



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE ESTUDOS SOCIAIS APLICADOS – CESA  
CURSO DE MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO – CMAAd**

**ANÁLISE DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA DO BIODIESEL  
E SEUS IMPACTOS PARA A PRÓXIMA DÉCADA**

**Estélio Menezes Rôla Júnior**

Orientador: Prof. Samuel Façanha Câmara, Dr.

**Fortaleza**

**2012**

Estélio Menezes Rôla Júnior

**ANÁLISE DE TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA DO BODIESEL  
E SEUS IMPACTOS PARA A PRÓXIMA DÉCADA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Administração (CMAAd) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Administração.

Fortaleza – CE  
Julho de 2012

*“Sempre há o que aprender ...ouvindo...vivendo  
...e sobretudo trabalhando.  
Mas só se aprende quem se dispõe  
a rever suas certezas”.*

Darcy Ribeiro

*A Deus por me proporcionar cada momento.*

*A minha esposa, meu amor e companheira,  
minha maior incentivadora na busca  
constante para que eu seja uma pessoa cada  
vez melhor*

*Aos meus filhos, a quem dedico meu amor e  
carinho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por guiar meus passos;

.

A minha esposa Giovania, por está sempre ao meu lado;

A meus pais, Estélio (*in memorian*) e Regina;

A meus filhos, Tiago e Davi;

Aos professores Samuel Câmara, Roberto Pinto, Elda Tahim e Fátima Matos, pela confiança em mim depositada;

E aos colegas de mestrado Ivonilton, Gino e Diego Guerra, pelas parcerias e trocas de idéias sempre proveitosas.

ROLA JR, Estelio Menezes. **Análise de Tendências Tecnológicas da Indústria do Biodiesel e seus Impactos para a Próxima Década**. 2012. XXXf. Dissertação de Mestrado, UECE, Curso de Mestrado Acadêmico em Administração. Fortaleza: UECE, 2012.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara

## **RESUMO**

Estamos vivenciando uma nova era baseada na valorização dos recursos naturais e sustentabilidade. Muitos serão os desafios a serem vencidos e a discussão sobre fontes de energia renováveis passa a ser de fundamental importância no contexto mundial. Dessa forma, a análise de tendências tecnológicas da indústria dos Biocombustíveis e seus impactos tornam-se fundamentais por sua abrangência e atuação, não somente na matriz energética, mas também no aspecto social através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel que promove a inclusão social à milhares de famílias baseadas na agricultura familiar. Muito se tem a discutir e avaliar através dos aspectos tecnológicos e sociais, agrícolas e produtivos, fruto do desenvolvimento de capacitações tecnológicas e processos de inovação. O estudo ora proposto torna-se relevante ao identificar tendências para os rumos tecnológicos da indústria dos biocombustíveis e seus impactos, os quais poderão servir de insumo para o direcionamento dos agentes presentes neste setor no tocante ao desenvolvimento de políticas e tomada de decisão para análise de novos investimentos e pesquisas, impactando diretamente no dia-a-dia de milhares de pequenos agricultores e trabalhadores envolvidos ao longo da cadeia dos biocombustíveis, bem como conceber estratégias para incentivo ao desenvolvimento das capacidades tecnológicas tornando o país mais competitivo mundialmente.

Palavras-chaves: Biodiesel  
Tendências Tecnológicas  
Método Delphi

ROLA JR, Estelio Menezes. **Análise de Tendências Tecnológicas da Indústria do Biodiesel e seus Impactos para a Próxima Década.** 2012. 100p. Master Dissertation, UECE, Academic Master Course in Management. Fortaleza: UECE, 2012.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Samuel Façanha Câmara

## **ABSTRACT**

We are experiencing a new era based on the exploitation of natural resources and sustainability. Many will be challenges to overcome and discussion on renewable energy sources shall be of fundamental importance in the global context. Thus, analysis of technology trends of biofuels industry and its impacts become critical for its comprehensiveness and expertise, not only in the energy matrix, but also the social aspect through the National Program for Production and Use of Biodiesel that promotes inclusion the social thousands of families based on family farming. Much has been to discuss and evaluate through technological and social, agricultural and productive aspects, due to the development of technological capabilities and innovation processes. The study proposed here is relevant to identify trends in the technological direction of the biofuels industry and its impacts, which may serve as input for the direction of the agents present in this sector with regard to policy development and decision making for analysis new investments and research, directly impacting on the day-to-day thousands of small farmers and workers involved along the chain of biofuels as well as devise strategies to encourage the development of technological capabilities making the country more competitive globally.

Key-Words:            Biodiesel  
                              Technological Trends  
                              Delphi Method

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS E FIGURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>5</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>9</b>
1.1.1 Objetivo Geral .....	9
1.1.2 Objetivos Específicos .....	9
<b>1.2 Justificativa e Benefícios do Trabalho .....</b>	<b>9</b>
<b>1.3 Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIA TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Processo de Inovação .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Framework Analítico .....</b>	<b>15</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Roadmaps .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Método Delphi .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Aplicação da Metodologia .....</b>	<b>24</b>
<b>4 BIODIESEL E SUA CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 O Crescimento dos Combustíveis Renováveis .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 História do Biodiesel .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 O Óleo Vegetal e o Biodiesel .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4 O Biodiesel no Brasil .....</b>	<b>31</b>
4.4.1 Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel .....	32
4.4.2 Obtenção do Biodiesel .....	38

4.4.3 Os Leilões de Comercialização .....	40
4.4.4 A Produção e Mercado do Biodiesel .....	43
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Aprendizado Tecnológico.....</b>	<b>45</b>
<b>5.2 Políticas Públicas .....</b>	<b>50</b>
<b>5.3 Capacidades Tecnológicas .....</b>	<b>53</b>
<b>6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>

## LISTA DE SIGLAS

UECE	Universidade Estadual do Ceará
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
NBB	National Biodiesel Board
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
IEA	International Energy Agency
UFC	Universidade Federal do Ceará
OECD	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
CEI	Comissão Executiva Interministerial
GG	Grupo Gestor
MME	Ministério de Minas e Energia
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
PRONAF	Programa Nacional de Agricultura Familiar
MCTI	Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação
RBTB	Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
PROÓLEO	Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
DOU	Diário Oficial da União

## LISTA DE GRÁFICOS E FIGURAS

Gráfico 1 – Número de famílias beneficiadas com o selo social do Programa de Biodiesel.....	10
Gráfico 2 – Produção Mundial de Biocombustíveis .....	27
Gráfico 3 – Participação das matérias primas usadas para a produção de biodiesel no Brasil .....	36
Gráfico 4 – Preço do óleo de soja.....	37
Gráfico 5 – Preço de venda de biodiesel no produtor .....	37
Gráfico 6 – Capacidade instalada de produção e selo social .....	42
Gráfico 7 – Volume vendido por unidade produtora para cada região de destino .....	43
Gráfico 8 – Produção de biodiesel no Brasil.....	44
Figura 1 – Componentes da Capacidade Tecnológica .....	13
Figura 2 – Modelo da Trajetória de Acumulação de Capacidades Tecnológicas em Empresas localizadas em Países em Desenvolvimento .....	16
Figura 3 – Framework Analítico .....	17
Figura 4 – Distribuição de especialistas ao longo da cadeia do biodiesel .....	25
Figura 5 – Potencialidade brasileira para a produção de oleaginosas .....	35
Figura 6 – Processo de obtenção do biodiesel .....	38
Figura 7 – Localização das Usinas Produtoras de Biodiesel .....	40
Figura 8 – Cadeia do Biodiesel .....	41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fluxograma simplificado de aplicação do método Delphi .....	23
Quadro 2 – Reação química de produção do biodiesel .....	29
Quadro 3 – Capacidade instalada e quantitativo de usinas por região .....	40
Quadro 4 – Incidência de tributos para instituições com selo social .....	43
Quadro 5 - Questão 2 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	46
Quadro 6 - Questão 8 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	47
Quadro 7 - Questão 13 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	48
Quadro 8 - Questão 7 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	49
Quadro 9 - Questão 1 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	49
Quadro 10 - Questão 11 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	51
Quadro 11 - Questão 6 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	52
Quadro 12 - Questão 15 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	52
Quadro 13 - Questão 4 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	53
Quadro 14 - Questão 6 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

As consequentes instabilidades ocorridas nos preços e suprimento do petróleo, oriundas de conflitos geopolíticos envolvendo países do Oriente Médio, a diminuição das reservas mundiais ao longo das próximas décadas e os problemas ambientais de aquecimento global causados pela emissão de gás carbônico proveniente da queima de combustíveis fósseis, têm tornado a busca por utilização de energia a partir de fontes renováveis uma necessidade estratégica no mundo globalizado.

Diante de tais fatos, na conjuntura atual, observa-se o grave problema de escassez energética com o qual a humanidade vem se deparando. Os derivados de petróleo tendem a se exaurir nos próximos séculos e o tempo geológico necessário para a revitalização do estoque desta energia fóssil a inviabiliza no longo prazo. Neste contexto, a busca por fontes renováveis de energia torna-se de suma importância (PRATA, 2007).

Entre tais fontes renováveis, uma com possibilidade de substituir o óleo diesel sem necessidade de modificação nos motores atuais é o biodiesel. O biodiesel é um combustível renovável, não tóxico e composto de ésteres metílicos ou etílicos derivados de óleos vegetais e/ou gordura animal. Ressalta-se ainda que o uso do biodiesel nos automóveis a diesel reduz a emissão de gases poluentes e consequentemente os impactos ambientais, contribuindo para a economia verde.

Estudos do National Biodiesel Board(NBB), associação que representa a indústria de biodiesel nos Estados Unidos, demonstraram que a queima de biodiesel, em relação ao diesel, pode reduzir as emissões em 48% de monóxido de carbono, 47% de material particulado (que penetra nos pulmões) e 67% de hidrocarbonetos. Esses percentuais variam de acordo com a quantidade de biodiesel adicionado ao óleo diesel de petróleo. No Brasil esta adição é, atualmente, de 5% de biodiesel no diesel, ocorrendo de modo proporcional (ANP, 2012).

Assim, na última década, vários governos têm formulado e desenvolvido estratégias para a realização de pesquisas e implementação de programas com foco em fontes de energia renováveis, por oferecerem impactos ambientais reduzidos se comparadas à energia nuclear e aos combustíveis fósseis. O Brasil é um dos países que tem se destacado em programas de governo nesse sentido, onde o etanol constitui-se em um exemplo muito bem sucedido de fonte de energia renovável líder, competitiva no cenário nacional e global. Segundo informações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), 45% da matriz energética brasileira já é oriunda de

fontes renováveis enquanto que no mundo, este valor é de apenas 14%, demonstrando a preocupação do país com a busca de outras fontes energéticas.

O governo brasileiro, em 2004, visando estimular o uso do biodiesel lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), introduzindo-o na matriz energética brasileira ao fixar em 5%, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel até 2013 (Lei 11097 de 2005). Como estímulo aos produtores de biodiesel o governo instituiu linhas de crédito especiais e regime de cobrança diferenciada de PIS/PASEP e CONFINS de acordo com a matéria-prima e a região de produção, objetivando impulsionar a produção de biodiesel no país de modo sustentável, técnico, econômico e social com destaque para a inclusão social e desenvolvimento regional local, por meio de geração de emprego e renda. Ressalta-se ainda que em decorrência da incorporação do biodiesel em mistura com o óleo diesel, tem-se uma redução de expressivos volumes de importação de combustível, visto que o Brasil é um país importador de diesel, favorecendo assim um aumento de divisas para a nação.

Entretanto, com o aumento da produção e do consumo de biocombustíveis surgiram mitos e questionamentos sobre sua viabilidade econômica e ambiental. Os custos de produção dos biocombustíveis, na maioria das vezes superiores aos dos combustíveis fósseis, exigem políticas mandatórias, incentivos fiscais e subsídios por parte dos governos. Além disso, questões éticas ligadas à sustentabilidade ambiental e social vêm sendo levantadas com intensidade crescente, especialmente por organismos da Europa, onde se localizam grandes produtores de biodiesel. A produção de biocombustíveis tem se tornado um importante vetor de demanda de insumos agrícolas a partir da cana-de-açúcar, soja, trigo, milho e canola, e ao mesmo tempo, passou a ser considerado vilão por contribuir para a elevação dos preços dos alimentos, o que fez com que suas vantagens ambientais, até então reconhecidas, começassem a ser questionadas.

Ao se realizar os cálculos de emissões e resgate de carbono, um dos indicativos favoráveis dos biocombustíveis quanto aos aspectos ambientais, passou-se a considerar todas as fases da cadeia dos biocombustíveis. Assim, a nova metodologia de cálculo foi revista desde a produção ou obtenção da matéria-prima, com possibilidade de inserção inclusive, do uso alternativo da terra utilizada no caso de matérias primas agrícolas, produção industrial, distribuição e consumo do combustível, o que mostrou que alguns dos biocombustíveis não traziam vantagens significativas no balanço final das emissões de carbono, quando comparados com os derivados do petróleo. O

desmatamento passou a ser contabilizado como forte responsável por emissões de carbono e a ocupação adicional de áreas para fins energéticos, com a cana-de-açúcar para etanol e a palma para biodiesel, como indutoras de desflorestamento, resultando em menores ganhos no balanço de carbono desses biocombustíveis, antes mais vantajosos.

Neste cenário, despontam com grande expectativa o desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem a utilização em larga escala de fontes alternativas renováveis, entre elas os biocombustíveis, de forma a viabilizar a produção e suprir a crescente demanda de consumo por combustíveis limpos, o que por consequência, incentiva o desenvolvimento tecnológico e de inovação ao longo dos elos de sua cadeia de valor.

