porém houve um crescimento acentuado a partir do ano 2008 (Gráfico 11).

Pode-se justificar este marco no aumento do interesse da comunidade científica nacional pelo assunto biodiesel, em função do início da obrigatoriedade do uso do combustível que se deu justamente em janeiro de 2008.

Gráfico 11 - Evolução dos artigos produzidos
Fonte: Elaboração própria

Fato curioso é que a promulgação da LEI N° 11.097 que estabelece a obrigatoriedade do uso do biodiesel deu-se em janeiro de 2005, quando até então, pouco se produzia cientificamente sobre o combustível no país. Os dados dão indícios, portanto, de que a decisão do governo federal de introduzir o biodiesel na matriz energética nacional possa ter partido de pesquisas estrangeiras e não brasileiras.

Após 2008, o uso do biodiesel foi sendo consolidado no país com o aumento do percentual mínimo obrigatório de combustível misturado ao diesel e, da mesma forma, a produção científica sobre o assunto continuou a aumentar.

Vale lembrar que, para o ano de 2011, foram contabilizados apenas os artigos publicados durante o primeiro semestre, e ainda assim, conforme o Gráfico 11, essa quantidade já ultrapassa o total de publicações do ano 2009. Desta forma, pode-se afirmar que há uma forte tendência a evolução das publicações ligadas ao assunto biodiesel.

4.1.3 Análise dos temas

Os temas das pesquisas em biodiesel foram agrupados em oito categorias, conforme descrito no capítulo anterior. A Tabela 10 apresenta a distribuição dos artigos entre as oito

categorias consideradas, sendo que 14 publicações (em destaque) se enquadram em dois temas diferentes.

Tabela 10 - Distribuição dos artigos por tema – (2000 a junho de 2011)

Tema	Quantidade
Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas)	73
Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas)	29
Estudos com enfoque ambiental	17
Aproveitamento de resíduos ou tratamento de subprodutos	14
Estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos	8
Estabilidade na estocagem e oxidação	7
Estudos com enfoque ambiental e Estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos	7
Desempenho em motores	4
Como matéria-prima para outros produtos	2
Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas) e Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e mistura)	2
Desempenho em motores e Estudos com enfoque ambiental	2
Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas) e Desempenho em motores	1
Desempenho em motores e Estabilidade na estocagem e oxidação	1
Desempenho em motores e Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas)	1

Fonte: Elaboração própria

Analisando os dados da Tabela 10, verifica-se que o tema Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas) é tratado no maior número de artigos. Somando-se todos os trabalhos que envolvem este tópico, tem-se 45,2% da amostra (Gráfico 12). Em segundo lugar, aparece o tema Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas) que é discutido em 19,0 % do total de artigos estudados (Gráfico 12).

Gráfico 12 - Distribuição dos artigos por tema em porcentagem, em vermelho, temas mais comumente abordados
Fonte: Elaboração própria

Curiosamente, estudos com enfoque ambiental englobam apenas 15,5% da amostra. Esperava-se mais atenção da comunidade científica para esta temática, uma vez que, as vantagens ambientais do uso do combustível foram o fator propulsor da retomada de discussões sobre o biodiesel no cenário mundial.

Nota-se também com surpresa que poucos trabalhos discutem a questão econômica. Sabe-se que o custo de produção do biodiesel é muito mais alto do que o preço do diesel convencional e que a cada aumento no percentual obrigatório de mistura, mais desafiador se torna para o país, manter o preço do combustível para o consumidor final.

A distribuição dos temas pelas categorias e sua evolução estão descritas na Tabela 11. Percebe-se que o interesse científico pelo tópico Métodos, técnicas, processos químicos para produção está em constante crescimento. Em apenas um semestre, o ano de 2011 já conta com mais artigos do que qualquer um dos anos anteriores inteiros.

Tabela 11 - Evolução dos artigos publicados em biodiesel por tema – (2000 a junho de 2011)

Temas	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas)	1	0	0	1	2	2	4	17	13	15	18
Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas)	0	0	0	0	2	2	2	4	6	8	5
Estudos com enfoque ambiental	0	0	0	0	0	2	0	4	5	5	1
Aproveitamento de resíduos ou tratamento de subprodutos	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	5
Estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1
Estabilidade na estocagem e oxidação	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3
Estudos com enfoque ambiental e Estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos	0	0	0	1	0	1	0	0	2	2	1
Desempenho em motores	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Como matéria-prima para outros produtos	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas) e Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e mistura)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Desempenho em motores e Estudos com enfoque ambiental	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas) e Desempenho em motores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Desempenho em motores e Estabilidade na estocagem e oxidação	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Desempenho em motores e Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fonte: Elaboração própria

Também parece continuar promissora a área Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas), pois o número de artigos envolvendo esse tema tem aumentado desde 2007. Durante o primeiro semestre de 2011 já foi publicada mais da metade do número de pesquisas publicadas no ano inteiro de 2010.

Os Estudos com enfoque ambiental que desde 2008 apresentam certa constância no número de artigos, aparentemente, a partir de 2011 deixaram de ser tão atrativos, pois até o final de junho deste mesmo ano, só houve uma publicação. Em contrapartida, o tópico Aproveitamento de resíduos ou tratamento de subprodutos parece começar a ganhar destaque; o último ano e meio do período estudado compreende mais de 70% do total de artigos publicados sobre o tema.

Apesar do Brasil ainda enfrentar uma série de problemas para a consolidação do uso do biodiesel, não restritos ao processo produtivo, mas também entraves de natureza econômica e logística; de uma maneira geral, os dados levantados apontam que os esforços da comunidade científica estão quase inteiramente voltados para temas mais tecnicistas.

4.1.4 Análise do número de autores por artigo

A Tabela 12 apresenta a quantidade de artigos produzidos de acordo com o número de autores. Nota-se que a quase totalidade dos trabalhos foi realizada por mais de um pesquisador, o que comprova que existe colaboração científica, ainda que as parcerias internacionais sejam restritas, conforme discutido anteriormente. Por outro lado, o fato de apenas três artigos apresentarem autoria individual fornece indícios da dificuldade de se trabalhar com o tema biodiesel de maneira solitária.

Tabela 12 - Quantidade de artigos por número de autores, destaque para os casos mais frequentes – (2000 a junho de 2011)

Autoria	Quantidade	Participação
1 autor	3	1,8%
2 autores	21	12,5%
3 autores	22	13,1%
4 autores	30	17,9%
5 autores	26	15,5%
6 autores	26	15,5%
7 autores	22	13,1%
8 autores	10	6,0%
9 autores	3	1,8%
10 autores	3	1,8%
15 autores	1	0,6%
18 autores	1	0,6%
TOTAL	168	

Fonte: Elaboração própria

Ainda de acordo com a Tabela 12 pode-se observar que a situação mais frequentemente encontrada foi a de artigos produzidos por 4 a 6 autores. Segundo Vanz (2009), a média de autores esperada em artigos da área de Engenharia e Ciências é de

aproximadamente 4,7, pois nestas áreas um pesquisador que trabalha sozinho, ou em pequenos grupos, acaba por publicar menos artigos do que um pesquisador que trabalha em um grande laboratório ou projeto multinacional.

O número máximo de autores encontrado foi 18. O artigo em questão não reúne apenas um número elevado de pesquisadores, mas também a maior rede de colaboração internacional com 7 países, além do Brasil. Neste trabalho, Junginger et al. (2008) trata sobre a evolução do comércio de bioenergia em 40 países diferentes, o que justifica a necessidade de muitos pesquisadores no levantamento de informações.

Os Gráficos 13 a 16 apresentam como varia a autoria dos artigos publicados em cada um dos quatro temas mais discutidos, conforme expostos na Tabela 10.

Gráfico 13 - Autoria dos artigos que tratam sobre o tema Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas)
Fonte: Elaboração própria

Gráfico 14 - Autoria dos artigos que tratam sobre o tema Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas)
Fonte: Elaboração própria

Gráfico 15 - Autoria dos artigos com Enfoque Ambiental
Fonte: Elaboração própria

Gráfico 16 - Autoria dos artigos que tratam sobre o tema Aproveitamento de resíduos ou tratamento de subprodutos
Fonte: Elaboração própria

É possível observar no Gráfico 13 que são comuns de 4 a 7 autores dividindo a autoria dos artigos referentes ao tema Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas). Semelhanças são percebidas no que diz respeito ao tema Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e misturas), pois 52% dos artigos foram elaborados por 5 e 6 autores, conforme Gráfico 14.

Quanto aos artigos com Enfoque ambiental, bem como os artigos que versam sobre Aproveitamento de resíduos ou tratamento de subprodutos, percebe-se que são mais comuns autorias divididas entre 2 e 4 pesquisadores (Gráfico 15 e Gráfico 16). No primeiro caso, 40%

das publicações são feitas por 2 autores e 16% por 4 autores enquanto que, no segundo caso, o maior número de artigos é feito por 4 autores (36%), seguido por 2 autores (22%).

4.1.5 Análise dos artigos de acordo com o número de páginas

Conforme mencionado no capítulo Metodologia da Pesquisa, foram exportados da base de dados do *SciVerse ScienceDirect*, os números das páginas inicial e final de cada um dos artigos; desta forma, foi possível quantificar o número de páginas de cada um dos estudos da amostra.

O Gráfico 17, a seguir, apresenta a relação entre o número de artigos e o número de páginas. É possível observar uma maior concentração de trabalhos que apresentam de 5 a 8 páginas, sendo 6 páginas, o número mais frequente.

Gráfico 17 – Número de artigos por número de páginas. Em destaque os casos mais frequentes.

Fonte: Elaboração própria

Apenas dez artigos foram escritos em mais de 10 páginas, o que corresponde a apenas 6% da amostra. Destes trabalhos, três tratam do tema Aproveitamento de resíduos ou tratamento de subprodutos, um versa sobre Desempenho do combustível em motores, enquanto os demais são Estudos com enfoque ambiental e/ou Estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos.

Em contrapartida, 5,4% da amostra compreende estudos apresentados em menos de 5 páginas. Destes, três são artigos incluídos no grupo de temas Análise de propriedades físicas e

químicas e seis fazem parte do grupo Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas).

Foi encontrado apenas um artigo com 16 páginas, o maior número de páginas da amostra. Este estudo elaborado por apenas 2 autores traz uma avaliação ambiental integrada da produção do biodiesel de soja no Brasil.