Destaca-se ainda que ao contrário do etanol, da energia solar e outras fontes renováveis, o biodiesel, através de seu plano de implantação na matriz energética instituído pelo governo brasileiro, chamado PNPB, apresenta em suas premissas, a forte busca da inclusão social através do incentivo à agricultura familiar e desenvolvimento de oleaginosas a partir de fontes de matérias primas diversificadas.

Para tanto uma análise de tendências tecnológicas da indústria do biodiesel e seus impactos para o plano nacional de produção e uso de biodiesel para a próxima década passa a ser fundamental na busca do entendimento da atual conjuntura da cadeia produtiva e seus impactos, os quais afetam diretamente milhares de agricultores familiares envolvidos diretamente na produção de oleaginosas dessa cadeia.

Entender melhor o futuro é algo almejado pelo homem desde o início da humanidade. Assim, já na Grécia antiga, tinham-se os exemplos dos oráculos, locais onde adivinhos, sacerdotes e sacerdotisas realizavam suas predições.

Porter et al. (1991) afirmam que o futuro é desconhecido e impossível de ser conhecido, uma vez que não existe uma bola de cristal perfeita. Dessa forma, as decisões que são feitas hoje e, que moldam o futuro, estão baseadas na extensão dos conhecimentos atuais, os quais são incertos. Dessa forma, tendo em vista que os conhecimentos sobre a situação atual são insuficientes para a tomada de decisões precisas, os gestores precisam de ferramentas que os possibilitem lidar da melhor forma possível com as incertezas.

Assim, é de fundamental importância para as organizações analisarem o mercado no qual estão inseridas e as perspectivas tecnológicas para o setor. Com essas informações, as empresas podem se preparar tecnologicamente para uma possível transformação, a partir de previsões sobre o futuro. A previsão tecnológica procura oferecer uma visão estruturada das perspectivas de avanços tecnológicos em um

determinado campo, através de estudos de fatores técnicos, econômicos, sociais e mercadológicos que viabilizam o avanço do conhecimento aplicado naquele aspecto. No entanto, a previsão deve ser entendida como uma arte, e não uma ciência exata. (WRIGHT, 2009 *apud* GODET, 1993).

Desse modo, este trabalho tem por finalidade realizar tal análise através da sistematização de informações disponíveis na literatura através de um estudo de *roadmap* o qual servirá de ponto de partida para a aplicação de uma análise utilizando a metodologia Delphi junto a especialistas selecionados (*stakeholders*) do setor de biodiesel como ferramenta de prospecção tecnológica e análise de tendências buscando responder a seguinte questão: Como irá evoluir tecnologicamente o Setor do Biodiesel no Brasil?

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar as tendências da evolução tecnológica do setor do biodiesel no Brasil.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- a) Prospectar a posição futura da fronteira tecnológica do biodiesel no Brasil;
- b) Identificar os fatores de impacto sobre a evolução futura do setor do biodiesel;

## **1.2 Justificativa e Benefícios da Pesquisa**

O surgimento em grande escala do biodiesel na matriz energética mundial ocorreu através da busca de novas alternativas à redução da dependência aos derivados de petróleo. No mercado nacional, a inserção do biodiesel em 2005, coincidiu com o período em que o Brasil era o maior produtor mundial de álcool combustível, hoje chamado de etanol.

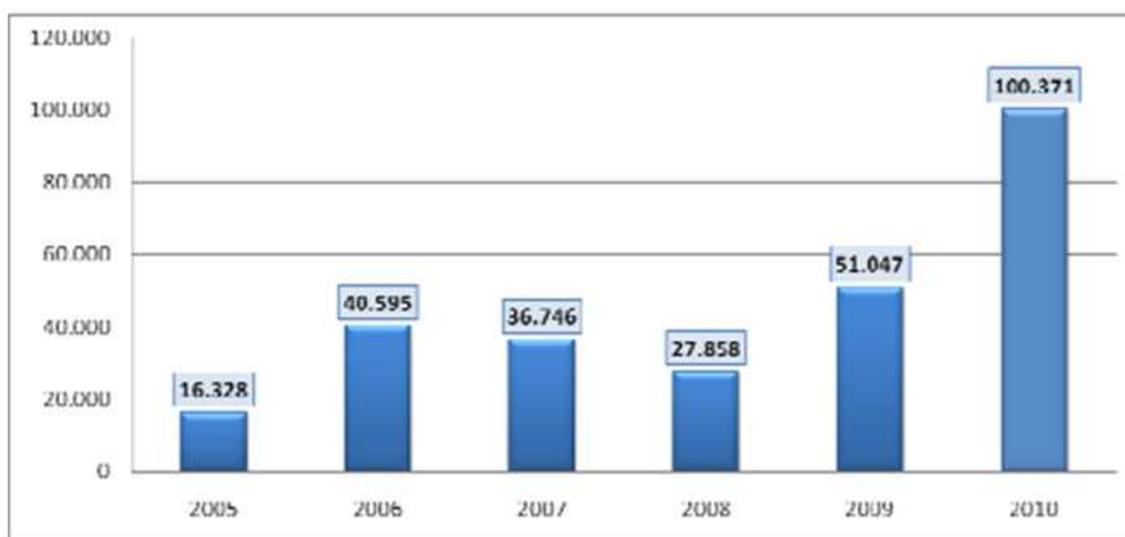
Surge então a pergunta: por que investir em mais outro biocombustível se o etanol estava em ampla expansão? A resposta fica clara ao se analisar os estudos realizados pelo governo brasileiro e as diretrizes do PNPB, o qual vislumbrou a possibilidade do surgimento de imensos benefícios ambientais, sociais e econômicos. No aspecto de benefícios ambientais, a redução das emissões de gases que contribuem para

o efeito estufa e, no aspecto social, através da geração de emprego e renda a milhares de trabalhadores pelo incentivo à agricultura familiar e fixação do homem ao campo. Pelo aspecto econômico, a incorporação de um percentual de biodiesel em mistura com o diesel a ser utilizado nos veículos, possibilitaria a redução das importações de óleo diesel, devido ao Brasil ainda ser um país importador deste último combustível.

Segundo informação publicada no site Biodieselbr, estudos desenvolvidos pelos Ministérios do Desenvolvimento Agrário, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Integração Nacional e Ministério das Cidades mostram que a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar podem ser gerados cerca de quarenta e cinco mil empregos no campo com uma renda média anual de aproximadamente R\$4.900,00 por emprego. Admitindo-se que para cada emprego no campo são gerados três empregos na cidade, seriam criados, então, cento e oitenta mil empregos. Numa hipótese otimista de seis por cento de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel, seriam gerados mais de um milhão de empregos.

Números do Ministério do Desenvolvimento Agrário ratificam a participação atual de mais de cem mil famílias beneficiadas diretamente com os incentivos do programa do biodiesel, conforme podemos verificar no GRÁFICO 1.

GRÁFICO 1 – Número de Famílias Beneficiadas com o Selo Social do Programa de Biodiesel



Fonte – MCTI, 2012

Portanto, a produção de oleaginosas em lavouras familiares faz com que o biodiesel seja uma alternativa importante para a redução da miséria no país, pela

possibilidade de ocupação de um grande quantitativo de pessoas. Não podemos esquecer que os objetivos, energético e social do programa nacional de biodiesel, complementam-se sinergicamente. No mercado interno há espaço para todos os produtores que se interessarem em produzir e comercializar biodiesel, além de flexibilidade de matérias primas e rotas tecnológicas, as quais são de livre escolha dos produtores, respeitadas, entretanto, as exigências quanto à qualidade do biodiesel usado na mistura com o diesel mineral.

Existe, portanto, uma vasta abertura para inovações tecnológicas, no aspecto de otimizações de processos, tanto para as matérias primas, logística, produto principal (biodiesel) ou para os co-produtos, de forma a agregar valor e reduzir custos de plantio ou produção e conseqüente elevação das margens de lucro.

Deve-se considerar ainda, a busca do desenvolvimento local através das potencialidades regionais, sobretudo para o Nordeste, onde vivem mais de dois milhões de famílias em péssimas condições. Estima-se que a substituição de 1% de diesel mineral por biodiesel, segundo o programa de inclusão social pelo uso do biocombustível do governo, gera uma externalidade positiva de quase US\$ 100 milhões em emprego e renda, que deve ser comparada à renúncia tributária subsidiada para dar competitividade ao produto e suporte à agricultura familiar.

Porém o desenvolvimento de tecnologias para a produção de produtos renováveis, similares ao diesel e biodiesel, encontra-se em crescente estudo. Segundo Rathmann (2007) o desenvolvimento regional é bastante influenciado pela dinâmica da globalização, a qual se renova continuamente ditada por países detentores do padrão tecnológico mais avançado. Logo é vital uma reestruturação do sistema produtivo, demonstrando a necessidade por inovações, inserindo-se aí a constituição de uma cadeia competitiva do biodiesel como resposta de desenvolvimento local ante ao desafio global.

Outro ponto importante que influencia diretamente o biodiesel são as restrições ambientais crescentes aplicadas ao mercado, impostas pela sociedade cada vez mais preocupada com as condições ambientais. A incorporação dessas restrições ao ambiente de seleção tem impulsionado a busca de inovações em matérias primas e tecnologias.

Algumas questões, relacionadas às limitações dos biocombustíveis ditos de primeira geração, como são caracterizados o biodiesel e o etanol atualmente comercializados, e às condições que devem preencher os biocombustíveis para que ocupem um espaço no mercado nas próximas décadas, orientam o ambiente de busca de inovações em biocombustíveis e bioprodutos. A visão neo-schumpeteriana da inovação sugere que para responder a um problema social e/ou para explorar uma oportunidade de

negócios, os inovadores agem no âmbito de um ambiente de seleção. O ambiente de seleção corresponde ao conjunto de fatores econômicos, sociais e institucionais que atuam como mecanismos de seleção para as tecnologias.

A análise das inovações de processo mostra em primeiro lugar uma amplitude de técnicas em desenvolvimento, utilizando diversas bases de conhecimento e produtos que traduzem o desafio à perspectiva de criação de outros biocombustíveis considerados mais avançados, tais como os biocombustíveis obtidos a partir do etanol oriundo de materiais celulósicos, biodiesel de algas, do diesel de cana, entre outros.

É inquestionável que grandes empresas, têm se voltado ao desenvolvimento de pesquisas para novos produtos, chamados combustíveis do futuro. Entretanto, o desenvolvimento de tais produtos e a viabilidade dos mesmos para inserção na matriz de mercado, deixa várias dúvidas quanto a prazos e tendências. É indiscutível que as tecnologias têm avançado de forma cada vez mais veloz, mas ditadas por caminhos direcionados pelo mercado.

O estudo ora proposto torna-se relevante ao identificar tendências para os rumos tecnológicos da indústria do biodiesel, os quais poderão servir de insumo para o direcionamento dos agentes presentes neste setor no tocante ao desenvolvimento de políticas e tomada de decisão para análise de novos investimentos e pesquisas, impactando diretamente no dia-a-dia de milhares de pequenos agricultores e trabalhadores envolvidos ao longo da cadeia do biodiesel.

### **1.3 Estrutura de Trabalho**

Esta dissertação é dividida em seis capítulos, dispostos da seguinte forma: o primeiro capítulo é uma introdução, onde se faz uma apresentação inicial do tema e expõem-se os objetivos da pesquisa e a justificativa deste; o segundo capítulo aborda o referencial teórico da pesquisa; o terceiro capítulo descreve a metodologia de pesquisa adotada, enquanto que no quarto capítulo apresentam-se informações sobre a questão do biodiesel e sua contextualização. Os resultados e discussões são apresentados no quinto capítulo, enquanto que o capítulo sexto é destinado às conclusões da pesquisa desenvolvida e sugestões para trabalhos futuros; e por fim, são descritas as referências e anexos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

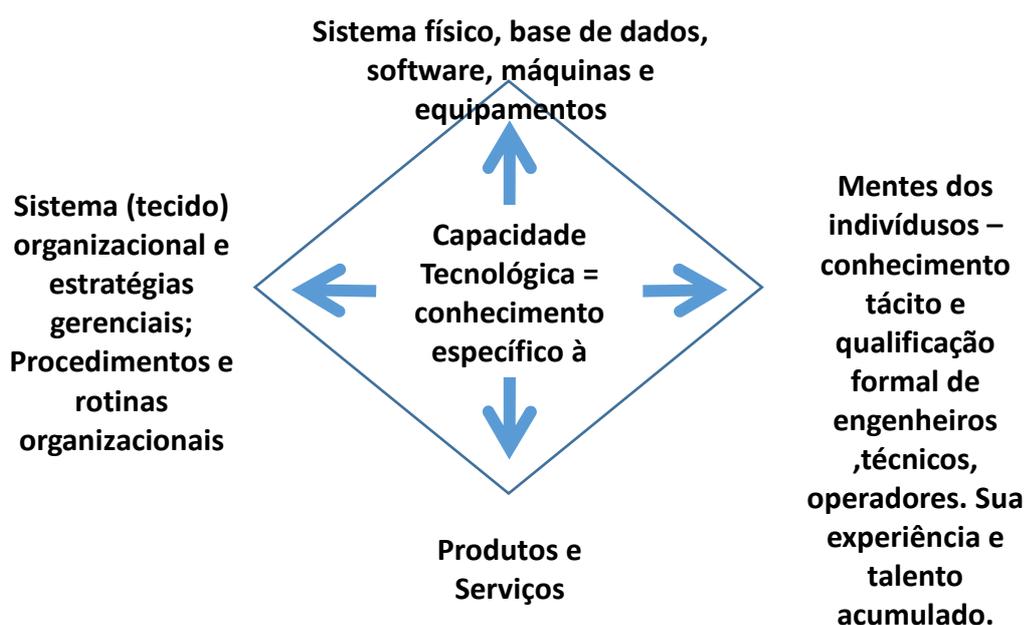
### 2.1 Processo de Inovação

Com a globalização e a valorização da intensificação de processos de exportação de produtos de maior valor agregado, a acumulação tecnológica se tornou fator determinante na competitividade e busca de crescimento de países em desenvolvimento. E de forma a corroborar com as estratégias de gestão das firmas, ocorreu uma valorização de estudos baseados na busca de diagnósticos, interpretações e previsões de políticas tecnológicas no desenvolvimento econômico perante o mercado internacional.

Com o passar do tempo, muitas abordagens foram surgindo buscando examinar as diferenças entre as empresas e seus processos de aprendizagem, acumulação tecnológica e desempenho técnico-econômica (FIGUEIREDO, 2001) além do exame de fatores dinâmicos, como a velocidade de acumulação ao longo do tempo (ARIFFIN, 2000), tornando-se ferramentas valiosas para o aprimoramento e análise de estratégias empresariais e governos entre países.

Segundo Figueiredo (2005 *apud* LALL, 1992) a capacidade tecnológica de uma empresa ou setor industrial está armazenada, acumulada, em pelo menos quatro componentes apresentados na figura a seguir.

FIGURA 1 – Componentes da Capacidade Tecnológica



Fonte: Elaboração própria adaptada de Figueiredo(2005)

Segundo Figueiredo (2005) capacidade tecnológica consiste em um conjunto ou estoque de recursos relativos à base de conhecimento tecnológico ou, mais diretamente, sua base de conhecimento já existente. Entretanto, o processo ou mecanismo pelo qual ocorre a obtenção desse conhecimento advindo das mais diversas fontes até tal base, pode ser chamado de aprendizado tecnológico.

A base tecnológica de uma empresa a torna capaz de produzir e inovar e, a forma como esta captura e agrega valores e conhecimentos, impacta diretamente em seu futuro, seja através de seus indicadores de desempenho operacional, ambiental ou econômico-financeiro. Não devemos esquecer, porém, que um maior grau de complexidade da capacidade tecnológica a torna mais imune a imitações de concorrentes; mas que a transferência tecnológica também pode ocorrer através da migração de pessoal que, através de um ambiente organizacional favorável à criatividade, pode materializar idéias inovadoras em produtos e serviços (FIGUEIREDO, 2005).

Destaca-se ainda, que a inovação sempre se apresentou determinante para o desenvolvimento tecnológico e busca de competitividade entre as empresas ao longo dos tempos. Entretanto, o efeito inovador tem tomado importância crescente através dos avanços tecnológicos e econômicos da atual e bastante dinâmica globalização

O crescimento e ênfase da inovação tiveram seu ápice na década de 30 através da abordagem de Schumpeter para um novo conceito de inovação o qual não se restringia somente a produtos e processos, mas incorporava uma nova delimitação a partir das formas de gestão, estudos de mercado e produção de novos insumos.

Até os anos 60, a inovação era vista através da ocorrência de estágios sucessivos e independentes de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção e difusão (visão linear). As discussões sobre as fontes de inovação polarizavam-se entre aqueles que atribuíam maior importância ao avanço do desenvolvimento científico, e os que destacavam a relevância das pressões da demanda por novas tecnologias. Nas décadas seguintes, a inovação passou a ser vista como um processo de aprendizado não linear, cumulativo, específico da localidade e conformado institucionalmente (CASSIOLATO, 2005).

Segundo Tahim (2008), a inovação apresenta um papel central na busca de competitividade de empresas, regiões e países, uma vez que os arranjos resultantes do processo inovativo são fundamentais para melhorar a competitividade da economia e transformá-las como um todo, através do seu desenvolvimento.

A inovação é caracterizada como um processo interativo realizado através da combinação de várias fontes oriundas de agentes socioeconômicos diversos detentores de informações e conhecimentos, os quais interagem em diferentes níveis e setores, podendo estar ou não em uma mesma empresa ou departamento. Dessa forma, esse processo apresenta diferentes aspectos, possuindo um caráter social e coletivo em que, a combinação dos avanços tecnológicos com os conhecimentos adquiridos e as necessidades do mercado resultam em inovação, tanto em produtos, processos, como em termos de mudanças de base tecnológica e organização de empresas, setores ou países (TAHIM, 2008 *apud* LEMOS, 2003).

Temos que a introdução de inovação produtiva, entretanto, não se referencia apenas àquelas relacionadas aos produtos e processos, mas também às inovações da gestão ou organização, bem como os sociais e institucionais. Isto implica na necessidade de uma estratégia territorial própria, descartando a possibilidade de um “pacote tecnológico” externo. Da mesma forma, o processo inovador não depende do tamanho das empresas, de forma que os sistemas locais de MPEs podem gerar e adotar inovações por intermédio da cooperação com agentes locais (TAHIM, 2008).

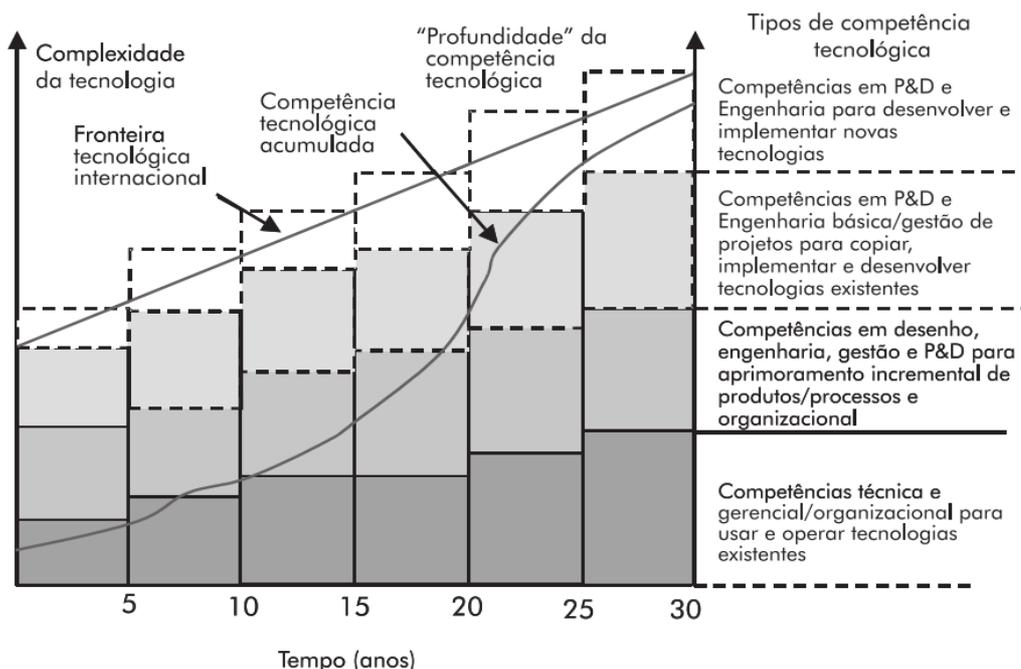
DOSI (1988) afirma que o processo inovador possui as seguintes características típicas: incerteza inerente ao processo; crescente dependência de conhecimento científico, cumulatividade do processo inovador e formalidade organizacional ao se considerar os arranjos e, por fim a informalidade através do processo de aprender fazendo. A característica de incerteza, em grande parte introduz a perspectiva da necessidade da prospecção futura do processo inovativo para a tomada de decisão nas empresas. Assim, o framework analítico utilizado no presente trabalho incorpora esta dimensão a um instrumental largamente utilizado por autores que se dedicam ao estudo que adota o estudo da evolução tecnológica das empresas.

## **2.2. Framework Analítico**

O presente trabalho adota um framework teórico analítico construído a partir da discussão desenvolvida pelos autores da corrente teórica denominada de neoshumpeteriana, que se notabiliza pela discussão que sucedeu Shumpeter na investigação de como o processo inovativo se dava. Entre estes trabalhos e autores que dão suporte ao framework utilizado estão Katz (1976); Dahlman e Westphal (1982); Bell e Pavitt (1993 e 1995); Lall (1992); Kim (1993); Bell e Figueiredo (2012).

A FIGURA 1 é uma representação gráfica da base do framework utilizado. Considera a acumulação de capacidades tecnológicas ao longo do tempo. Neste caso, o número de anos que uma empresa leva para modificar o seu nível de capacidade tecnológica de funções específicas (FIGUEIREDO, 2002). Esse tipo de abordagem também permite analisar a relação das capacidades da empresa em relação à fronteira tecnológica, de acordo com os níveis de complexidade da tecnologia e as consequentes capacidades requeridas, ou seja, com o passar do tempo os requerimentos para cada nível pode se alterar, exigindo que a empresa constantemente melhore suas capacidades sob a pena de perder competitividade. Aplicações deste modelo podem ser vistas em Figueiredo (2002, 2003) para o setor de aço, Ariffin (2000) para o setor de eletrônicos, Miranda e Figueiredo (2010) para empresas de software, entre outros.

FIGURA 2 – Modelo da trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas em empresas localizadas em países em desenvolvimento



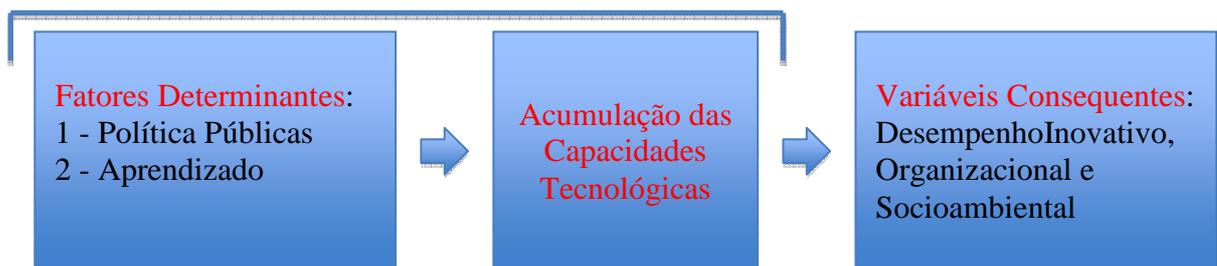
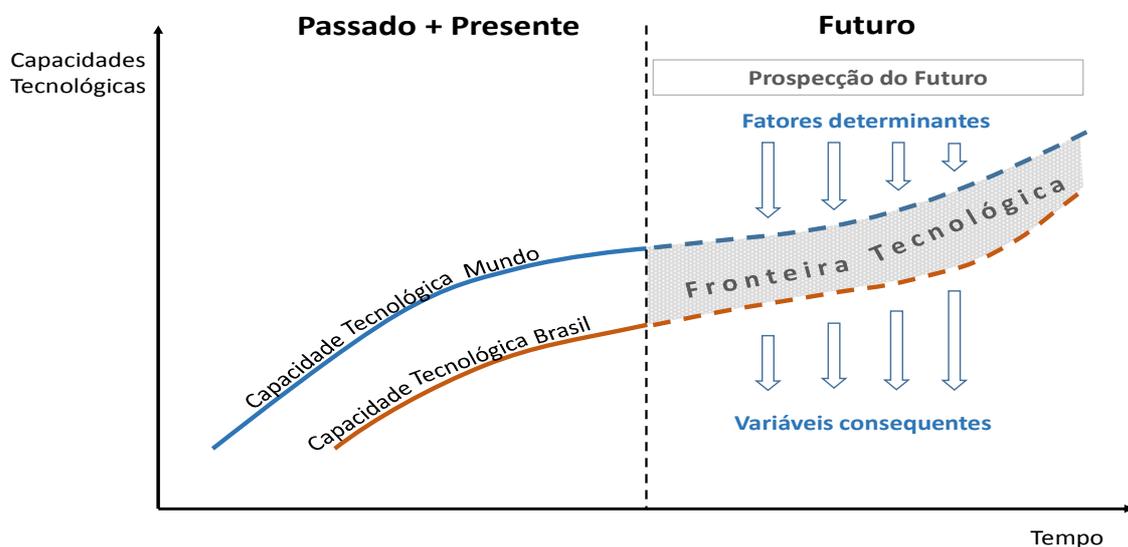
Fonte: BELL, 1997 *apud* FIGUEIREDO, 2004.

Assim, neste modelo a evolução da tecnologia ao longo dos anos se define pela mudança das capacidades necessárias para usar a tecnologia existente na busca de modificações com o intuito de aprimoramento e elevação da capacitação tecnológica. Para este modelo as empresas em atraso tecnológico, considerando a fronteira mundial da tecnologia, normalmente, devem buscar acumular capacidades tecnológicas em uma velocidade maior do que a deslocamento da fronteira tecnológica internacional, caso o

objetivo seja participar ou se aproximar dessa fronteira. Esse modelo, também foi usado em inúmeros outros trabalhos (ARIFFIN; FIGUEIREDO, 2004; BELL; PAVITT, 1995; FIGUEIREDO, 2002, 2003; LALL, 1992; MIRANDA; FIGUEIREDO, 2010; TACLA; FIGUEIREDO, 2006). Contudo, é importante esclarecer que este tipo de trajetória linear de acumulação das capacidades tecnológicas nem sempre ocorre neste padrão, embora esta seja muito comum, como por exemplo, no trabalho de Lee e Lim (2001).