No que diz respeito aos estudos com o menor número de páginas, foram encontrados dois artigos de três páginas. Um deles, elaborado por 2 autores, tem por objetivo comparar o rendimento da reação de transesterificação metílica do óleo de mamona bruta e do óleo de mamona neutralizado por glicerina enquanto o outro, feito por 7 autores, propõe uma comparação entre duas rotas de produção de biodiesel de sebo bovino: a transesterificação alcalina e a transesterificação com radiação ultrassônica.

4.2 Avaliação Epistemológica

Conforme explicado no item Procedimentos para Análise Epistemológica do capítulo Metodologia da Pesquisa, a análise crítica foi realizada em uma amostra de 92 artigos publicados em 19 diferentes periódicos.

4.2.1 Sobre os problemas das pesquisas

O primeiro ponto avaliado nos artigos estudados foi a pergunta-problema que, embora seja de extrema importância para a compreensão do que se pretende solucionar com a pesquisa, poucos autores optaram por deixá-la explícita em seus artigos. Apenas 8 publicações mencionaram o problema de pesquisa como uma pergunta direta ou indireta, foram os casos de Nogueira (2011) que utilizou a própria pergunta-problema para intitular o trabalho de pesquisa e de Santos e Rathmann (2009) que a colocaram logo na introdução do artigo.

Na maior parte das publicações o problema de pesquisa foi colocado de maneira implícita, exigindo uma leitura cuidadosa da introdução e resumo do trabalho para que se pudesse compreender o que o pesquisador buscou solucionar com a sua pesquisa.

Em 7 casos, porém, foi necessária a leitura do trabalho na íntegra para que fosse possível reconhecer a pergunta norteadora. Nestes estudos, ainda que os objetivos tenham sido expostos de maneira clara, o leitor fica um tanto perdido, pois mesmo sabendo o que será apresentado, apenas após ler as conclusões é que se consegue compreender o motivo e qual a intenção do autor com os dados que foram exibidos.

O artigo publicado por Samios et al. (2009), é um exemplo deste tipo de trabalho, pois é exposto logo na introdução que o objetivo da pesquisa é apresentar um novo procedimento, de duas etapas, para obtenção de biodiesel pela combinação de catálises ácida e básica consecutivas. No entanto, apenas com essa informação não é possível compreender o porquê de esse método ser apresentado. A ideia seria mostrar que ele fornece melhor rendimento do que a rota tecnológica tradicional? Ou mostrar que produz um biodiesel com mais qualidade? Ou ainda é um processo economicamente mais viável? Apenas após a leitura total do artigo é que se compreende que o desejo dos pesquisadores é apenas verificar a viabilidade técnica deste novo processo.

Em 9 artigos não foi possível encontrar de nenhuma maneira, implícita ou explícita, qual o problema de pesquisa. É o caso do trabalho intitulado: Biocombustíveis a partir da pirólise de resíduos de óleo de peixe: Produção contínua em uma planta piloto. Neste estudo, Wiggers et al. (2009) talvez por trabalharem com muitas variáveis ao mesmo tempo, não conseguem expor com clareza em qual resposta pretendem chegar. Não se consegue extrair do texto se a intenção é descobrir se o uso de pirólise contínua é possível, se o resíduo de óleo de peixe pode ser usado como matéria prima para produção de biodiesel ou ainda quais seriam as condições ideais de operação para que o resíduo de óleo de peixe, por pirólise contínua, seja convertido em biodiesel.

A pesquisa realizada por de Souza et al. (2010), também é um exemplo de pesquisa que não se compreende exatamente qual a pergunta problema. Os autores colocam que a pesquisa tem por objetivos específicos, identificar e avaliar o balanço energético e as emissões dos gases causadores do efeito estufa do biodiesel de palma no Brasil e, por objetivo principal, comparar os resultados obtidos com estudos desenvolvidos em outros países. Mesmo com a leitura do artigo na íntegra, não se consegue perceber o que os autores esperam realmente conseguir com esta comparação, pois nas discussões e conclusões, eles apenas

mencionam se a quantidade que estimaram para uma dada emissão é maior ou menor do que a quantificada nos outros estudos. O que torna a situação ainda mais curiosa é que tanto o trabalho de de Souza et al. (2010) como a maior parte dos trabalhos considerados para comparação utilizaram como fonte de consulta, os mesmos bancos de dados internacionais (*Simapro*, *Ecoinvent*). Ou seja, não só não se entende o motivo como também o sentido das comparações realizadas.

Vale ressaltar também, que em alguns casos as propostas dos estudos foram mal formuladas, prejudicando o entendimento completo do que se pretende com a pesquisa. O uso da palavra viável, por exemplo, requer algum complemento. Quando o autor anuncia que verificará a viabilidade de algo, é preciso deixar claro que tipo de viabilidade é essa. No estudo de dos Santos et al. (2008), por exemplo, apenas com a leitura do desenvolvimento do trabalho é que se entende que a proposta é verificar se é possível tecnicamente utilizar o óleo da castanhola como matéria-prima para a produção de biodiesel.

Outro caso de proposta não claramente exposta pode ser observado no estudo de Albuquerque et al. (2008). Os autores introduzem o trabalho explicando que a pesquisa tem por intenção investigar o comportamento de catalisadores de óxido de cálcio e de alumínio em dois tipos de reações de transesterificação, porém, o uso da palavra comportamento é muito vago. Apenas com a leitura dos resultados é que se percebe que foram dois os parâmetros analisados: a porcentagem de conversão da reação e a temperatura ótima de atuação de cada catalisador.

Considerando-se os cinco aspectos considerados por Lakatos e Marconi (1991) - mencionados anteriormente no capítulo Revisão de Literatura - para valoração de um problema de pesquisa, verificou-se que alguns trabalhos amostrados deixaram a desejar no quesito novidade.

Foram encontradas 3 publicações que apresentam como proposta verificar se o uso do biodiesel (puro ou mistura) diminuem as emissões de CO₂ e/ou de compostos orgânicos voláteis (VOC) e/ou compostos carbonílicos. Estas pesquisas nada trazem de novidade, uma vez, que a resposta já é conhecida da literatura. O mesmo pode ser dito do artigo de Oliveira et al. (2008) que avalia o potencial do uso do óleo de grão defeituoso de café como matéria-prima para biodiesel.

O mais intrigante é que os autores destas publicações reconhecem que seus trabalhos não são inéditos. No artigo elaborado por Ferreira et al. (2008), por exemplo, a proposta é verificar se o uso do B10 diminui as emissões de VOC. Os autores concluem o trabalho

dizendo que os experimentos realizados mostraram uma redução nas emissões de poluentes, tal como descrito na literatura. Ou seja, se os pesquisadores já sabiam a resposta a esta pergunta então, qual o motivo da pesquisa ter sido realizada? Conforme define Salomon (2001), a pesquisa é o trabalho a ser realizado quando surge um problema, para o qual se procura a solução adequada de natureza científica. A ideia da pesquisa é, portanto, avançar no conhecimento, é contribuir com novas descobertas.

Ainda dentro deste ponto de vista vale citar a grande quantidade de estudos da amostra com propostas muito similares. Quase 23% dos artigos amostrados intencionam verificar o desempenho catalítico de um novo catalisador para produção de biodiesel. Apesar de tratarem de catalisadores diferentes, estes trabalhos são muito parecidos, seguem quase um mesmo “roteiro”: apresenta-se a síntese e caracterização do catalisador e, na sequência, realiza-se um experimento para determinar qual o rendimento de biodiesel obtido com o seu uso.

Estes artigos são todos muito descritivos, nenhum deles compara o desempenho dos catalisadores ou, ao menos, explica o porquê dos resultados encontrados. Fica bastante evidente a falta de criatividade nestes trabalhos. Seria interessante a elaboração de um estudo que consolide estas informações, que busque entender as relações entre as substâncias utilizadas como catalisador e os resultados encontrados para rendimento.

Outra crítica a estas pesquisas envolvendo catalisadores é que elas mencionam de maneira apenas superficial a questão econômica. Na maioria dos casos apenas ressaltam que a matéria-prima do catalisador é de baixo custo. Não mencionar ao mínimo uma relação custo-benefício, tornam estes trabalhos um tanto quanto “fantasiosos”.

Também fazem parte deste grupo de trabalhos com propostas semelhantes, 4 estudos que buscam encontrar quais as condições ideais de operação do processo de transesterificação de óleos vegetais em biodiesel. Mudam-se pequenos detalhes, como a condição do álcool utilizado ou o tipo de óleo vegetal, mas o experimento realizado é praticamente o mesmo, ou seja, na essência os estudos são muito parecidos.

4.2.2 Sobre as abordagens metodológicas e estratégias das pesquisas

No que diz respeito à abordagem metodológica utilizada, verificou-se que a maior parte dos trabalhos amostrados não faz referência a abordagem a qual se inspira. Foi

necessário, portanto, uma leitura ainda mais cuidadosa para identificar elementos que pudessem indicar uma maior aproximação dos trabalhos de uma ou outra abordagem.

Esperava-se a princípio trabalhar apenas com as abordagens teórica, empírica e teórico-empírica, todas apresentadas durante a revisão de literatura. Porém, terminada a leitura crítica dos artigos, percebeu-se uma grande quantidade de publicações que, apesar do forte direcionamento empírico (com experimentos e análises estatísticas), não deixam de fazer uso de análise de textos e documentos para validação dos resultados encontrados. Desta forma, considerou-se incorreto classificar estes trabalhos unicamente como empíricos, mas também inadequado considera-los como teórico-empíricos, sendo assim, optou-se por caracterizá-los como empírico-teóricos. A Tabela 13 indica a distribuição dos trabalhos analisados de acordo com as abordagens metodológicas consideradas.

Tabela 13 - Distribuição percentual dos artigos amostrados por abordagem metodológica utilizada

Abordagem Metodológica	Quantidade	Distribuição
Empírico-teórica	70	76%
Teórica	10	11%
Teórica-empírica	4	4%
Não científico	8	9%
Total	92	100%

Fonte: Elaboração própria

Conforme pode ser observado na Tabela 13, dos artigos amostrados, 9% foram categorizados como não científicos. Em 7 destas publicações, os autores modelaram matematicamente a situação de interesse a ser analisada, definiram alguns parâmetros a partir de informações disponíveis em literatura e, fizeram uso de *softwares* específicos de Engenharia para simular os resultados. Embora estes trabalhos forneçam dados que exerçam alguma contribuição, pois podem nortear novas pesquisas, a maneira como foram obtidos esquiva-se do real discurso científico.