Na FIGURA 3 podem-se perceber quais e como as variáveis se relacionam no framework utilizado. A lógica é de que as empresas evoluem suas capacidades tecnológicas para níveis considerados inovativos, tais como descrito em Kim (1997) e Lall (1992). Nesta perspectiva temporal, este processo de evolução se estabelece como uma trajetória dividida em passado/presente e futuro. As maiorias dos autores que trabalham sobre o tema descrevem o comportamento da evolução passada das empresas, considerando como as capacidades tecnológicas evoluíram e como variáveis causaram esta evolução e que consequência esta evolução teve sobre diferentes aspectos do desempenho empresarial (FIGUEIREDO, 2012).

FIGURA 3 – Framework Analítico



Fonte: Elaboração própria

Assim, a FIGURA 3, nos mostra que o framework aqui utilizado introduz aos frameworks já utilizados na literatura a perspectiva do futuro das capacidades tecnológicas das empresas. Neste caso, contudo, a pesquisa considerou, apenas, a relação futura de causa e efeito entre os processos de aprendizagem as políticas públicas e a evolução das capacidades tecnológicas (SENGE, 1990; COHEN E LEVINTHAL, 1990; KOGUT E ZANDER, 1992; IANSIT E CLARK 1994; LEONARD-BARTON, 1995; NONAKA E TAKEUCHI, 1995). Assim, os diferentes mecanismos encontrados em ações mais ou menos deliberadas pelas empresas em apreender são e as ações das diferentes esferas de Governo são capazes de alterar as capacidades tecnológicas e encaminhar as empresas para um caminho inovativo.

O framework usado considera adicionalmente ao aprendizado que outras variáveis são capazes de interferir sobre a trajetória de acumulação temporal das capacidades tecnológicas das empresas. Neste sentido, chama especial atenção para variáveis como as estruturas dos mercados e setores, bem como as políticas públicas voltadas para o segmento produtivo ao qual pertence a empresa, bem como o macro ambiente econômico e cultural das regiões e países onde as empresas se localizam.

No caso das políticas públicas este trabalho se dedica a entender de forma próxima esta relação com a evolução tecnológica das empresas, tais como um conjunto de autores que vem mostrando em seus estudos esta mesma relação, tais como: Tybout e Westbrook (1995); Edwards (1998); Ferreira e Rossi (2003); Cimoli e Katz (2003); Rodrik (1995) e Evans (1995) e Avnimelech e Teubal (2008).

Rush; Bessant e Hobday (2007) apresentam neste trabalho as ferramentas usadas pelas políticas públicas que afetam a construção das capacidades tecnológicas das empresas, tais como a crescente participação das estruturas intermediárias como os consultores de inovação, das organizações não governamentais, as capacidades de absorção de novos conhecimentos e os modelos de maturidade como forma das empresas e *policymakers* reconhecerem os estágios de capacidades e a necessidade de mudança.

Helfat e Peteraf (2003); Malik e Kotabe (2009) também se debruçaram sobre o efeito das políticas públicas nas capacidades das empresas, o primeiro considerando o *capabilitylifecycle* e no último trabalho o efeito analisado foi sobre as capacidades dinâmicas das empresas em países emergentes, usando uma abordagem quantitativa, os autores e consideraram dois constructos: i) Input Supporting Government Policies: como no caso de ajuda nas escolhas e e implementações de tecnologias realizadas, por

exemplo por institutos de tecnologia, como no caso do Paquistão e ii) Marketing Supporting Government Policies: o Governo estabelece mecanismos que reforcem as capacidades de mercado das empresas das economias emergentes, normalmente fracas, por meio , por exemplo de promoções às atividades de exportação, como na Índia, e de um conjunto de instrumentos de políticas como incentivos financeiros, estabelecimento de padrões de qualidade, entre outros.

Lin et al (2010) avaliaram a relação entre políticas que estimulam a evolução tecnológica e a inovação na Irlanda e em Taiwan através de um framework, adaptado de Rothwell e Zegveld (1981) citado pelos anteriores e que considera as políticas em três grupos com suas ferramentas de políticas específicas: i) Lado da Oferta: empresa pública, rede e empreendedorismo, científicos e tecnológico, educação, informação; ii) Lado Ambiental: Financeira, Taxação, legal e regulatório, político; iii) Lado da Demanda: aquisição, serviços públicos, comercial e agentes no exterior.

Como variável central do framework utilizado, segundo Figueiredo (2009), a capacidade tecnológica consiste em um conjunto ou estoque de recursos relativos à base de conhecimento tecnológico ou, mais diretamente, sua base de conhecimento já existente. Entretanto, o processo ou mecanismo pelo qual ocorre a obtenção desse conhecimento advindo das mais diversas fontes até tal base, pode ser chamado de aprendizado tecnológico.

A base tecnológica de uma empresa a torna capaz de produzir e inovar e, a forma como esta captura e agrega valores e conhecimentos, impacta diretamente em seu futuro, seja através de seus indicadores de desempenho operacional, ambiental ou econômico-financeiro. Não devemos esquecer, porém, que um maior grau de complexidade da capacidade tecnológica a torna mais imune a imitações de concorrentes; mas que a transferência tecnológica também pode ocorrer através da migração de pessoal que, através de um ambiente organizacional favorável à criatividade, pode materializar ideias inovadoras em produtos e serviços (FIGUEIREDO, 2009).

Assim, a variável central do modelo do presente trabalho (capacidades tecnológicas) que define o nível inovativo a partir do qual uma empresa pode apresentar características necessárias a inovar é influenciada temporalmente pelo aprendizado que neste caso se caracteriza como um processo de aquisição de conhecimento que pode ter origem interna e externamente na empresa Bell e Figueiredo (2012). Assim, esta pesquisa considerou como aprendizagem o conjunto de processos, custosos e deliberados, pelos quais conhecimentos e habilidades técnicas adicionais são adquiridos pelos indivíduos e, conseqüentemente, pela organização ao longo do tempo (BELL; FIGUEIREDO, 2012;

BELL, 1984). Desta forma, a acumulação do conhecimento por meio do processo de aprendizagem nas empresas é capaz de gerar capacidades que permitam as atividades inovadoras (COHEN; LEVINTHAL, 1990; MALERBA, 1992).

O aprendizado na geração do conhecimento, enquanto resultado do processamento de informações e aproveitamento de das experiências dos indivíduos existe em duas formas: O conhecimento tácito e o explícito (NONAKA; TAKEUCHI, 1997). O conhecimento explícito, ou codificado, é aquele estruturado de maneiras formais é possível de ser verbalizado. Esse tipo de conhecimento pode ser facilmente transferido, armazenado, compartilhado em documentos e sistemas de informação. Ainda, Nonaka e Takeushi (1997) apontam que o conhecimento só poderá ser de fato trabalhado se este estiver sob constante processo de conversão entre os tipos tácito e explícito. Os mesmos autores advogam que essa conversão do conhecimento ente explícito e tácito ocorre em quatro processos distintos, a saber: i) socialização: processos pelos quais os indivíduos compartilham o conhecimento tácito, transmitido entre os indivíduos, individualmente ou em grupos; ii) Codificação: busca articular o conhecimento tácito em conceitos explícitos para torná-los mais fáceis de serem entendidos. Esta conversão pode se traduzir em procedimentos, rotinas, documentos, padronizações e outras formas de códigos; iii) Combinação: Esse processo define a conversão do conhecimento explícito em conhecimento explícito através da troca de conhecimento por meio de documentos, reuniões, conversas ao telefone ou sistemas computadorizados e iv) Internalização: Considerado o processo de incorporação do conhecimento explícito no conhecimento tácito do indivíduo. Esse mecanismo está relacionado a ideia do “aprender fazendo”.

Resumidamente a proposta do framework utilizado considera a prospecção dos cenários futuros dos mecanismos de aprendizagem e das políticas públicas, representando outras variáveis além do aprendizado que afetam a trajetória de acumulação das capacidades tecnológicas das empresas. Assim, o framework proposto avalia a relação destes cenários e suas influências nas possíveis projeções futuras da trajetória tecnológica das empresas. Desta maneira, o trabalho se posiciona como uma análise *ex-ante* do fenômeno objeto do estudo (trajetória tecnológica).

### **3 METODOLOGIA**

Para o presente trabalho, a execução do plano de pesquisa está organizada em duas etapas principais, onde a primeira etapa consistiu na realização de uma análise prospectiva sobre o tema (*roadmap*) através da coleta de dados secundários obtidos em

pesquisas a revistas especializadas, sites com assuntos do setor e apresentações em eventos correlatos, além de conversas informais com dois especialistas da área, um com atuação no segmento tecnológico e de produção e outro, com atividade no setor agrícola e suprimentos.

Para a segunda etapa, foram utilizadas as informações obtidas na etapa anterior que, após serem condensadas e analisadas, serviram de base de conhecimento para a estruturação e aplicação da metodologia Delphi, aplicada por questionários estruturados obtendo-se dados primários através de perguntas objetivas. Segundo Gil (1994), o questionário pode ser definido como uma técnica de investigação composta do preenchimento de questões escritas às pessoas, com o objetivo de investigação, conhecimento de opiniões, sentimentos, interesses, expectativas, etc.

### **3.1 Roadmaps**

Os *roadmaps* tecnológicos começaram a ser utilizados no final dos anos de 1970 e, até aqui, vem sendo difundido em larga escala devido a sua utilização por várias empresas e, em alguns casos, tomando o âmbito inter-organizacional. No Brasil, esta ferramenta vem sendo adotada na identificação e planejamento de área prioritárias do governo e de algumas empresas, tais como a Petrobrás.

O *roadmap* quando visto pela perspectiva da empresa, visa avaliar o desenvolvimento tecnológico e planejamento do negócio, através da análise e impacto de novas tecnologias e seu relacionamento com o mercado e o fator tempo. Pensando-se no *roadmap* pelo lado inter-organizacional, tem-se a tentativa de compreensão do ambiente tecnológico, nas perspectivas de estudo de suas ameaças e oportunidades para um determinado nicho de avaliação.

Segundo Bomtempo e Coutinho (2011), os *roadmaps* tornam-se instrumentos das políticas governamentais de inovação que visam promover a convergência tecnológica e construir a colaboração entre diferentes setores. Esse processo traz novos desafios na construção e utilização dos *roadmaps*, que não são particularmente presentes nos usos empresariais. O *roadmap* é uma avaliação de perspectiva futura que incluem informações comerciais e tecnológicas.

É importante ressaltar que o processo de elaboração do *roadmap* é considerado o responsável pela real agregação de valor ao método, e não apenas o resultado final, o *roadmap* em si (PHAAL et al., 2004; RADNOR & PROBERT, 2004;

ALBRIGHT & KAPPEL, 2003). Assim, a adoção de um processo eficiente é um requisito indispensável para sua aplicação.

### 3.2 Método DELPHI

O Delphi é uma técnica para busca de um consenso de opiniões de um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros. O processo inicia-se pela elaboração de um questionário que deverá ser respondido por um grupo de especialistas previamente selecionados, também chamados *stakeholders*. Esta técnica busca o consenso dos especialistas participantes em relação a eventos futuros.

O direcionamento a um consenso é obtido no processo através da consolidação do julgamento intuitivo dos participantes sobre o tema, buscando eventos futuros e tendências baseadas em seus conhecimentos acerca do assunto, no aspecto técnico e conjuntural.

A consulta é feita através de um questionário, previamente elaborado pelos responsáveis da pesquisa. Deve ser assegurado o anonimato às respostas e, em rodadas sucessivas, os especialistas têm a oportunidade de conhecer as opiniões dos seus pares, podendo rever seu posicionamento ao longo das rodadas, o que favorece a convergência e a obtenção de consenso sobre as questões tratadas.

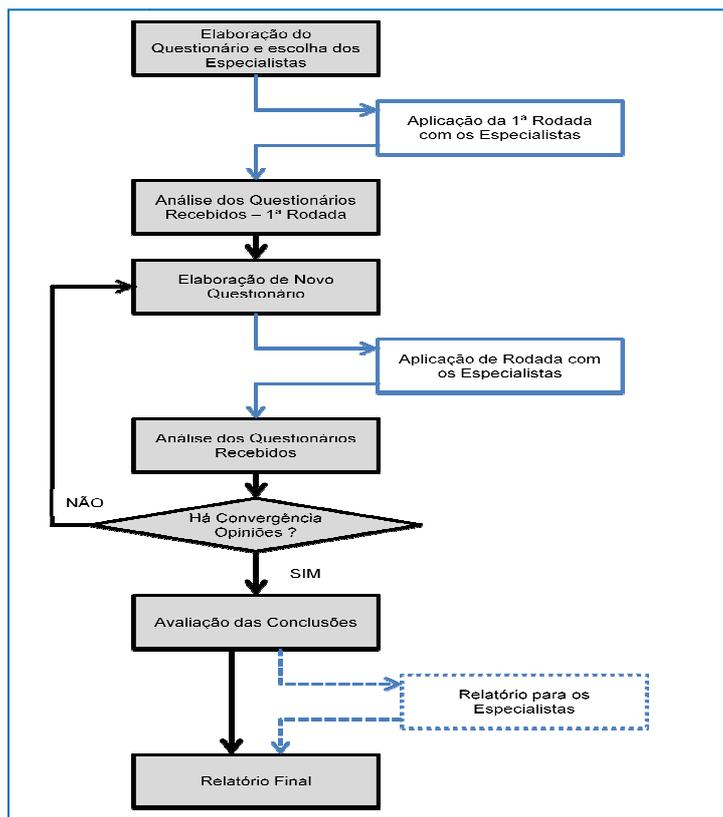
Segundo Britto (2003<sup>apud</sup>CARDOSO, 2005), o Delphi é em síntese, um processo estruturado de comunicação coletiva, que permite a um grupo de indivíduos lidarem com um problema complexo.

As características essenciais do método Delphi são a troca de informações e opiniões entre os respondentes, o anonimato das respostas, e a possibilidade de revisão de pontos de vista individuais sobre o futuro diante das previsões e argumentos dos demais respondentes, com base em uma representação estatística da visão do grupo e avaliação por pelo menos duas rodadas.

O não atendimento a estes conceitos pode descaracterizar o trabalho como aplicação do método Delphi. Assim, a realização de uma única rodada do questionário elimina a possibilidade de interação e busca de consenso; a quebra do anonimato prejudica as condições necessárias para que um especialista de renome abandone seu rigor científico e passe a especular sobre o futuro (WRIGHT et al, 2000)

O QUADRO 1 apresenta um fluxograma simplificado que ilustra a aplicação de uma metodologia Delphi.

QUADRO 1 - Fluxograma simplificado de aplicação do Método Delphi



Fonte: Elaboração própria

A qualidade dos questionários é fundamental, não desconsiderando informações preciosas que possam dar caminho a uma nova possibilidade de cenário. Portanto, a elaboração deste, deve ser de fácil compreensão com questionamentos claros e objetivos, não permitindo que o resultado, expresso pelo especialista se torne ambíguo ou incoerente, tornando as questões interpretativas de menor complexidade. Outro ponto relevante é o número de questões em cada consulta, pois o excesso destas pode tornar o preenchimento cansativo de forma a afetar na qualidade do preenchimento e, por outro lado, em número suficiente para dar subsídios para uma avaliação daquela rodada, consistente.

Em geral com a segunda ou terceira rodadas, encontra-se uma visão de consenso entre os especialistas, fato este direcionado desde o início através da condução e avaliação da equipe de estudo ao aplicar a metodologia estatística, normalmente bem simples, e interpretar as convergências de opiniões. Em alguns casos uma segunda rodada apresenta-se satisfatória para a obtenção de conclusões.

### 3.3 Aplicação da Metodologia

Para a realização do presente trabalho, inicialmente foi realizado um profundo levantamento de informações acerca do tema, através das mais diversas fontes técnicas e de divulgação do setor. Foram monitoradas semanalmente, notícias divulgadas através de sites especializados e veiculadas através de revistas, jornais ou qualquer outra fonte que pudesse agregar informações, além de estudos técnicos ou apresentações ministradas em eventos.

A partir das centenas de arquivos avaliados, buscou-se a convergência de informações para a fundamentação das questões de pesquisa que, de forma complementar, foi ratificado através de conversas informais com especialistas do setor. Muitas dificuldades foram encontradas para se determinar a abordagem da pesquisa, causadas pelo acentuado dinamismo encontrado no tema, o qual recebe influência de elevado número de fatores interligados através de arranjos complexos. Desse modo, o *roadmap* inicial foi fundamental para um bom direcionamento dos pontos a serem abordados no passo seguinte, através da metodologia Delphi e suporte à conclusões.

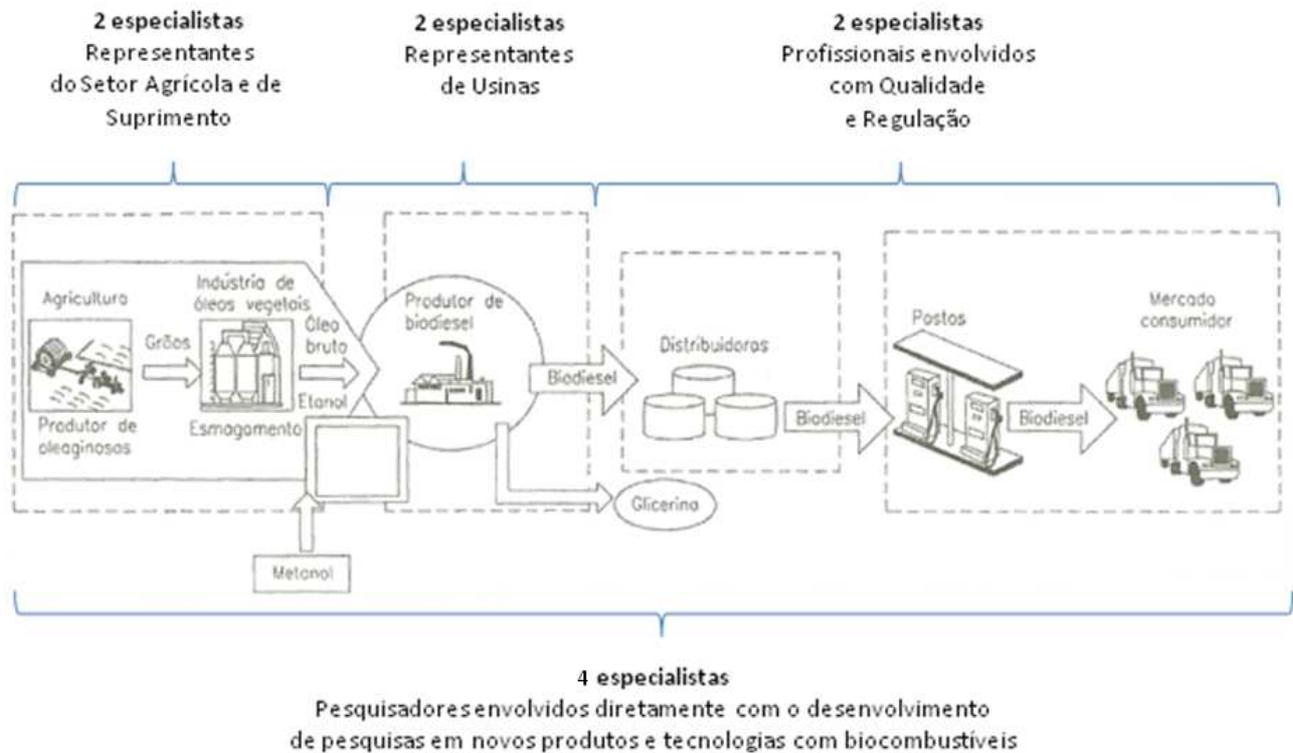
Surgiu então outro ponto importante: a escolha dos especialistas que, por sua vez, deveriam representar de forma realista os assuntos inerentes ao biodiesel e suas inter-relações com outros produtos e setores de forma a dar consistência aos objetivos ora propostos.

Foram convidados ao preenchimento dos questionários aplicados, via e-mail ou presencial, dez especialistas envolvidos com a cadeia do biodiesel em âmbito nacional e com grau de influência e acesso às informações e estratégias de forma representativas do setor. Os questionários aplicados encontram-se disponíveis nos ANEXOS II e III.

A aplicação dos questionários da primeira rodada do método Delphi foi bastante trabalhosa, visto que os especialistas escolhidos ocupavam cargos estratégicos em suas empresas, dedicando boa parte de seu tempo a atividades gerenciais, reuniões, viagens, etc. e, na maioria das vezes, de difícil acesso. Foram convidados dois representantes do setor agrícola e suprimentos: um gerente e um engenheiro agrônomo, os quais apresentam atuação com mais de setenta mil agricultores familiares. Para o setor produtivo de biodiesel (usinas), tivemos a participação de um gerente geral de usina e um diretor de operações que, no desenvolver de suas atividades, representam uma capacidade de produção de 1,4 bilhão de litros de biodiesel por ano. Outros convites foram realizados a duas profissionais envolvidas com a análise e controle de qualidade e regulação de combustíveis. Por fim, quatro especialistas com foco em pesquisa e

desenvolvimento de tecnologias e novos produtos foram indagados a participar desse processo.

FIGURA4 – Distribuição de especialistas ao longo da cadeia do biodiesel



Fonte: Elaboração própria

Após a realização dos convites e início do processo de aplicação de questionário, obtivemos uma resposta de 70% de questionários respondidos, o que consideramos bastante satisfatório pela complexidade do tema e grau de especialidade dos envolvidos. Finalizado esta etapa, realizou-se uma avaliação de convergência de informações de forma a elaborar outra rodada de aplicação, conforme previsto na metodologia.

Entretanto, através da análise inicial de dados, verificou-se que os índices apresentaram valores de convergência bastante elevados que, em alguns casos chegou a 100%. Isto fez com que fosse realizada uma adaptação para o modelo de aplicação da segunda rodada do método Delphi que, aliado à dificuldade de resposta proveniente dos especialistas, passou a desenvolver situações com os dados da primeira rodada e suas concordâncias de forma mais objetiva buscando uma simplicidade e manutenção do número elevado de preenchimento. Este processo se mostrou favorável, visto que somente um especialista não finalizou esta segunda aplicação.



## **4 BIODIESEL E SUA CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **4.1 O Crescimento dos Combustíveis Renováveis**

No início dos anos 70, o mundo se viu diante de um cenário inusitado, com a escassez de suprimento de petróleo e o controle de preços e produção comandado pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). As medidas tomadas pela OPEP desencadearam impasses diplomáticos e uma série de medidas anunciadas por governos de diferentes países para a busca e utilização de fontes de energia alternativas. Na época, observou-se uma forte tendência para o uso de energia nuclear, o que gerou uma série de protestos, por sua periculosidade quanto ao uso para fins militares e também pelo risco ambiental iminente.

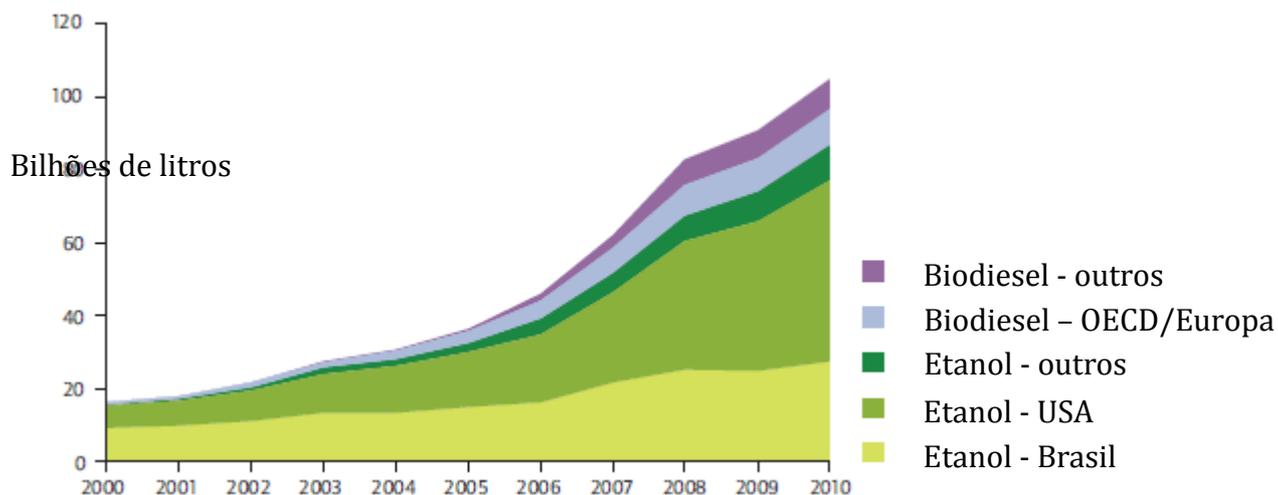
No Brasil, o governo tomou a decisão estratégica de priorizar o programa nuclear para a geração de energia, através de um acordo com a Alemanha e também a substituição da gasolina pelo etanol, dando origem ao Proálcool. Simultaneamente, foram tomadas outras iniciativas, tais como a produção de metanol a partir de madeira e também um projeto estratégico encomendado pelo Ministério da Aeronáutica à Universidade Federal do Ceará (UFC), que iniciou os estudos com óleo de babaçu, dando origem às pesquisas com biocombustíveis a partir de óleos vegetais no Brasil.

A facilidade de produção agrícola brasileira aliada à preocupação internacional com o atendimento de fatores de controle ambiental, tais como as emissões dos gases de efeito estufa impulsionaram o Brasil a buscar o crescimento de energias renováveis, sobretudo o álcool etílico e o biodiesel.

Segundo Parente (2003) as diversidades sociais, econômicas e ambientais geram distintas motivações regionais para a produção e consumo de combustíveis da biomassa, especialmente quando se trata do biodiesel.

Seguindo este caminho, as energias renováveis vêm sendo cada vez mais inseridas na matriz energética mundial, conforme observamos através do GRÁFICO 2 que demonstra a elevação da produção de biocombustíveis no mundo ao longo da última década.

GRÁFICO 2 – Produção Mundial de Biocombustíveis



Fonte: IEA (2010)

## 4.2 História do Biodiesel

O nascimento do biodiesel se confunde com a criação do motor diesel no século XIX. Este criado por Rudolf Diesel, ao ser concebido passou por testes utilizando como combustível o óleo de amendoim, cujos resultados foram apresentados na Feira de Paris em 1900. Atribui-se inclusive a Rudolf Diesel, a afirmação de que, “...o motor diesel pode ser alimentado por óleos vegetais, e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo. O uso dos óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia, mas com o tempo, vão se tornar tão importante quanto o petróleo e o carvão são atualmente.”

Diante desse fato, o governo francês solicitou a realização de estudos com a intenção de estimular a autossuficiência energética de suas colônias localizadas no continente africano, visando à redução dos custos relativos às importações de carvão e de combustíveis líquidos. O óleo de amendoim foi o óleo selecionado para os testes, cuja cultura era abundante nos países de clima tropical. Nos anos seguintes houve descontinuidade do uso de óleos vegetais como combustível devido aos baixos custos do óleo diesel mineral e pela ocorrência de acúmulo de resíduos gordurosos e depósitos nos motores ocasionados pelo uso desses óleos.