O 8º artigo incluído na categoria não científico tem cunho apenas jornalístico, pois trata de um resumo de dez trabalhos que foram apresentados no 1º *Workshop* Internacional de Estudos Avançados em Produção Mais Limpa. Sendo assim, embora a publicação seja importante no que se refere à disseminação do conhecimento, não pode ser considerada como uma pesquisa científica.

Os trabalhos considerados empírico-teóricos, que representam 76% da amostra, são pautados em duas características marcantes do empirismo: experimento e quantificação de variáveis. Porém, reconhecem a importância das teorias para amparar suas investigações, o que os aproxima do positivismo clássico. Pode-se dizer, portanto, que estas pesquisas são todas empírico-positivistas.

A maior parte destes trabalhos aborda o tema Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas) e, apenas um deles tem enfoque econômico, político e histórico, conforme pode ser observado na Tabela 14.

Tabela 14 - Artigos empírico-positivistas de acordo com o tema tratado

Tema	Quantidade
Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas)	60
Estudos com enfoque ambiental	9
Estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos	1
Total	70

Fonte: Elaboração própria

A estratégia de pesquisa experimental é notadamente predominante nos artigos que optaram pela abordagem empírico-teórica. Relewa destacar, porém, que em alguns artigos, o experimento realizado parece mais o objetivo do trabalho e não o meio para se atingir os objetivos do trabalho. Da Cunha et al. (2009), por exemplo, expõem que a proposta de sua pesquisa é otimizar o processo de transesterificação semi-industrial de gorduras animais com metanol, na presença de hidróxido de potássio como catalisador. A impressão que se tem, porém, é que os pesquisadores têm por meta realizar um experimento na planta piloto (recentemente adquirida pela Instituição de Ensino à qual estão vinculados) e não elaborar um artigo com propósito científico. Tanto que o artigo não cumpre os objetivos propostos; a conclusão a que chegam os autores é de que o biodiesel produzido pela referida planta piloto tem boa qualidade e o processo fornece um bom rendimento.

Apenas a publicação de Santos e Rathmann (2009) - que se enquadra no tema Estudos com enfoque econômico, político e histórico - faz uso de outro delineamento que não experimental. Neste trabalho, os autores optaram pela realização de um estudo de caso para responder a duas perguntas: quais os efeitos da produção de biodiesel nas economias locais e,

em que circunstância a cadeia produtiva do biodiesel tem sido organizada e estruturada no Brasil.

Apenas 11% dos artigos amostrados apresentam características que os identificam com a abordagem teórica (Tabela 13). Estas publicações compreendem estudos, em sua maioria do tipo descritivo, cuja validação dos resultados é feita com base em referencial teórico ou resultados de outras pesquisas. São 9 artigos que utilizam para cumprimento dos objetivos, o delineamento pesquisa bibliográfica e, apenas 1 artigo, que faz uso da estratégia de pesquisa levantamento. Neste último, a pesquisa desenvolvida por César e Batalha (2010) busca descobrir quais os fatores que contribuem para que haja participação efetiva dos pequenos agricultores na produção de biodiesel de mamona, conforme preconiza o PNPB. Para a busca de informações, os autores optaram pela estruturação de um questionário que foi respondido por servidores públicos, produtores de biodiesel e de óleo de rícino, além de cooperativas, ONGs, e produtores agrícolas da mamona.

A Tabela 15 apresenta a distribuição dos artigos teóricos de acordo com o tema tratado. Nota-se que metade destes trabalhos discute simultaneamente as questões: ambiental, econômica, política e histórica.

Tabela 15 - Artigos com abordagem teórica, de acordo com o tema abordado

Tema	Quantidade	
Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas)	1	
Estudos com enfoque ambiental	1	5
Estudos com enfoques econômicos, políticos e históricos	3	
Total	10	

Fonte: Elaboração própria

Diferentemente, do que foi observado nos artigos empírico-positivistas, apenas 1 artigo com abordagem teórica trata do tema Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas). Neste trabalho, Costa e de Moraes (2011) fizeram uma pesquisa bibliográfica para identificar os principais biocombustíveis que podem ser derivados a partir de microalgas e quais as vantagens do uso destas microalgas como matéria-prima para a produção de biodiesel.

Ainda de acordo com os dados da Tabela 13, pode-se observar que os artigos com abordagem metodológica do tipo teórico-empírica correspondem ao menor número de artigos

da amostra, apenas 4%. É um grupo pequeno de artigos, mas bastante heterogêneo no que diz respeito ao tema abordado e às estratégias de pesquisa utilizadas.

Compreende apenas um artigo que trata do tema Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas), dois que abordam a questão ambiental e apenas 1 com enfoque econômico, político e histórico. O delineamento pesquisa bibliográfica está presente em todos estes trabalhos, porém combinada a alguma outra estratégia de pesquisa que variou entre levantamento, estudo de caso, pesquisa documental e experimental, conforme indicam as informações apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Artigos teórico-empíricos de acordo com o tema tratado e as estratégias de pesquisa utilizadas.

Título do Artigo (original em inglês)	Tema	Estratégia de Pesquisa
<i>Transesterification of Jatropha curcas oil glycerides: Theoretical and experimental studies of biodiesel reaction</i>	Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas)	Pesquisa bibliográfica e Experimental
<i>Biodiesel CO2 emissions: A comparison with the main fuels in the Brazilian market</i>	Estudo com enfoque ambiental	Pesquisa bibliográfica e Levantamento
<i>Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil</i>	Estudo com enfoque ambiental	Pesquisa bibliográfica e Pesquisa documental
<i>Brazilian biofuels and social exclusion: established and concentrated ethanol versus emerging and dispersed biodiesel</i>	Estudo com enfoques econômicos, políticos e históricos	Pesquisa bibliográfica, Estudo de Caso e Levantamento

Fonte: Elaboração própria

4.2.3 Sobre os objetivos das pesquisas

Como último critério de análise, buscou-se verificar se as pesquisas desenvolvidas têm realmente cumprido os objetivos a que propõem seus autores. Para tanto, foram confrontadas as propostas exibidas na introdução de cada um dos trabalhos com os resultados e conclusões apresentados.

A maior parte das pesquisas apresentadas nos artigos amostrados cumpriu com seus objetivos, porém, constatou-se que em aproximadamente 8% das publicações da amostra, os mesmos foram apenas parcialmente atendidos.

O artigo de Takahashi e Ortega (2010), por exemplo, tem por proposta avaliar as principais culturas de oleaginosas cultivadas no Brasil para verificar a sustentabilidade das possíveis matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel. Os autores chegam à conclusão de que nenhuma oleaginosa, da maneira como é produzida no país, pode ser considerada sustentável, porém, a pesquisa é restrita aos pilares ambiental e econômico, ou seja, o aspecto social não foi considerado na análise e, portanto, apesar de terem sido levantados dados relevantes para avaliação da sustentabilidade das culturas estudadas, uma conclusão exata a respeito ainda carece de informações para poder ser tomada.

Outro exemplo, é o estudo elaborado por Teixeira et al. (2009) que tem por proposta comparar a qualidade do biodiesel de sebo bovino e o tempo de reação de sua produção por meio da transesterificação com radiação ultrassônica e a partir das técnicas convencionais de obtenção. Nas conclusões, Teixeira et al. (2009) afirmam que o tempo de reação pelo primeiro método é mais vantajoso (menor tempo), porém não concluem nada sobre a qualidade do biodiesel obtido. Durante as discussões os autores mencionam que as propriedades do produto obtido pelos dois procedimentos são comparáveis, mas ainda assim, não entram em detalhes e não relacionam estas propriedades diretamente ao conceito de qualidade.

Também vale comentar dois casos em que, em suas conclusões, os autores se excedem com relação ao que foi originalmente proposto. No primeiro deles, Santos e Rathmann (2009) cumprem com os objetivos de sua pesquisa (identificar os efeitos da produção de biodiesel nas economias locais, especialmente, os impactos na educação, saúde e emprego no estado do Piauí e, em que circunstância a cadeia produtiva do biodiesel tem sido organizada e estruturada no Brasil), mas extrapolam ao incluir em suas conclusões uma análise de aspecto ambiental que não havia sido prevista. Apesar de não mencionar nada a respeito da questão ambiental no desenvolvimento do estudo, as considerações feitas pelos autores foram todas fundamentadas em obras de outros pesquisadores e apenas complementam as discussões dos dados por eles levantados.

Por outro lado, Santos et al. (2010) não foram tão bem sucedidos. O objetivo da pesquisa por eles desenvolvida era encontrar a condição ótima de operação para a produção de ésteres metílicos a partir de óleo de tilápia, usando ondas de baixa frequência. Os autores chegam aos parâmetros desejados, mas acrescentam na conclusão que o uso do óleo de tilápia para produção de biodiesel é socialmente vantajoso, pois é um produto normalmente descartado. O artigo não oferece dados para que seja concluído que usar esse óleo é de fato

uma vantagem social; não há base suficiente para os autores fazerem tal afirmação. O fato do óleo atualmente não ter aplicação comercial poderia ser colocado apenas como justificativa para o estudo, mas não como consideração final.

5 CONCLUSÕES

Os dados apresentados na análise bibliométrica realizada demonstram que, apesar da LEI Nº 11.097 - que estabelece a obrigatoriedade do uso do biodiesel - ter sido promulgada em janeiro de 2005, a comunidade científica brasileira teve sua atenção despertada para esse assunto, apenas três anos depois, quando se deu início, de fato, à obrigatoriedade do uso do combustível no país. Este é um forte indício de que a decisão do governo federal de introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira, tenha partido de pesquisas estrangeiras e não brasileiras.

Ainda assim, pode-se dizer que, em termos de quantidade, a produção científica brasileira, no que se refere ao biodiesel, tem sido bastante significativa, pois cerca de 8% do total de artigos coletados da base de dados *SciVerse Science Direct* foram elaborados por ao menos um autor filiado ao Brasil.

Os resultados apresentados indicam que há uma forte tendência à evolução no número de publicações nacionais ligadas a esse assunto, pois apenas no primeiro semestre de 2011, foram publicadas mais da metade do total das pesquisas publicadas no ano inteiro de 2010.