Ao eclodir a Segunda Guerra Mundial, muitos governos sentiram-se fragilizados pela dependência de derivados de petróleo e retornaram a idéia de utilização do óleo vegetal como combustível, mesmo que de forma alternativa em situações emergenciais. Entretanto, a estrutura disponível na época, era bastante carente no

aspecto tecnológico, ocasionando uma nova descontinuidade na utilização dos óleos como combustível.

No Brasil, a trajetória do biodiesel começou a ser delineada através de estudos desenvolvidos pelo Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (PROÓLEO). Este criado no final da década de 80 e coordenado pelo Ministério da Agricultura, previa a substituição compulsória de 30% de óleo diesel, apoiado na produção de soja, amendoim, colza e girassol. Novamente, a estabilidade dos preços do petróleo e a entrada do Proálcool, juntamente com o alto custo da produção e esmagamento das oleaginosas, foram fatores determinantes para a desaceleração do programa.

### **4.3 O Óleo Vegetal e o Biodiesel**

Muitos estudos já foram realizados sobre a produção de biodiesel utilizando-se óleos vegetais novos ou provenientes de processos de fritura. Alguns dos procedimentos estudados utilizam catálise enzimática, álcoois supercríticos, metais complexos e reações de transesterificação com catálises ácidas e básicas, e diferentes tipos de álcoois.

Existem duas tecnologias que podem ser aplicadas para a obtenção de biodiesel a partir de óleos vegetais (puros ou de cocção) e sebo animal: a tecnologia de transesterificação e a tecnologia de craqueamento. A reação de transesterificação pode ser catalisada por álcalis, ácidos ou enzimas. Esta reação também é utilizada na produção de ésteres metílicos para aplicações na indústria de cosméticos e detergentes.

A tecnologia para a produção de biodiesel, predominante no mundo, é a rota tecnológica de transesterificação metílica, nas quais óleos vegetais ou sebo animal são misturados com metanol que, associados a um catalisador, produzem o biodiesel. A opção pelo metanol, principalmente em outros países, se deu pelo alto custo do etanol. No Brasil, os empreendimentos que estão em operação adotam a tecnologia denominada transesterificação com predominância da rota tecnológica metílica, mas já há empreendimentos que estudam a rota etílica, mesmo que em escala reduzida.

O suprimento de biodiesel está parcialmente associado à origem dos insumos que podem ser usados na produção deste combustível. É possível classificá-los da seguinte maneira:

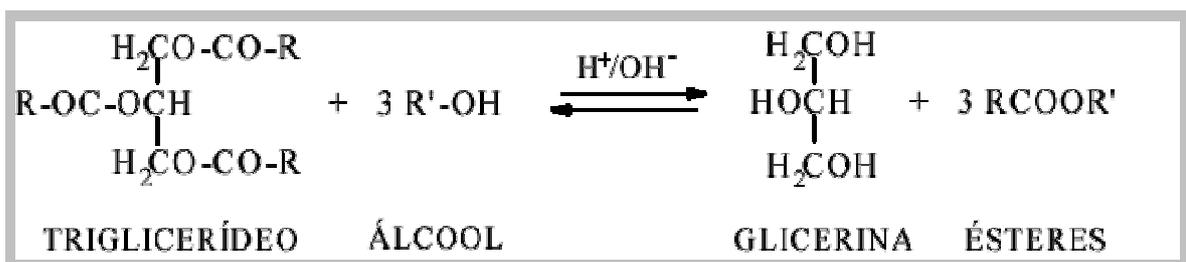
- Escuma de Insumos residuais: envolvem o óleo residual de fritura usado, ácidos graxos, gordura animal e esgoto sanitário. Por serem considerados como poluentes a obtenção de combustível a partir destes insumos configura-

se como uma atividade que utiliza materiais sem valor no mercado, o que contribui para a redução dos custos de produção, além de caracterizar um tratamento sanitário. A matéria-prima do processo é de disposição imediata junto aos centros urbanos, porém, em pequena quantidade quando comparada à demanda energética;

- Insumos oriundos do extrativismo: no Brasil envolvem os recursos oriundos do extrativismo vegetal, como o babaçu, o buriti e a castanha-do-pará. Esta matéria-prima também apresenta disposição imediata, porém encontra-se em locais distantes dos centros urbanos;
- Insumos cultivados: envolvem, por exemplo, a soja, mamona, dendê, girassol, amendoim, colza e coco, insumos que não apresentam disposição imediata em função de já terem um mercado consolidado, podendo sofrer variações de preço em função das flutuações do mercado.

O modo mais comum de produzir biodiesel é por transesterificação que recorre a uma substância química para catalisar a reação que envolve o óleo vegetal e um álcool para produzir monoalquil éster de ácidos graxos (biodiesel) e glicerol. A reação estequiométrica de transesterificação requer três moles de álcool por mol de triglicerídeos, para render três moles de éster e um mol de glicerol. A reação está representada a seguir.

QUADRO 2 - Reação Química de Produção do Biodiesel (Éster)



Fonte: Elaboração própria

Os triacilgliceróis ou também chamados triglicerídeos, principais componentes do óleo vegetal, consistem em três cadeias longas de ácidos graxos esterificados para cada coluna de glicerol. Quando os triglicerídeos reagem com um álcool (metanol, por exemplo), as três cadeias dos ácidos graxos são libertadas da estrutura do glicerol e combinando-se com o álcool e formando o monoalquil éster do ácido graxo (QUADRO2). O Glicerol (ou glicerina) é produzido como coproduto. A glicerina torna o óleo mais denso

e viscoso. Durante o processo de transesterificação, ela é removida do óleo vegetal, deixando o óleo com menor densidade e viscosidade.

Quanto aos álcoois, os mais frequentemente empregados são os de cadeia curta, tais como metanol, etanol, propanol e butanol. No Brasil o uso de etanol anidro é vantajoso, pois este é produzido em larga escala, além de ser um produto obtido através de biomassa e, dessa maneira, o processo torna-se totalmente independente do petróleo, promovendo a produção de um combustível completamente agrícola. O metanol é o álcool mais comumente utilizado por causa do baixo custo. Em geral, um excesso de metanol é usado para deslocar o equilíbrio da reação para a direita, garantindo um melhor rendimento reacional.

Com relação aos catalisadores, a transesterificação pode ser realizada tanto em meio ácido quanto em meio básico. Porém, ela ocorre de maneira mais rápida na presença de um catalisador alcalino que na presença da mesma quantidade de catalisador ácido, observando-se maior rendimento e seletividade, além de apresentar menores problemas relacionados à corrosão dos equipamentos. Os catalisadores mais eficientes para esse propósito são KOH e NaOH, sendo que o uso de hidróxido de sódio, ao invés de metóxido de sódio, é preferido por causa dos perigos e inconvenientes do uso de metal de sódio.

Por se tratar de um biocombustível e em função da diversidade de matérias primas disponíveis para sua produção, além das rotas de produção, deve existir grande preocupação com a qualidade e conformidade do produto para que não ocorram transtornos para o usuário final do produto.

O estabelecimento de padrões internacionais para este biocombustível tem sido estudado há algum tempo e tem por objetivo facilitar a comercialização. A especificação do biodiesel para uso comercial é considerada uma etapa essencial para o desenvolvimento de programas de biodiesel. Nestas condições, misturas de diesel com biodiesel adequadamente especificado, em teores até 20%, podem ser empregadas sem problemas operacionais ou de desempenho em motores convencionais, sem qualquer ajuste ou modificação. Poucas exceções limitam o emprego de biodiesel ao B5 e praticamente todos os fabricantes de motores mantêm a garantia de seus equipamentos quando operam com B20. Tais condições pressupõem sempre o atendimento da especificação do combustível.

No Brasil a ANP, órgão regulador do setor, determina através de resoluções os parâmetros de qualidade do biodiesel. A seguir são listadas algumas resoluções inerentes ao biodiesel:

- Resolução ANP Nº 25 de 2 /9/2008 (DOU 3/9/2008). Estabelece a regulamentação e a obrigatoriedade de autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel;
- Resolução ANP Nº 07 de 19 /3/2008 (DOU 20/03/2008). Estabelece a especificação do biodiesel a ser comercializado pelos diversos agentes econômicos autorizados em todo o território nacional;
- Resolução ANP Nº 02 de 29/1/2008 (DOU 30/1/2008). Estabelece a obrigatoriedade de autorização prévia da ANP para a utilização de biodiesel, B100, e de suas misturas com óleo diesel, em teores diversos do autorizado pela legislação vigente, destinados ao uso específico.

#### **4.4 O Biodiesel no Brasil**

Na busca por novas fontes de tecnologias energéticas, o governo brasileiro instituiu no final do ano de 2003, a Comissão Executiva Interministerial (CEI), coordenada pelo Ministério das Minas e Energia (MME), e o Grupo Gestor (GG), com o intuito de implantar ações para a produção e uso do biodiesel. A CEI assumiu a competência para elaborar, implementar e monitorar o programa integrado, além de propor os atos normativos, analisar, avaliar e sugerir outras recomendações e ações, diretrizes e políticas públicas. Já o Grupo Gestor (GG), teve a incumbência para a execução das ações relativas à gestão operacional e administrativa voltadas para o cumprimento das estratégias e diretrizes estabelecidas pela CEI (MCT, 2008).

Surgiu a partir dessas comissões, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Este foi apresentado pelo governo federal em 06 de dezembro de 2004, através da então ministra de Minas e Energia e atual presidenta, Dilma Rousseff, e do Presidente da República na época, Luís Inácio Lula da Silva. Na oportunidade foi lançado o Marco Regulatório que estabeleceu as condições legais para a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Em 13 de janeiro de 2005 foi publicada a Lei 11.097, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira estabelecendo a obrigatoriedade de adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado nos postos revendedores em percentuais mínimos de 2% com elevação gradativa até 5%, oito anos após a publicação da Lei.

Em março de 2008, a Resolução nº 02 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) elevou de 2% para 3% o percentual obrigatório de biodiesel adicionado ao óleo diesel, com vigência a partir de 1º de julho de 2008. Atualmente este

percentual encontra-se em 5%, como previsto no PNPB para 2013, devido às antecipações regulatórias determinadas por questões de oferta e demanda de mercado.

#### 4.4.1 Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) é um programa interministerial do governo federal que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, visando a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda.

As principais diretrizes do PNPB são:

- Implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social;
- Garantir preços competitivos, qualidade e suprimento;
- Produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas.

O PNPB destaca o biodiesel como combustível capaz de melhorar as condições ambientais nos grandes centros urbanos e pela possibilidade de pleitos a financiamentos internacionais com condições favorecidas sob a ótica de mecanismo de desenvolvimento limpo previsto no protocolo de Kyoto.

O PNPB foi estruturado sobre uma forte base tecnológica através dos vetores ambiental, social e mercadológico detalhados no Plano de Trabalho, coordenado pela Comissão Executiva Interministerial. As linhas de ação definidas no programa são descritas a seguir (MCTI, 2008):

- Estado da arte: biodiesel no Brasil e no mundo;
- Delimitação das regiões atrativamente econômicas para a produção de biodiesel;
- Quantificação dos mercados, interno e externo;
- Estruturação das cadeias agrícola, industrial e de comercialização;
- Tributação: política de preços;
- Adequação do arcabouço regulatório;
- Determinação da rampa de crescimento;
- Linhas de financiamento;
- Plantas industriais – escala comercial;

- Meio ambiente;
- Plano de divulgação do programa biodiesel;
- Desenvolvimento tecnológico;
- Inclusão e impactos sociais;
- Estruturação, institucionalização e monitoramento da execução do programa;
- Análise de risco;
- Recursos financeiros para elaboração e implantação do programa.

O governo trabalha a questão da inclusão social, estimulando as empresas a adquirir matérias primas de agricultores familiares através de incentivos fiscais e propiciando aos agricultores, o acesso a linhas de financiamento através do Programa Nacional de Agricultura Familiar (PRONAF). As empresas por sua vez, ao atenderem aos critérios estabelecidos de relacionamento com agricultores familiares, passam a ser detentoras do Selo Combustível Social, o qual é condicionante a aquisição de tais incentivos fiscais e possibilita a participação em condições comerciais mais favoráveis.

O desenvolvimento tecnológico é coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), que constituiu a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB) com o propósito de desenvolver conhecimento e tecnologia para a cadeia produtiva do biodiesel nas áreas agrícola, industrial, processamento, coprodutos, comercialização e também para a formação de mão de obra qualificada.

Assim a RBTB atua através da consolidação de um sistema gerencial de articulação dos diversos atores envolvidos na pesquisa, no desenvolvimento e na produção de biodiesel, permitindo assim a convergência de esforços e otimização de investimentos públicos; a identificação e eliminação de gargalos tecnológicos que venham a surgir durante a evolução do PNPB, o que será feito por meio de constante pesquisa e desenvolvimento tecnológico realizados no âmbito de parcerias entre instituições de P&D e do setor produtivo (MCTI, 2008).

As ações de pesquisa e desenvolvimento foram divididas nas áreas de: Agricultura; Bens de capital e processos produtivos e Rotas tecnológicas e coprodutos. As ações na agricultura são planejadas e executadas em conjunto com a Embrapa, através de linhas de atuação voltadas ao zoneamento pedoclimático; variedades vegetais e oleaginosas; economia e modelagem de sistemas; processamento e transformação.

As ações da RBTB nas demais áreas contemplam atividades para testes e ensaios com motores, desenvolvimento e otimização de tecnologias para a produção de biodiesel, destinação e uso dos coprodutos, caracterização e controle de qualidade do combustível, critérios e formas de armazenamento e estruturação de laboratórios e formação de recursos humanos.

Estudos realizados recentemente avaliaram a necessidade em se rever as diretrizes e planejamento do PNPB. Como exemplo cita-se o estudo de Santos (2011) que ressalta que o PNPB não tem tido sucesso em fazer suas práticas coincidirem com as premissas que balizaram sua criação. Para este autor há uma defasagem entre as diretrizes do referido programa e os resultados obtidos. O referido estudo aponta que houve falhas na inserção da agricultura familiar, regionalização da produção e desenvolvimento de matérias-primas alternativas à soja. Para Santos (2011) será muito difícil mudar o perfil da indústria sem o aparecimento de novas matérias-primas que levem a uma maior regionalização da produção de biodiesel. Ao se fundamentar na soja, a dinâmica do setor incentiva a concentração da produção junto às regiões produtoras mais tradicionais. “Quem produz mais soja naturalmente produz mais biodiesel. Se temos a intenção de regionalizar a produção, temos que entender que a dinâmica atual não trará benefícios”, comentou Gesmar (BiodieselBR, 2012).

Estima-se que a inserção da agricultura familiar até agora foi bem abaixo do esperado para metas iniciais do programa que, segundo o governo federal, deveria envolver 245 mil famílias agricultoras, especialmente no Nordeste. Entretanto, passados quase sete anos desde o lançamento oficial do programa, esse número está em 109 mil famílias que se dedicam principalmente à produção de soja nas regiões Centro Oeste e Sul (BiodieselBR, 2012).

Desde 1º de janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução 6/2009 do CNPE, que aumentou de 4% para 5% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel. A contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel faz parte do PNPB e da experiência acumulada pelo Brasil na produção e no uso em larga escala de biocombustíveis (ANP, 2012).

A Lei 11097 de 2005 além de introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira também ampliou a competência administrativa da ANP, que passou desde então a denominar-se Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis assumindo as atribuições de especificar e fiscalizar a qualidade dos biocombustíveis além

de garantir o abastecimento do mercado, em defesa do interesse dos consumidores (ANP, 2012).

Para se tornar biodiesel, o óleo vegetal e/ou sebo precisa passar por um processo químico chamado transesterificação realizado em unidades produtoras de biodiesel. Seu uso ocorre através da mistura em percentual previamente estabelecido por legislação que, ao ser misturado com o óleo diesel, deve atender às especificações técnicas presentes nas Resoluções regulatórias que determinam a qualidade do produto.

Usualmente utiliza-se a nomenclatura de BX, onde o X determina o percentual de biodiesel no diesel. Assim, temos que atualmente a legislação determina que todo óleo diesel comercializado no Brasil deva ser o B5, ou seja, mistura de 5% de biodiesel e 95% de óleo diesel. Tal composição pode ser alterada em casos especiais e sob prévia autorização da ANP.

E para produzir o biodiesel, o Brasil, ao contrário dos demais países produtores, dispõe além do sebo de frango e bovino, de uma vasta variedade de espécies vegetais que podem ser usadas no processo produtivo, entre elas soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso, conforme apresentado na FIGURA 5.

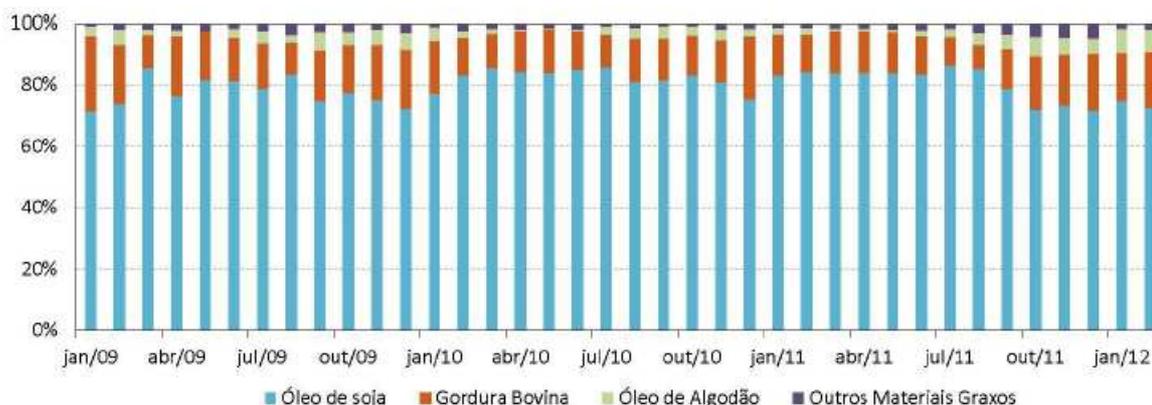
FIGURA 5 – Potencialidade brasileira para produção de oleaginosas



Fonte: Cartilha Biodiesel, SEBRAE, 2008

Entretanto passada a euforia do início do programa em 2005, verifica-se que a matriz de oleaginosas para a produção do biodiesel, inicialmente bastante diversificada, atualmente está baseada apenas na soja, algodão e sebo (gordura bovina), conforme apresentado no GRÁFICO 3. Tem-se que muitas pesquisas foram realizadas e que muitos estudos ainda estão em andamento, mas que a produtividade elevada da soja através da agricultura mecanizada tem favorecido a preços competitivos e conquista de mercado.

GRÁFICO3 - Participação das matérias primas usadas para a produção de biodiesel no Brasil



Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, MME, Maio 2012

Tais números trazem a tona questionamentos sobre a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo e plantio, além da busca de novas matrizes de sementes, mais resistente e com melhor rendimento. Neste aspecto, o incentivo à pesquisa e desenvolvimento torna-se fator determinante para a geração de processos produtivos mais inovadores no âmbito agrícola.

Estima-se que os custos inerentes à produção dos óleos, até o recebimento nas usinas, seja responsável por aproximadamente 65% do custo final do biodiesel. Este fato passa a ser bastante crítico devido ao fato de ser uma matriz demasiadamente dependente da soja, a qual tem tido constantes oscilações de preço no mercado internacional, conforme visto no GRÁFICO4 a seguir.

GRÁFICO 4 - Preço do óleo de soja

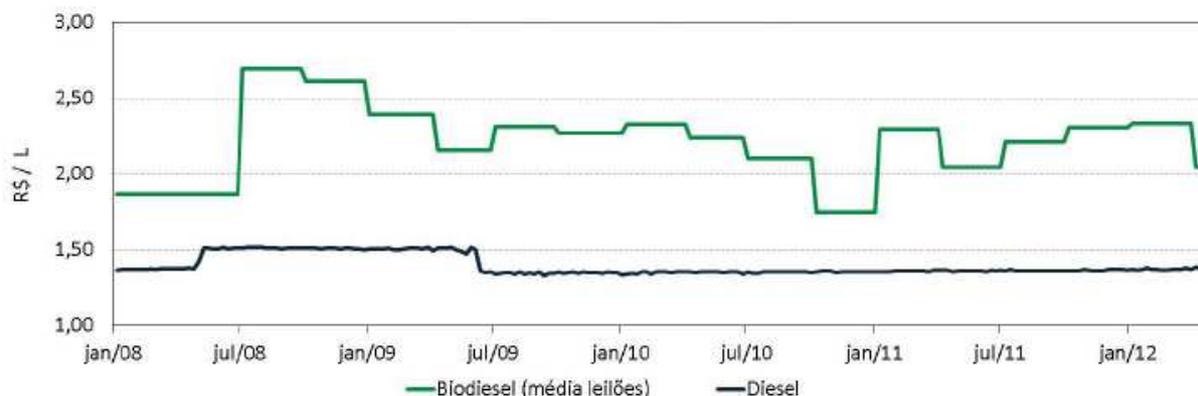


Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, MME, Maio 2012

Ver-se, portanto que as diretrizes do PNPB para a diversidade de matéria prima não acompanharam a evolução e acomodação do mercado do biodiesel. Com isso cresce a expectativa de estudos que apontem caminhos favoráveis para a retomada do potencial em variedades de oleaginosas disponível no Brasil.

O custo de obtenção dos biocombustíveis ainda é elevado em relação aos combustíveis derivados de origem fóssil, conforme verificado no GRÁFICO 5 que compara o preço de comercialização do produtor para o óleo diesel e biodiesel. Observa-se que, mesmo com algumas oscilações ocorridas nos preços ao longo dos últimos anos, o preço de venda do biodiesel/litro do produtor ainda fica consideravelmente elevado, impactando diretamente nos custos do óleo diesel comercializado (B5) e inviabilizando a presença do biocombustível em um mercado aberto.

GRÁFICO 5 – Preço de venda de biodiesel no produtor (com PIS, COFINS e CIDE, sem ICMS)



Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, MME, Maio 2012

Tais informações apontam que a viabilidade de mercado para o biodiesel ocorrerá somente através da garantia de subsídios governamentais, como ocorre para a

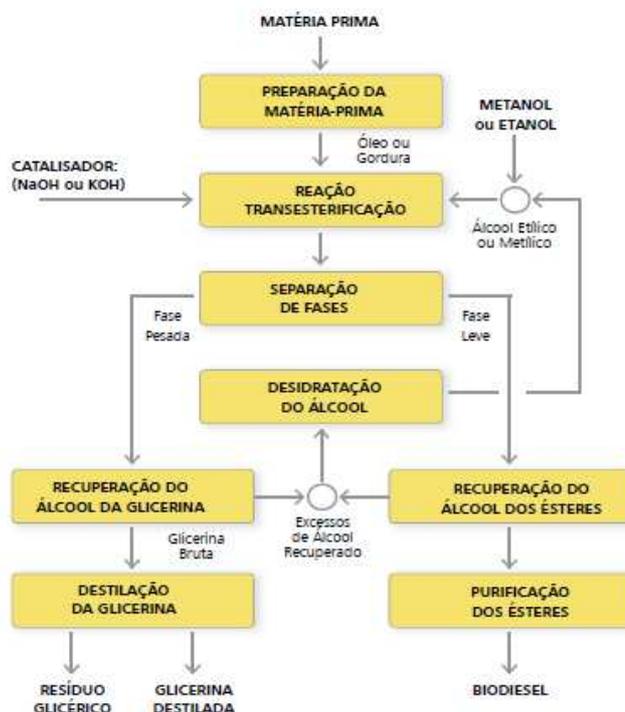
grande maioria dos biocombustíveis, não somente no Brasil, mas em todo o mundo. Experiências com programas de tentativa de incorporação de biocombustíveis no mercado automotivo no passado conduziram a aprendizagens importantes para a elaboração e estruturação das diretrizes adotadas pelo atual PNPB.

#### 4.4.2 Obtenção do Biodiesel

Holanda (2006) define o Biodiesel como sendo a denominação genérica para combustíveis e aditivos provenientes de fontes renováveis de energia, como as plantas oleaginosas. Dentre as principais matérias-primas para a produção do biodiesel encontram-se: óleos vegetais, gordura animal e óleos e gorduras residuais.

Para a obtenção do biodiesel, o óleo vegetal e/ou sebo animal passa por um processo químico chamado de transesterificação. Tal processo ocorre através da mistura da matéria prima, previamente tratada, acrescida de álcool, normalmente metanol, e catalisador. Os produtos gerados por este processo são o biodiesel e a glicerina, conforme é evidenciado na FIGURA 6.

FIGURA 6 - Processo de obtenção do biodiesel

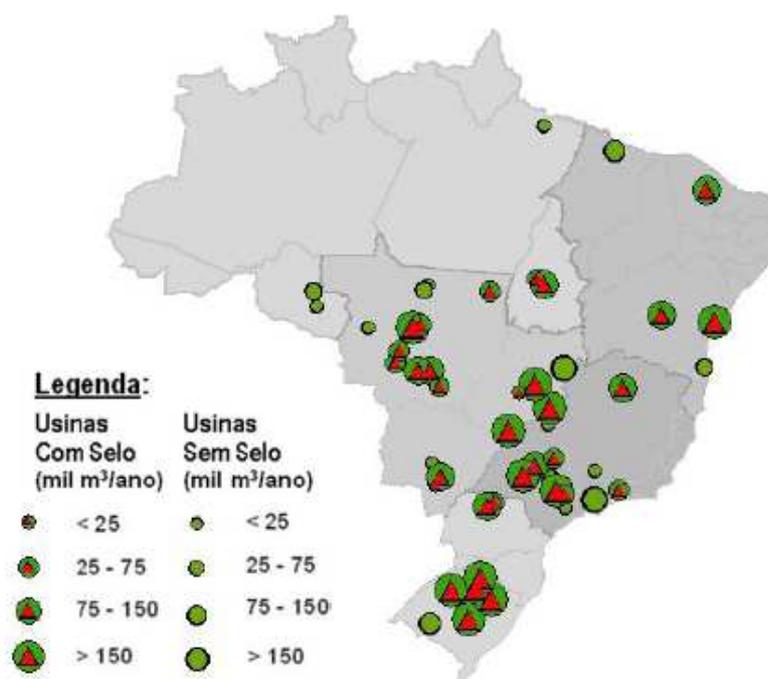


Fonte: Parente (2003)

Outros métodos de obtenção de biodiesel podem ser utilizados, entretanto, o processo exemplificado acima é utilizado em escala industrial na grande maioria do biodiesel produzido no mundo. Outras tecnologias produzem biodiesel em pequena escala, em nível de pesquisa ou através de produção em escala piloto.