Curiosamente, estas publicações tendem a ser apresentadas em artigos de poucas páginas: quase 75% dos casos estudados compreendem de 5 a 8 páginas. Os artigos com número de páginas superior a 10, correspondem a apenas 6% do total da amostra estudada.

Outro ponto interessante diz respeito à dinâmica das atividades colaborativas internacionais. Contrariando a tendência mundial de estudos da área de Ciências e Engenharia, o número de artigos feitos com parceria estrangeira é muito pequeno, compreendendo menos de 12% dos artigos analisados.

Entretanto, apesar de ser restrito o número de parcerias internacionais observadas, foi possível notar que há uma grande dificuldade de se trabalhar com esta área de maneira individual, pois a quase totalidade dos artigos foi realizada por mais de um pesquisador, sendo a situação mais frequentemente encontrada, a de 4 a 6 autores por trabalho.

Os temas mais tecnicistas têm sido alvo preferencial destes pesquisadores, apesar dos diversos problemas para a consolidação do uso do biodiesel no país, que não são restritos ao processo produtivo. Cerca de 60% dos artigos estudados tratam sobre Métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas) e/ou Análise de propriedades físicas e químicas (biodiesel puro e mistura). A análise temporal

destes artigos indica que este panorama não deve ser alterado tão cedo, pois os resultados apresentados levam a crer que o interesse científico por essas duas áreas continuarão predominantes.

O Brasil apresenta ainda, uma série de entraves à consolidação do biodiesel, dentre os quais se pode destacar o elevado custo de sua produção, quando comparado ao do diesel de petróleo e o uso quase dominante da soja como matéria-prima, que distancia o país do objetivo proposto pelo PNPB (ênfase na inclusão social e no desenvolvimento regional, por meio de geração de emprego e renda).

Em face do exposto, pode-se dizer que os temas abordados nos artigos publicados pouco contribuem para minimizar as dificuldades ainda enfrentadas pelo país, no que diz respeito ao uso do combustível. Fica claro que estudos de natureza econômica e social são extremamente necessários e também deveriam receber maior atenção por parte da comunidade científica.

Além disso, os resultados da análise crítica reforçam que falta diversidade temática ao desenvolvimento dessas pesquisas, pois foi expressivo o número encontrado de publicações semelhantes. Evidentemente, existem diferenças entre estes estudos, mas são variações tão pequenas que a impressão é de que um mesmo *script* tem sido seguido.

Intrigam bastante também, os casos encontrados em que se verifica que a pergunta que o estudo se propõe a responder já era de conhecimento dos autores do trabalho... Não há sentido na realização de uma pesquisa se a resposta que se procura já é conhecida; é simplesmente contraproducente.

Esta quase que monotonia observada nas propostas destas publicações também é detectada quando se analisa a abordagem metodológica utilizada. Apesar da maior parte dos artigos não mencioná-la diretamente, foi possível identificar que a mais empregada e, com larga vantagem, é o empirismo com uma postura positivista (76% da amostra).

Como resultado direto, constatou-se que esses estudos se concentram basicamente na quantificação de variáveis e optam pelo uso da estratégia de pesquisa experimental. É onde se enquadra a quase totalidade dos trabalhos que tratam de métodos, técnicas, processos químicos para produção (rotas tecnológicas, catalisadores, matérias-primas).

Já as abordagens teórica e teórico-empírica ficam restritas a 11% e 4% dos trabalhos amostrados, respectivamente. Em ambos os casos, o delineamento predominante é a pesquisa bibliográfica, seguido pela estratégia de pesquisa do tipo levantamento. Aproximadamente,

todos os artigos com estas abordagens enfocam as questões: econômica, política, histórica e/ou ambiental.

Pode-se dizer, portanto, que embora a produção científica nacional em biodiesel seja significativa em quantidade, ela ainda se encontra em estado incipiente, uma vez que o grande salto na evolução dos artigos produzidos sobre esse assunto tenha se dado muito recentemente (ano de 2008).

Desta forma, apesar de, em geral, os estudos atuais exercerem sua contribuição para o desenvolvimento científico, ainda há muito para ser pesquisado. A qualidade destes estudos pode e deve ser aprimorada, especialmente se a intenção for aproveitar os resultados dessas pesquisas para que se consiga solucionar os problemas ainda vigentes, relacionados à consolidação do uso do biocombustível no país.

Para que haja uma evolução da produção do objeto de estudo, faz-se necessário, porém, um grande esforço da comunidade científica. É importante que seja despendido maior cuidado na formulação dos problemas e objetivos das pesquisas e que se tenha disposição para se arriscar mais nas escolhas das estratégias de pesquisa e abordagens metodológicas a serem utilizadas.

Finalmente, pode-se dizer que o presente trabalho traz importantes informações a respeito da situação atual da produção científica nacional em biodiesel, mas novos estudos com a mesma natureza epistemológica ainda se fazem necessários.

Primeiramente, vale sugerir a exploração de outras bases de dados como, por exemplo, a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), que é fruto de um projeto de pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), em parceria com o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (a BIREME).

A formação acadêmica dos autores das pesquisas, as redes de cooperação nacionais e as palavras-chaves mais utilizadas, também são itens relevantes que podem ser explorados em futuras análises bibliométricas.

Adicionalmente, também se recomenda que sejam utilizadas, no lugar de artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, pois são formas respeitadas de produção científica, dado o rigor metodológico e conceitual exigido para sua elaboração.

REFERÊNCIAS

ABOUT SCIENCE DIRECT/SCIVERSE. *About ScienceDirect*. Disponível em: <http://www.info.sciverse.com/sciencedirect/about> Acesso em: 10 de jul. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2008*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=8950>. Acesso em: 09 dez 2009a.

_____. *Biodiesel - Introdução. A ANP e o biodiesel*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=9204&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1260384010031>. Acesso em: 09 de dez. 2009b.

_____. *Capacidade Autorizada de Plantas de Produção de Biodiesel*. Disponível em: http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/capacidade_plantas.asp. Acesso em: 03 de jul. 2009c.

_____. *Dados Estatísticos Mensais. Importações e Exportações (metros cúbicos)*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=11649&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1260377406937>. Acesso em: 02 de dez 2009d.

_____. *Mistura de 4% de biodiesel ao diesel passa a ser obrigatória em 01/07*. Disponível em: http://www.anp.gov.br/conheca/noticias_int.asp?intCodNoticia=347. Acesso em: 13 de jul 2009e.

_____. *Produção Nacional de Biodiesel Puro – B100 por produtor*. Disponível em: http://www.anp.gov.br/doc/dados_estatisticos/Producao_de_biodiesel_m3.xls. Acesso em: 13 de jul. 2009f.

_____. *B5 passa a ser obrigatório a partir de 1º de janeiro. Economia de divisas será de US\$ 1,4 BI*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=13520&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1262904417495>. Acesso em: 07 de jan. 2010a.

_____. *Dados Estatísticos Mensais. Produção de biodiesel*. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=11649&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1260377406937>. Acesso em: 08 de mar. 2010b.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. *Evolução dos biocombustíveis no Brasil*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=13660&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1268631571432>>. Acesso em: 08 de fev. 2010c.

_____. *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2012*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=8950>>. Acesso em: 09 nov. 2012a

_____. *Capacidade Autorizada - Biodiesel*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=29048&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1352474950021>>. Acesso em: 09 nov. 2012b

_____. *Dados Estatísticos Mensais. Importações e Exportações (metros cúbicos)*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=11649&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1260377406937>>. Acesso em: 08 de nov. 2012c.

_____. *Dados Estatísticos Mensais. Processamento de Petróleo*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=11649&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1260377406937>>. Acesso em: 08 de nov. 2012d.

_____. *Dados Estatísticos Mensais. Produção de biodiesel*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=11649&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1260377406937>>. Acesso em: 09 de nov. 2012e.

_____. *Dados Estatísticos Mensais. Produção de derivados*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=11649&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1260377406937>>. Acesso em: 08 de nov. 2012f.

AGRURAL. *JBS e Dupont iniciam produção de catalisador no Brasil*. Disponível em: <http://www.agrural.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=45073&Itemid=233> Acesso em: 10 de set. 2012.

ALBUQUERQUE, M. C. G. *CaO supported on mesoporous silicas as basic catalysts for transesterification reactions*. *Applied Catalysis A: General*. Vol. 334. Nº 40575. p. 35 – 43. Janeiro, 2008.

ALBUQUERQUE, M. C. G. MgM (M=Al and Ca) oxides as basic catalysts in transesterification processes. *Applied Catalysis A: General*. vol. 347, n. 2. p.162 – 168. Setembro, 2008.

ALVIM, C. F. O Setor Transportes. *Economia & Energia*, n. 30, jan/fev., 2002. Disponível em: <http://www.ecen.com/eee30/s_trnsp9.htm>. Acesso em: 02 de dez. 2009.

AMARAL, D. F. Conjunturas e Perspectivas. Panorama do mercado de extração de óleos. In: Simpósio Tecnológico PBIO de Extração de Óleos Vegetais, 1. *Palestra ABIOVE*. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/palestras/abiove_mercado_oleaginosasPBIO_dez09.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2010a.

_____. *Desmistificando o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel*: A visão da indústria brasileira de óleos vegetais. Estudo ABIOVE. Disponível em: <http://www.abiove.com.br/palestras/abiove_relatorio_biodiesel_ago09_br.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2010b.

ARANDA, D. Biodiesel Verde-Amarelo. *Revista Biodieselbr*. v. 2. n. 9, p.24, Fev/Mar. Rio de Janeiro, 2009.

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: Evolução Histórica e Questões Atuais. *Em Questão*. v. 12. n.1. Jan/Jun. p.11 – 32, 2006.

ARAÚJO, G. S. *Produção de Biodiesel a partir de Óleo de coco (Cocos nucifera L.)*. 104f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Tecnologia da Universidade do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

ARRIETA, F.R.P. et al. Cogeneration potential in the Columbian palm oil industry: Three case studies. *Biomass and Bioenergy*. v. 31. n. 7. p. 503 – 511. Jul. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. Quantidade de Abate Estadual por Ano/Espécie. Disponível em: <http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/ap_abate_estaduais_cons?p_select=SIM>. Acesso em 09 de nov. 2012

BASF. *Basf inaugura sua primeira fábrica de metilato de sódio na América do Sul*. Disponível em: <<http://www.basf.com.br/default.asp?id=6996>> Acesso em: 10 de set. de 2012.

BIODIESELBR.COM. *Adição de 3% de biodiesel pode ser antecipada*. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/adicao-b3-biodiesel-antecipada-29-02-08.htm>> Acesso em: 14 de jul. de 2009.

BOLETIM MENSAL DOS COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS. Brasília: Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Edição nº 55. Agosto, 2012.

BOOTH, W.C.; COLOMB, G.G.; WILLIAMS, J.M. *A Arte da Pesquisa*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

BRASIL. LEI Nº 11.097. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 14 jan. 2005. Seção 1, p.52. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei200511097.pdf>> Acesso em: 30 de jun. de 2009.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. Lei nº 11.116. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 maio 2005. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/Leis/2005/lei11116.htm>> Acesso em: 15 de jan. de 2009.

BUFREM, L.; PRATES, Y. *Ciência da Informação*. v. 34. n. 2, p.9-25, Maio/Ago. 2005.
CASTRO, M. P. P. et al. Thermal properties measurements in biodiesel oils using photothermal techniques. *Chemical Physics Letters*. v. 411, n. 40603. p. 18- 22. Ago. 2005.

CAVALLET, O.; ORTEGA, E. Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil: The Roles of Cleaner Production in the Sustainable Development of Modern Societies. *Journal of Cleaner Production*. v. 18, n.1, p. 55 -70, Jan. 2010.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. *Metodologia Científica*. 4.ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

COLAÇO, M. J.; TEIXEIRA, C. V.; DUTRA, L. M. Thermal analysis of a diesel engine operating with diesel-biodiesel blends. *Fuel*. v. 89. n 12. p. 3742 – 3752. Dez. 2010.

COSTA, J. A. V.; DE MORAES, M. G. The role of biochemical engineering in the production of biofuels from microalgae. *Bioresource Technology*. vol.102, n.1. p. 2 – 9. Janeiro, 2011.

CÉGAR, A. S.; BATALHA, M. O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality. *Energy Policy*. vol. 38, n. 8. p. 4031 – 4039. Agosto, 2010.

DA CUNHA, M. E. et al. Beef tallow biodiesel produced in a pilot scale. *Fuel Processing Technology*. vol. 90, n. 4. p. 570 – 575. Abril, 2009.

DAL ZOT, F. *Biodiesel no Rio Grande do Sul: Um Modelo para sua Distribuição e Localização de Usinas*. Dissertação – Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 119p. Porto Alegre, 2006.

DANTAS, M. B. et al. *Evaluation of the oxidative stability of corn biodiesel*. *Fuel*. v. 90. n. 2. p. 773 - 778. Fev., 2011.

DE SOUZA, S. P. et al. Greenhouse gas emissions and energy balance of palm oil biofuel. *Renewable Energy*. vol. 35, n. 11. p. 2552 – 2561. Novembro, 2010.

DEMO, P. *Metodologia Científica em Ciências Sociais*. 3.ed. São Paulo: Atlas. , 1995.

DOS SANTOS, I. C. F. et al Studies of Terminalia catappa L. oil: Characterization and biodiesel production. *Bioresource Technology*. v. 99, n.14. p. 6545 - 6549. Set., 2008.

DUARTE, A. O Boi Empacou. *Revista Biodieselbr*. v. 2, n. 7, p. 22-25, out./nov. Curitiba, 2008.

ELSEVIER. *Peer Review*. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/wps/find/reviewershome.reviewers/peerreview>> Acesso em: 20 de jul. de 2011.

ELSEVIER BASE DE DADOS. *Editores. Assegurar uma revisão efetiva*. Disponível em: <<http://www.americalatina.elsevier.com/sul/pt-br/revisores.php>> Acesso em: 01 de mar. de 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço energético nacional: ano base 2007*. Rio de Janeiro: EPE, 2008.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço energético nacional: ano base 2011*. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. *Revista Educar*. n. 16. p 181 – 191. Curitiba, 2000.

FAIRBANKS, M. Crescimento do biodiesel provoca inundação no mercado de glicerina, incentivando a descobrir novas aplicações. *Revista Química e Derivados*. n. 487. Jul., 2009.
FEIRA INTERNACIONAL DO SETOR SUCROALCOOLEIRO . São Paulo, 2005.

FERREIRA, S. L. et al. Analysis of the emissions of volatile organic compounds from the compression ignition engine fueled by diesel-biodiesel blend and diesel oil using gas chromatography. *Energy*. v. 33, n. 12. p. 1801 – 1806. Dezembro, 2008.

FONSECA, E. N. Bibliografia Estatística e Bibliometria: Uma Reivindicação de Prioridades. *Ciência da Informação*. v.. 2. n. 1. p. 5 - 7. Rio de Janeiro, 1973.

FREITAS, R. C. Retrospectiva 2009. *Biodieselbr*. v. 3. n. 14. Dez/Jan. p. 20-24. Curitiba, 2009.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3ª ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1991.

GOMIDES, J. E. A definição do problema de pesquisa a chave para o sucesso do projeto de pesquisa. *Revista do Centro de Ensino Superior do Catalão*. v.4,n.6, 2002.

HOLANDA, A. *Biodiesel e Inclusão Social*: Relatório apresentado ao Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica. Centro de Documentos e Informação Coordenação de Publicação. Caderno de Altos Estudos 1. Brasília, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Banco de Dados. Estados@. Lavoura Permanente 2008 e Lavoura Temporária 2008*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 02 fev. 2010.

_____. *Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA*. ABATE. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 09 nvo. 2012.

JAPIASSU, H. F. *Introdução ao pensamento epistemológico*. 6. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.

JUNGINGER, M. et al. Developments in international bioenergy trade: Developments in International Bioenergy trade & markets - Results from work of IEA Bioenergy Task 40. *Biomass and Bioenergy*. v. 32, n.8. p. 717-729. Agosto, 2008.

KERLINGER, F. N. *Metodologia da Pesquisa em Ciências Sociais*. Um tratamento conceitual. São Paulo: EPU, 1979.

KONDER, L. *O que é dialética?* 25 ed. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1998.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 1991.

MACEDO, I. C; NOGUEIRA, L. A. H. *Avaliação do Biodiesel no Brasil _revisado*. Brasília: CGEE, 2004.

MARICATO, J. M. *Dinâmica das relações entre Ciência e Tecnologia: estudo Bibliométrico e Cientométrico de múltiplos indicadores de artigos e patentes em biodiesel*. Tese (Doutorado) – Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (USP). 359p. São Paulo, 2010.

MARTINS, G. A. *Epistemologia da Pesquisa em Administração*. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Economia Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (USP). 110p. São Paulo, 1994a.

_____. *Manual para Elaboração de monografias e dissertações*. São Paulo: Atlas, 1994b.

_____. *Estudo de Caso: uma estratégia de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2006.

_____. Epistemologia da Pesquisa Contábil. *Revista Contabilidade & Finanças*. v. 19 n. 48, p.1-5, 2008.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. *Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas*. São Paulo: Atlas, 2007.

MARZULLO, R. C. M. *Análise de Ecoeficiência dos óleos vegetais oriundos da soja e da palma, visando a produção científica de biodiesel*. 302f. Dissertação(Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2007.

MAZUR, L. P et al. Strategies of biosynthesis of poly(3-hydroxybutyrate) supplemented with biodiesel obtained from rice bran oil: . *Materials Science and Engineering: C*. v. 29, n. 2. p.583- 587. Mar. 2009.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. *Division of Science Resources Statistics. Science and engineering indicators 2010*. Arlington, 2010. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/statistics/seind10/c0/c0s7.htm>>. Acesso em: 06 jul. 2012.

NOGUEIRA, L. A. H. Does biodiesel make sense? *Energy*. vol. 36, n. 6. p. 3659-3666. Junho, 2011.

NORONHA, D. P.; KIYOTANI, N. M.; JUANES, I. S. *Produção científica em comunicação dos docentes da ECA/USP*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO. *Anais*, Salvador, 2002.

OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO DO MILÊNIO. *Relatório Nacional de Acompanhamento*. Coordenação do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos (SPI/PM). Brasília, 2005.

OLIVEIRA, A.. C.; DÓREA, J. G.; DOMENE, S. M. A. Bibliometria na avaliação da produção científica da área de nutrição registrada no Cibran: período de 1984-1989. *Ciência da Informação*. v. 21. n. 3. Set/Dez. p. 239-242, 1992.

OLIVEIRA, L. C. et al. Coffee oil as a potential feedstock for biodiesel production. *Bioresource Technology*. v. 99, n. 8. p. 3244 – 3250. Maio, 2008.

PAHL, G. *Biodiesel: growing a new energy economy*. Chelsea Green Publishing Company. White River Junction, 2005.

PARENTE, J. S. *Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado*, 2003.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. Survey research in management information systems: An assessment. *Journal of Management Information System*. v. 10. n. 2. p. 75- 105. Autumn, 1993

PLÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. Indicadores Econômicos. *FEE*. v.30. n.2. p. 179-190, 2002.

PLÁ, J. A. Existe viabilidade econômica para o biodiesel no Brasil? Indicadores Econômicos. *FEE*, v.32, n.4, p. 271-94, 2005.

PORTAL DE REVISTAS CIENTÍFICAS EM CIÊNCIAS DA SAÚDE. Disponível em: <<http://portal.revistas.bvs.br/>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

POUSA, P. A. G.; SANTOS, A. L. F.; SUAREZ, P. A. Z. *History and policy of biodiesel in Brazil. Energy Policy*, v. 35, n.11. p. 5393 -5398, Nov. 2007.

PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DO BIODIESEL. *Objetivos e Diretrizes*. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/programa.html#seccaoObjetivos>> Acesso em: 30 de jun. de 2009.

PROGRAMA RODA VIVA. *Entrevista - Haroldo Lima, diretor geral da Agência Nacional do Petróleo*. Segunda-feira, 14 de setembro de 2009. Disponível em: <<http://www.tvcultura.com.br/rodaviva/programa/pgm1170>> Acesso em: 21 de set. de 2009.

REIZNAUTT, Q, B; GARCIA, I.T.S; SAMIOS, D. Oligoesters and polyesters produced by the curing of sunflower oil epoxidized biodiesel with cis-cyclohexane dicarboxylic anhydride: Synthesis and characterization. *Materials Science and Engineering: C*. v. 29, n. 2302, Ago. 2009.

RODRIGUES, F. Laissez-faire. *Revista Biodieselbr*. v.2, n. 7, p. 42-51, Out/Nov. 2008.

ROSCOE, R. et al. From forest to waste: Assessment of the Brazilian soybean chain, using nitrogen as a marker. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. v. 128. n. 3. p. 185-197. Nov. 2008.

SALOMON, D. V. Como fazer uma monografia. 10ª ed. rev. São Paulo: M. Fontes, 2001.

SAMIOS, D. et al. A Transesterification Double Step Process -- TDSP for biodiesel preparation from fatty acids triglycerides. *Fuel Processing Technology*. vol. 90, n. 4. p. 599 - 605. Abril, 2009.

SANTOS, F. F. et al. Production of biodiesel by ultrasound assisted esterification of *Oreochromis niloticus* oil. *Fuel*. vol. 89, n.2. p. 275 – 279. Fevereiro, 2010.

SANTOS, O. I. B.; RATHMANN, R. Identification and analysis of local and regional impacts from the introduction of biodiesel production in the state of Piauí. *Energy Policy*. vol. 37, n. 10. p. 4011 - 4020. Outubro, 2009.

SCIENCEDIRECT.COM . Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

TAGUE-SUTCLIFFE, J. An introduction to infometrics. *Information Processing & Management*. v. 28, n. 1, p. 1-3. , 1992.

TAKAHASHI, F.; ORTEGA, E. Assessing the sustainability of Brazilian oleaginous crops - possible raw material to produce biodiesel. *Energy Policy*. vol. 38, n. 5. p. 2446 – 2454. Maio, 2010.

TEIXEIRA, L. S. G. et al. Comparison between conventional and ultrasonic preparation of beef tallow biodiesel. *Fuel Processing Technology*. vol. 90, n. 9. p. 1164 – 1166. Setembro, 2009.

THEÓPHILO, C. R. Pesquisa em contabilidade no Brasil: Uma análise crítico-epistemológica da produção científica da contabilidade no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 29. *Anais* . Brasília/DF, Set. 2005.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação nas Organizações*. São Paulo: Atlas, 1997.

TRIVINOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo, 1987.

TULL, D.S.; HAWKINS, D. I. *Marketing Research, Meaning, Measurement and Method*. Macmillan Publishing Co., Inc., London, 1976.

VALLE, M. Os nós da Logística. *Revista Biodieselbr*. v. 2. n. 9., p. 54-57, Fev/Mar, 2009.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*. v. 31. n.2., p.152-162, Maio/Ago., 2002.

VANZ, S.A.S. *As redes de colaboração científica no Brasil: 2004-2006*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), 204 p. Porto Alegre, 2009.

VASCONCELOS, Y. Glicerina, resíduo bem-vindo do biodiesel e as pesquisas em destaque. Edição 196. Junho de 2012. *Revista Fapesp*. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/glicerina/glicerina-residuo-biodiesel-pesquisas-040712.htm>> Acesso em: 09 de set. de 2012.

VIANNA, I. O. A. *Metodologia do trabalho científico: um enfoque didático da produção científica*. São Paulo: EPU, 2001.

VIANNA, F. C. *Análise de Ecoeficiência: avaliação do desempenho econômico-ambiental do biodiesel e petrodiesel*. 183f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2006.

WIGGERS, V. R. Biofuels from waste fish oil pyrolysis: Continuous production in a pilot plant. *Fuel*. vol. 88, n. 11. p 2135 – 2141. Novembro, 2009.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman., 2001.

APÊNDICE A – Relação de títulos (originais em inglês) dos trabalhos que compreendem a amostra estudada na avaliação bibliométrica

- 1 - Enzymatic alcoholysis of palm kernel oil in n-hexane and SCCO₂*
- 2 - Multivariate monitoring of soybean oil ethanolysis by FTIR*
- 3 - Phase behavior of castor oil in compressed propane and n-butane*
- 4 - Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils*
- 5 - Phase behavior of soybean oil, castor oil and their fatty acid ethyl esters in carbon dioxide at high pressures*
- 6 - Solvent free esterification reactions using Lewis acids in solid phase catalysis*
- 7 - A rapid and automated low resolution NMR method to analyze oil quality in intact oilseeds*
- 8 - Methanolysis of soybean oil in the presence of tin(IV) complexes*
- 9 - Transesterification of rapeseed oil with ethanol: I. Catalysis with homogeneous Keggin heteropolyacids*
- 10 - High pressure solid-liquid equilibria of fatty acids*
- 11 - Studies of Terminalia catappa L. oil: Characterization and biodiesel production*
- 12 - Coffee oil as a potential feedstock for biodiesel production*
- 13 - Catalysts of Cu(II) and Co(II) ions adsorbed in chitosan used in transesterification of soy bean and babassu oils - A new route for biodiesel syntheses*
- 14 - Biodiesel of tucum oil, synthesized by methanolic and ethanolic routes*
- 15 - Transesterification of Jatropha curcas oil glycerides: Theoretical and experimental studies of biodiesel reaction*
- 16 - Lipase-catalyzed production of fatty acid ethyl esters from soybean oil in compressed propane*
- 17 - MgM (M = Al and Ca) oxides as basic catalysts in transesterification processes*
- 18 - Tetramethylguanidine covalently bonded onto silica gel surface as an efficient and reusable catalyst for transesterification of vegetable oil*
- 19 - Evolving factor analysis-based method for correcting monitoring delay in different batch runs for use with PLS: On-line monitoring of a transesterification reaction by ATR-FTIR*
- 20 - Transesterification of soybean oil with methanol catalyzed by basic solids*
- 21 - CaO supported on mesoporous silicas as basic catalysts for transesterification reactions*
- 22 - Transesterification of vegetable oils promoted by poly(styrene-divinylbenzene) and poly(divinylbenzene)*
- 23 - Transesterification of soybean oil catalyzed by sulfated zirconia*
- 24 - Use of anhydrous sodium molybdate as an efficient heterogeneous catalyst for soybean oil methanolysis*
- 25 - Transesterification reaction of vegetable oils, using superacid sulfated TiO₂ -base catalysts*
- 26 - Fatty acid methyl esters preparation in the presence of maltolate and n-butoxide Ti(IV) and Zr(IV) complexes*
- 27 - Optimization of the ethanolysis of Raphanus sativus (L. Var.) crude oil applying the response surface methodology*
- 28 - Beef tallow biodiesel produced in a pilot scale*

- 29 - *Characteristics and composition of *Jatropha gossypifolia* and *Jatropha curcas* L. oils and application for biodiesel production*
- 30 - *A Transesterification Double Step Process -- TDSP for biodiesel preparation from fatty acids triglycerides*
- 31 - *Comparison between conventional and ultrasonic preparation of beef tallow biodiesel*
- 32 - *Optimization of the production of biodiesel from soybean oil by ultrasound assisted methanolysis*
- 33 - *Activated carbons from waste biomass: An alternative use for biodiesel production solid residues*
- 34 - *Production of biodiesel by esterification of palmitic acid over mesoporous aluminosilicate Al-MCM-41*
- 35 - *Continuous lipase-catalyzed production of fatty acid ethyl esters from soybean oil in compressed fluids*
- 36 - *Soybean oil and beef tallow alcoholysis by acid heterogeneous catalysis*
- 37 - *Transesterification of soybean oil in the presence of diverse alcoholysis agents and Sn(IV) organometallic complexes as catalysts, employing two different types of reactors*
- 38 - *Synthesis, characterization and reactivity of Lewis acid/surfactant cerium trisdodecylsulfate catalyst for transesterification and esterification reactions*
- 39 - *Biofuels from waste fish oil pyrolysis: Continuous production in a pilot plant*
- 40 - *On the curing of linseed oil epoxidized methyl esters with different cyclic dicarboxylic anhydrides*
- 41 - *Forage turnip, sunflower, and soybean biodiesel obtained by ethanol synthesis: Production protocols and thermal behavior*
- 42 - *Biodiesel production from soybean oil and methanol using hydrotalcites as catalyst*
- 43 - *Analysis of a reactive extraction process for biodiesel production using a lipase immobilized on magnetic nanostructures*
- 44 - *Biodiesel production by ethanolysis of mixed castor and soybean oils*
- 45 - *Continuous production of soybean biodiesel with compressed ethanol in a microtube reactor*
- 46 - *Biodiesel production using supercritical alcohols with a non-edible vegetable oil in a batch reactor*
- 47 - *Solvent assisted decomposition of the tetrahedral intermediate of the transesterification reaction to biodiesel production. A density functional study*
- 48 - *Evaluation of the catalytic properties of *Burkholderia cepacia* lipase immobilized on non-commercial matrices to be used in biodiesel synthesis from different feedstocks*
- 49 - *Production of biodiesel by ultrasound assisted esterification of *Oreochromis niloticus* oil*
- 50 - *Kinetics of lipase-catalyzed synthesis of soybean fatty acid ethyl esters in pressurized propane*
- 51 - *Transesterification of vegetable oils: Simulating the replacement of batch reactors with continuous reactors*
- 52 - *Transesterification of castor oil: Effect of the acid value and neutralization of the oil with glycerol*
- 53 - *Esterification of oleic acid with ethanol by 12 -tungstophosphoric acid supported on zirconia*
- 54 - *Biodiesel production from waste coconut oil by esterification with ethanol: The effect of water removal by adsorption*
- 55 - *Assessing the sustainability of Brazilian oleaginous crops - possible raw material to produce biodiesel*
- 56 - *Continuous catalyst-free methanolysis and ethanolysis of soybean oil under supercritical alcohol/water mixtures*
- 57 - *Application of response surface methodology for optimization of biodiesel production by transesterification of soybean oil with ethanol*

- 58 - *Use of experimental design to investigate biodiesel production by multiple-stage Ultra-Shear reactor*
- 59 - *Catalytic ethanolysis of soybean oil with immobilized lipase from *Candida antarctica* and ¹H NMR and GC quantification of the ethyl esters (biodiesel) produced*
- 60 - *Continuous production of soybean biodiesel with compressed ethanol in a microtube reactor using carbon dioxide as co-solvent*
- 61 - *Thermodynamic analysis of the kinetics reactions of the production of FAME and FAEE using Novozyme 435 as catalyst*
- 62 - *Application of full factorial design and Doehlert matrix for the optimisation of beef tallow methanolysis via homogeneous catalysis*
- 63 - *Metal oxides as heterogeneous catalysts for esterification of fatty acids obtained from soybean oil*
- 64 - *Continuous catalyst-free production of fatty acid ethyl esters from soybean oil in microtube reactor using supercritical carbon dioxide as co-solvent*
- 65 - *Comparison of soybean oil and castor oil methanolysis in the presence of tin(IV) complexes*
- 66 - *Thermodynamic analysis of fatty acid esterification for fatty acid alkyl esters production*
- 67 - *Monitoring the transesterification reaction with laser spectroscopy*
- 68 - *Esterification of oleic acid over solid acid catalysts prepared from Amazon flint kaolin*
- 69 - *Continuous synthesis of castor oil ethyl esters under supercritical ethanol*
- 70 - *Stability of ethyl esters from soybean oil exposed to high temperatures in supercritical ethanol*
- 71 - *Non-catalytic production of fatty acid ethyl esters from soybean oil with supercritical ethanol in a two-step process using a microtube reactor*
- 72 - *Production of FAMEs from several microalgal lipidic extracts and direct transesterification of the *Chlorella pyrenoidosa**
- 73 - *The role of biochemical engineering in the production of biofuels from microalgae*
- 74 - *Screening, optimization and kinetics of *Jatropha curcas* oil transesterification with heterogeneous catalysts*
- 75 - *Acetylation of glycerol catalyzed by different solid acids*
- 76 - *Determination of free glycerol in biodiesel at a platinum oxide surface using potential cycling technique*
- 77 - *Production of polyhydroxyalkanoates (PHAs) from waste materials and by-products by submerged and solid-state fermentation*
- 78 - *An integrated catalytic approach for the production of hydrogen by glycerol reforming coupled with water-gas shift*
- 79 - *Separation of biodiesel and glycerol using ceramic membranes*
- 80 - *Generation of biogas using crude glycerin from biodiesel production as a supplement to cattle slurry*
- 81 - *Microwave assisted thermal treatment of defective coffee beans press cake for the production of adsorbents*
- 82 - *Thermodynamic study on glycerol-fuelled intermediate-temperature solid oxide fuel cells (IT-SOFCs) with different electrolytes*
- 83 - *Operation of solid oxide fuel cells on glycerol fuel: A thermodynamic analysis using the Gibbs free energy minimization approach*
- 84 - *Comparison of different pretreatment methods for hydrogen production using environmental microbial consortia on residual glycerol from biodiesel*

- 85 - *Hydrogen production by aqueous-phase reforming of glycerol over nickel catalysts supported on CeO₂*
- 86 - *Nanocasted oxides for gas phase glycerol conversion*
- 87 - *Catalytic conversion of glycerol to acrolein over modified molecular sieves: Activity and deactivation studies*
- 88 - *Performance of a diesel generator fuelled with palm oil*
- 89 - *Thermal analysis of a diesel engine operating with diesel-biodiesel blends*
- 90 - *Heat release and engine performance effects of soybean oil ethyl ester blending into diesel fuel*
- 91 - *Durability studies of mono-cylinder compression ignition engines operating with diesel, soy and castor oil methyl esters*
- 92 - *Biodiesel compatibility with carbon steel and HDPE parts*
- 93 - *A rapid method for evaluation of the oxidation stability of castor oil FAME: influence of antioxidant type and concentration*
- 94 - *Infrared spectroscopy and multivariate calibration to monitor stability quality parameters of biodiesel*
- 95 - *Glycerol acetals as anti-freezing additives for biodiesel*
- 96 - *Electroanalytical determination of TBHQ, a synthetic antioxidant, in soybean biodiesel samples*
- 97 - *Evaluation of the oxidative stability of corn biodiesel*
- 98 - *Thermochemistry of biodiesel oxidation reactions: A DFT study*
- 99 - *Aromatic hydrocarbons emissions in diesel and biodiesel exhaust*
- 100 - *Beyond Kyoto: A tax-based system for the global reduction of greenhouse gas emissions*
- 101 - *Mercaptans emissions in diesel and biodiesel exhaust*
- 102 - *Carbonyl emissions in diesel and biodiesel exhaust*
- 103 - *Carbonyl compounds emitted by a diesel engine fuelled with diesel and biodiesel-diesel blends: Sampling optimization and emissions profile*
- 104 - *Analysis of the emissions of volatile organic compounds from the compression ignition engine fueled by diesel-biodiesel blend and diesel oil using gas chromatography*
- 105 - *Biodiesel CO₂ emissions: A comparison with the main fuels in the Brazilian market*
- 106 - *Emission profile of 18 carbonyl compounds, CO, CO₂, and NO_x emitted by a diesel engine fuelled with diesel and ternary blends containing diesel, ethanol and biodiesel or vegetable oils*
- 107 - *Amphiphilic cerium(III) [beta]-diketonate as a catalyst for reducing diesel/biodiesel soot emissions*
- 108 - *The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil*
- 109 - *The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil*
- 110 - *Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil*
- 111 - *Greenhouse gas emissions and energy balance of palm oil biofuel*
- 112 - *The roles of cleaner production in the sustainable development of modern societies: an introduction to this special issue*
- 113 - *Five years of formaldehyde and acetaldehyde monitoring in the Rio de Janeiro downtown area - Brazil*
- 114 - *Light vehicle energy efficiency programs and their impact on Brazilian CO₂ emissions*
- 115 - *Exhaust emissions from a diesel powered vehicle fuelled by soybean biodiesel blends (B3-B20) with*

ethanol as an additive (B20E2 -B20E5)

116 - Alternative energy sources or integrated alternative energy systems? Oil as a modern lance of Peleus for the energy transition

117 - History and policy of biodiesel in Brazil

118 - Developments in international bioenergy trade

119 - Identification and analysis of local and regional impacts from the introduction of biodiesel production in the state of Piauí

120 - Brazilian biofuels and social exclusion: established and concentrated ethanol versus emerging and dispersed biodiesel

121 - Economic assessment of biodiesel production from waste frying oils

122 - Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality

123 - Bioethanol production potential from Brazilian biodiesel co-products

124 - Does biodiesel make sense?

125 - Thermal properties measurements in biodiesel oils using photothermal techniques

126 - A comparative study of diesel analysis by FTIR, FTNIR and FT-Raman spectroscopy using PLS and artificial neural network analysis

127 - Determination of biodiesel content when blended with mineral diesel fuel using infrared spectroscopy and multivariate calibration

128 - Determination of methyl ester contents in biodiesel blends by FTIR-ATR and FTNIR spectroscopies

129 - Adulteration of diesel/biodiesel blends by vegetable oil as determined by Fourier transform (FT) near infrared spectrometry and FT-Raman spectroscopy

130 - Measurement of biodiesel concentration in a diesel oil mixture

131 - The use of microemulsion for determination of sodium and potassium in biodiesel by flame atomic absorption spectrometry

132 - Determination of potassium ions in biodiesel using a nickel(II) hexacyanoferrate-modified electrode

133 - Flow methodology for methanol determination in biodiesel exploiting membrane-based extraction

134 - Identification of gasoline adulteration using comprehensive two-dimensional gas chromatography combined to multivariate data processing

135 - Determination of biodiesel blend levels in different diesel samples by ¹H NMR

136 - Influence of soybean biodiesel content on basic properties of biodiesel-diesel blends

137 - Application of near infrared spectroscopy and multivariate control charts for monitoring biodiesel blends

138 - Evaluation of biodiesel-diesel blends quality using ¹H NMR and chemometrics

139 - Comparison of the univariate and multivariate methods in the optimization of experimental conditions for determining Cu, Pb, Ni and Cd in biodiesel by GFAAS

140 - The isolation of pyrolysis oil from castor seeds via a Low Temperature Conversion (LTC) process and its use in a pyrolysis oil-diesel blend

141 - Direct analysis of biodiesel microemulsions using an inductively coupled plasma mass spectrometry

142 - Determination of Na, K, Ca and Mg in biodiesel samples by flame atomic absorption spectrometry (F AAS) using microemulsion as sample preparation

- 143 - Prediction of properties of diesel/biodiesel blends by infrared spectroscopy and multivariate calibration
- 144 - A flow injection procedure based on solenoid micro-pumps for spectrophotometric determination of free glycerol in biodiesel
- 145 - Development of a fast capillary electrophoresis method to determine inorganic cations in biodiesel samples
- 146 - Classification of biodiesel using NIR spectrometry and multivariate techniques
- 147 - Diesel oil discrimination by origin and type using physicochemical properties and multivariate analysis
- 148 - Biofuels from waste fish oil pyrolysis: Chemical composition
- 149 - Simultaneous determination of quality parameters of biodiesel/diesel blends using HATR-FTIR spectra and PLS, iPLS or siPLS regressions
- 150 - Development of a method to determine Ni and Cd in biodiesel by graphite furnace atomic absorption spectrometry
- 151 - Simple method for the determination of Cu and Fe by electrothermal atomic absorption spectrometry in biodiesel treated with tetramethylammonium hydroxide
- 152 - In situ bismuth-film electrode for square-wave anodic stripping voltammetric determination of tin in biodiesel
- 153 - Adsorption and preconcentration of divalent metal ions in fossil fuels and biofuels: Gasoline, diesel, biodiesel, diesel-like and ethanol by using chitosan microspheres and thermodynamic approach
- 154 - Sunflower biodiesel production and application in family farms in Brazil
- 155 - Biofuels from continuous fast pyrolysis of soybean oil: A pilot plant study
- 156 - Agro-industrial residues as low-price feedstock for diesel-like fuel production by thermal cracking
- 157 - Effect of ethers and ether/ethanol additives on the physicochemical properties of diesel fuel and on engine tests
- 158 - Biodiesel fuel in diesel micro-turbine engines: Modelling and experimental evaluation
- 159 - Fuel consumption and emissions from a diesel power generator fuelled with castor oil and soybean biodiesel
- 160 - Diesel/biodiesel proportion for by-compression ignition engines
- 161 - Potential for producing bio-fuel in the Amazon deforested areas
- 162 - The promise of clean energy
- 163 - Brazilian Biodiesel Policy: Social and environmental considerations of sustainability
- 164 - Sustainability of tropical dry forests: Two case studies in southeastern and central Brazil
- 165 - The quest for eco-social efficiency in biofuels production in Brazil
- 166 - Issues to consider, existing tools and constraints in biofuels sustainability assessments
- 167 - Strategies of biosynthesis of poly(3 -hydroxybutyrate) supplemented with biodiesel obtained from rice bran oil
- 168 - Oligoesters and polyesters produced by the curing of sunflower oil epoxidized biodiesel with cis-cyclohexane dicarboxylic anhydride: Synthesis and characterization

APÊNDICE B – Relação de títulos (originais em inglês) dos trabalhos que compreendem a amostra estudada na avaliação epistemológica

- 1 - Studies of Terminalia catappa L. oil: Characterization and biodiesel production*
- 2 - Coffee oil as a potential feedstock for biodiesel production*
- 3 - Catalysts of Cu(II) and Co(II) ions adsorbed in chitosan used in transesterification of soy bean and babassu oils - A new route for biodiesel syntheses*
- 4 - Biodiesel of tucum oil, synthesized by methanolic and ethanolic routes*
- 5 - Transesterification of Jatropha curcas oil glycerides: Theoretical and experimental studies of biodiesel reaction*
- 6 - Lipase-catalyzed production of fatty acid ethyl esters from soybean oil in compressed propane*
- 7 - MgM (M = Al and Ca) oxides as basic catalysts in transesterification processes*
- 8 - Tetramethylguanidine covalently bonded onto silica gel surface as an efficient and reusable catalyst for transesterification of vegetable oil*
- 9 - Evolving factor analysis-based method for correcting monitoring delay in different batch runs for use with PLS: On-line monitoring of a transesterification reaction by ATR-FTIR*
- 10 - Transesterification of soybean oil with methanol catalyzed by basic solids*
- 11 - CaO supported on mesoporous silicas as basic catalysts for transesterification reactions*
- 12 - Transesterification of vegetable oils promoted by poly(styrene-divinylbenzene) and poly(divinylbenzene)*
- 13 - Transesterification of soybean oil catalyzed by sulfated zirconia*
- 14 - Use of anhydrous sodium molybdate as an efficient heterogeneous catalyst for soybean oil methanolysis*
- 15 - Transesterification reaction of vegetable oils, using superacid sulfated TiO₂-base catalysts*
- 16 - Fatty acid methyl esters preparation in the presence of maltolate and n-butoxide Ti(IV) and Zr(IV) complexes*
- 17 - Optimization of the ethanolysis of Raphanus sativus (L. Var.) crude oil applying the response surface methodology*
- 18 - Beef tallow biodiesel produced in a pilot scale*
- 19 - Characteristics and composition of Jatropha gossypifolia and Jatropha curcas L. oils and application for biodiesel production*
- 20 - A Transesterification Double Step Process -- TDSP for biodiesel preparation from fatty acids triglycerides*
- 21 - Comparison between conventional and ultrasonic preparation of beef tallow biodiesel*
- 22 - Optimization of the production of biodiesel from soybean oil by ultrasound assisted methanolysis*
- 23 - Production of biodiesel by esterification of palmitic acid over mesoporous aluminosilicate Al-MCM-41*
- 24 - Continuous lipase-catalyzed production of fatty acid ethyl esters from soybean oil in compressed fluids*
- 25 - Soybean oil and beef tallow alcoholysis by acid heterogeneous catalysis*
- 26 - Transesterification of soybean oil in the presence of diverse alcoholysis agents and Sn(IV) organometallic complexes as catalysts, employing two different types of reactors*

- 27 - *Synthesis, characterization and reactivity of Lewis acid/surfactant cerium trisdodecylsulfate catalyst for transesterification and esterification reactions*
- 28 - *Biofuels from waste fish oil pyrolysis: Continuous production in a pilot plant*
- 29 - *Forage turnip, sunflower, and soybean biodiesel obtained by ethanol synthesis: Production protocols and thermal behavior*
- 30 - *Biodiesel production from soybean oil and methanol using hydrotalcites as catalyst*
- 31 - *Analysis of a reactive extraction process for biodiesel production using a lipase immobilized on magnetic nanostructures*
- 32 - *Biodiesel production by ethanolysis of mixed castor and soybean oils*
- 33 - *Continuous production of soybean biodiesel with compressed ethanol in a microtube reactor*
- 34 - *Biodiesel production using supercritical alcohols with a non-edible vegetable oil in a batch reactor*
- 35 - *Solvent assisted decomposition of the tetrahedral intermediate of the transesterification reaction to biodiesel production. A density functional study*
- 36 - *Evaluation of the catalytic properties of Burkholderia cepacia lipase immobilized on non-commercial matrices to be used in biodiesel synthesis from different feedstocks*
- 37 - *Production of biodiesel by ultrasound assisted esterification of Oreochromis niloticus oil*
- 38 - *Kinetics of lipase-catalyzed synthesis of soybean fatty acid ethyl esters in pressurized propane*
- 39 - *Transesterification of vegetable oils: Simulating the replacement of batch reactors with continuous reactors*
- 40 - *Transesterification of castor oil: Effect of the acid value and neutralization of the oil with glycerol*
- 41 - *Esterification of oleic acid with ethanol by 12-tungstophosphoric acid supported on zirconia*
- 42 - *Biodiesel production from waste coconut oil by esterification with ethanol: The effect of water removal by adsorption*
- 43 - *Assessing the sustainability of Brazilian oleaginous crops - possible raw material to produce biodiesel*
- 44 - *Continuous catalyst-free methanolysis and ethanolysis of soybean oil under supercritical alcohol/water mixtures*
- 45 - *Application of response surface methodology for optimization of biodiesel production by transesterification of soybean oil with ethanol*
- 46 - *Use of experimental design to investigate biodiesel production by multiple-stage Ultra-Shear reactor*
- 47 - *Catalytic ethanolysis of soybean oil with immobilized lipase from Candida antarctica and ¹H NMR and GC quantification of the ethyl esters (biodiesel) produced*
- 48 - *Continuous production of soybean biodiesel with compressed ethanol in a microtube reactor using carbon dioxide as co-solvent*
- 49 - *Thermodynamic analysis of the kinetics reactions of the production of FAME and FAEE using Novozyme 435 as catalyst*
- 50 - *Application of full factorial design and Doehlert matrix for the optimisation of beef tallow methanolysis via homogeneous catalysis*
- 51 - *Metal oxides as heterogeneous catalysts for esterification of fatty acids obtained from soybean oil*
- 52 - *Continuous catalyst-free production of fatty acid ethyl esters from soybean oil in microtube reactor using supercritical carbon dioxide as co-solvent*

- 53 - *Comparison of soybean oil and castor oil methanolysis in the presence of tin(IV) complexes*
- 54 - *Thermodynamic analysis of fatty acid esterification for fatty acid alkyl esters production*
- 55 - *Monitoring the transesterification reaction with laser spectroscopy*
- 56 - *Esterification of oleic acid over solid acid catalysts prepared from Amazon flint kaolin*
- 57 - *Continuous synthesis of castor oil ethyl esters under supercritical ethanol*
- 58 - *Stability of ethyl esters from soybean oil exposed to high temperatures in supercritical ethanol*
- 59 - *Non-catalytic production of fatty acid ethyl esters from soybean oil with supercritical ethanol in a two-step process using a microtube reactor*
- 60 - *Production of FAMES from several microalgal lipidic extracts and direct transesterification of the Chlorella pyrenoidosa*
- 61 - *The role of biochemical engineering in the production of biofuels from microalgae*
- 62 - *Screening, optimization and kinetics of Jatropha curcas oil transesterification with heterogeneous catalysts*
- 63 - *Mercaptans emissions in diesel and biodiesel exhaust*
- 64 - *Carbonyl emissions in diesel and biodiesel exhaust*
- 65 - *Carbonyl compounds emitted by a diesel engine fuelled with diesel and biodiesel-diesel blends: Sampling optimization and emissions profile*
- 66 - *Analysis of the emissions of volatile organic compounds from the compression ignition engine fueled by diesel-biodiesel blend and diesel oil using gas chromatography*
- 67 - *Biodiesel CO₂ emissions: A comparison with the main fuels in the Brazilian market*
- 68 - *Emission profile of 18 carbonyl compounds, CO, CO₂, and NO_x emitted by a diesel engine fuelled with diesel and ternary blends containing diesel, ethanol and biodiesel or vegetable oils*
- 69 - *Amphiphilic cerium(III) [beta]-diketonate as a catalyst for reducing diesel/biodiesel soot emissions*
- 70 - *The vulnerability of renewable energy to climate change in Brazil*
- 71 - *The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil*
- 72 - *Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil*
- 73 - *Greenhouse gas emissions and energy balance of palm oil biofuel*
- 74 - *The roles of cleaner production in the sustainable development of modern societies: an introduction to this special issue*
- 75 - *Five years of formaldehyde and acetaldehyde monitoring in the Rio de Janeiro downtown area - Brazil*
- 76 - *Light vehicle energy efficiency programs and their impact on Brazilian CO₂ emissions*
- 77 - *Exhaust emissions from a diesel powered vehicle fuelled by soybean biodiesel blends (B3-B20) with ethanol as an additive (B20E2-B20E5)*
- 78 - *Developments in international bioenergy trade*
- 79 - *Identification and analysis of local and regional impacts from the introduction of biodiesel production in the state of Piauí*
- 80 - *Brazilian biofuels and social exclusion: established and concentrated ethanol versus emerging and dispersed biodiesel*
- 81 - *Economic assessment of biodiesel production from waste frying oils*

- 82 - *Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality*
- 83 - *Does biodiesel make sense?*
- 84 - *Sunflower biodiesel production and application in family farms in Brazil*
- 85 - *Biofuels from continuous fast pyrolysis of soybean oil: A pilot plant study*
- 86 - *Agro-industrial residues as low-price feedstock for diesel-like fuel production by thermal cracking*
- 87 - *Biodiesel fuel in diesel micro-turbine engines: Modelling and experimental evaluation*
- 88 - *Fuel consumption and emissions from a diesel power generator fuelled with castor oil and soybean biodiesel*
- 89 - *Brazilian Biodiesel Policy: Social and environmental considerations of sustainability*
- 90 - *Sustainability of tropical dry forests: Two case studies in southeastern and central Brazil*
- 91 - *The quest for eco-social efficiency in biofuels production in Brazil*
- 92 - *Issues to consider, existing tools and constraints in biofuels sustainability assessments*