O biodiesel é produzido em Usinas, as quais devem ser autorizadas pela ANP para instalação e posterior operação. Antes do início da produção, a ANP determina a capacidade autorizada para cada unidade produtora. Esta determinação da capacidade é baseada no projeto da usina e no número de dias previstos para produção, levando-se em consideração um período de parada para as unidades operacionais para manutenção e recebimento de insumos, caso estes atrasem. A FIGURA 7 ilustra a localização das usinas através das regiões da federação enquanto que o QUADRO 3, numera a capacidade instalada de usinas.

FIGURA 7 – Localização das Usinas Produtoras de Biodiesel



Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, MME, Maio 2012

QUADRO3 – Capacidade instalada e quantitativo de usinas por região

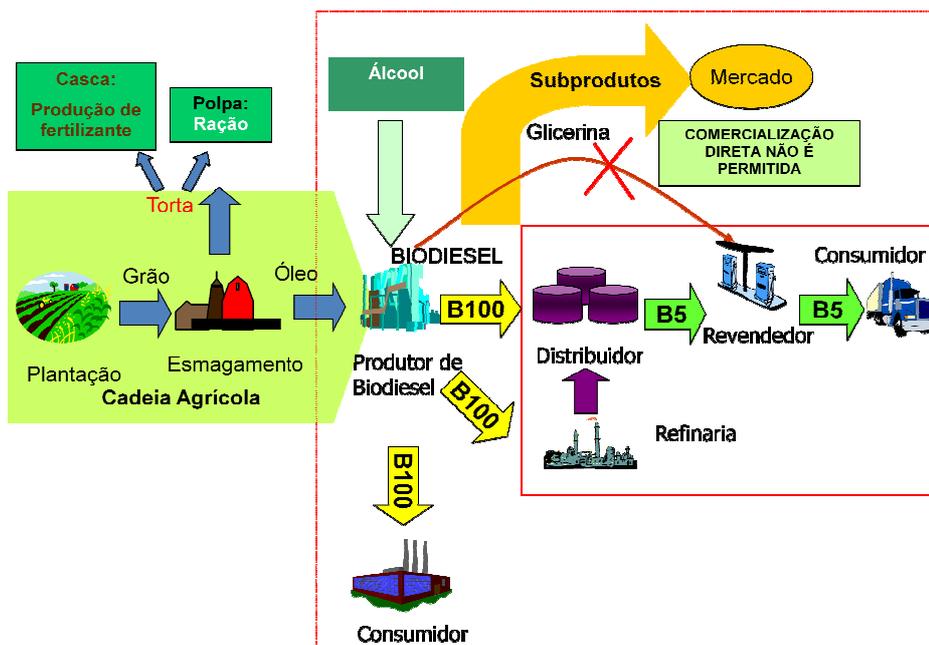
Região	nº usinas	Capacidade Instalada	
		mil m³/ano	%
N	5	205	3%
NE	6	741	12%
CO	25	2.547	41%
SE	12	1.143	18%
S	8	1.624	26%
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>6.260</b>	<b>100%</b>

Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, MME, Maio 2012

#### 4.4.3 Os Leilões de Comercialização

Para assegurar que todo óleo diesel comercializado no país contenha o percentual de biodiesel determinado por lei, a ANP atua em toda a cadeia produtiva estabelecendo resoluções e ações de fiscalização em atendimento ao estabelecido pelo PNPB. Na FIGURA 8 é mostrada a estrutura da cadeia de produção e distribuição do biodiesel.

FIGURA 8 – Cadeia do Biodiesel



Fonte: Souza, 2005

A ANP realiza desde 2005, Leilões de Biodiesel, com o intuito de garantir a competitividade e fornecimento para a venda de biodiesel produzido no país. Com isso, as condições de fornecimento e qualidade, além de incentivos fiscais, passam a determinar diretamente o mercado. A comercialização por leilões foi a saída adotada para gerar mercado e, desse modo, estimular a produção de biodiesel em quantidade suficiente para que refinarias e distribuidores pudessem compor a mistura (BX) determinada por lei.

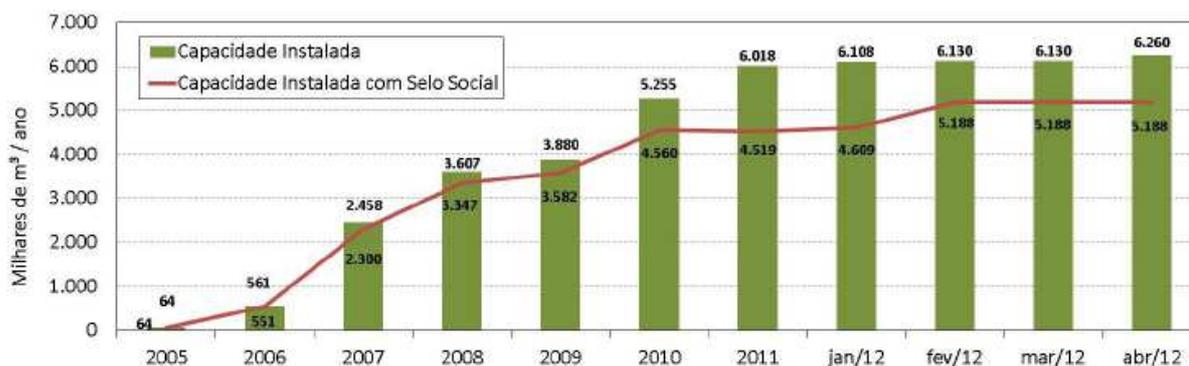
Até o 25º Leilão de Biodiesel, havia a fixação de um preço de referência e as empresas vencedoras eram as que ofereciam biodiesel em menor preço. Mais recentemente, ocorreu uma grande mudança de formatação de forma a permitir que as distribuidoras possam participar mais ativamente na escolha do biodiesel a ser fornecido pelas usinas. A Petrobrás, por sua vez, continua sendo o elo entre as usinas e as distribuidoras ao atuar como adquirente do biodiesel. Na versão atual, os leilões devem ter o certame dividido em quatro etapas, conforme edital de leilão público da ANP:

- Etapa 1: Apresentação das ofertas pelas unidades produtoras de biodiesel (fornecedores);
- Etapa 2: Seleção das ofertas pelo adquirente, com origem exclusiva em fornecedores detentores do selo combustível social;
- Etapa 3: Seleção das demais ofertas pelo adquirente, com origem em quaisquer fornecedores, com ou sem selo combustível social;
- Etapa 4: Consolidação e divulgação do resultado final.

É importante observar que na segunda e terceira etapas, as distribuidoras escolhem o volume a ser comprado (anteriormente fixado por lote) e de quem comprar, mesmo tendo a Petrobrás como adquirente. Com isso, usinas que não produzem seus produtos com qualidade ou apresentarem problemas com prazos de entrega, tendem a ter dificuldades de venda nos leilões.

No GRÁFICO 6 temos a distribuição das capacidades instaladas das usinas e os volumes das usinas com o selo social ou também chamado selo combustível social. Destaca-se que pelo menos 80% das vendas realizadas na etapa 2 dos leilões devem advir de Usinas detentoras do selo social, favorecendo assim, o incentivo à agricultura familiar.

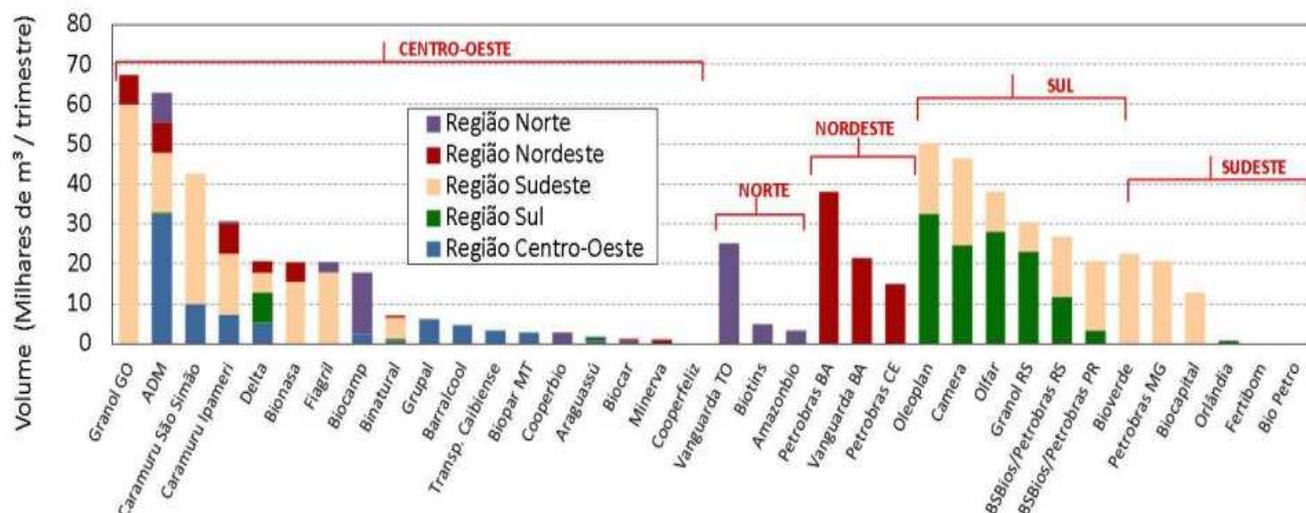
GRÁFICO6 – Capacidade Instalada de Produção e Selo Social



Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, MME, Maio 2012

Destaca-se ainda, que os leilões são realizados pela ANP através de regras publicadas através de editais e, a logística dos volumes comercializados, fica sob a coordenação da Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRÁS). Ao preço de venda, é acrescido um valor adicional, chamado de fator de logística. Este por sua vez, visa compensar os custos de logística inerentes a retirada nas usinas produtoras até as bases de distribuição. Nota-se através do GRÁFICO 7 que em alguns casos, a unidade produtora não está localizada na região de destino.

GRÁFICO 7 - Volume vendido por unidade produtora para cada região de destino



Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, MME, Março 2012

Empresas com selo social são beneficiadas também com incentivos fiscais conforme o QUADRO 4.

QUADRO4 - Incidência de tributos para instituições com selo social

Tributos Federais	Biodiesel				Diesel de Petróleo
	Agricultura Familiar no Norte, NE e Semi-árido com mamona ou Palma	Agricultura Familiar	Norte, NE e Semi-árido com mamona ou Palma	Regra Geral	
IPI	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero
CIDE	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	R\$ 0,070
PIS/COFINS	Redução de 100%	Redução de 68%	Redução de 32%	≤ diesel mineral	R\$ 0,148
Total tributos federais	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro	R\$/litro
	R\$ 0,00	R\$ 0,070	R\$ 0,151	R\$ 0,218	R\$ 0,218

Fonte: PNPB (2005)

#### 4.4.4 A Produção e Mercado do Biodiesel

O principal mercado de biodiesel encontra-se na Europa, que tem um dos maiores produtores mundiais, a Alemanha. O interesse europeu no biodiesel ocorre porque a frota de veículos a diesel é bastante expressiva com crescente participação na frota total. A frota de veículos dos Estados Unidos, por sua vez, utiliza em sua maioria,

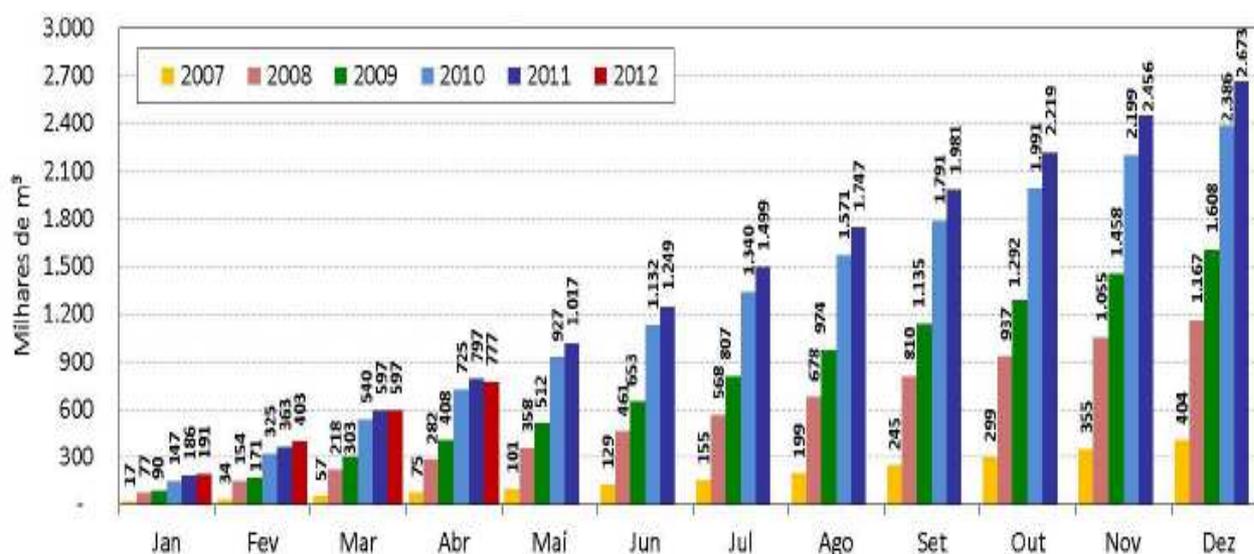
gasolina e suas normas são mais restritivas que na Europa. Assim, nos Estados Unidos o interesse maior está sendo na produção do etanol a partir do milho, na busca de elevar o mercado de veículos com esse combustível. Mesmo com o preço do biodiesel mais elevado nos Estados Unidos, o mercado está em crescimento, assim como o mercado asiático, o qual se apresenta bastante promissor.

Os países da União Europeia e os Estados Unidos produzem e utilizam o biodiesel comercialmente. Outros países, tais como Argentina, Austrália, Canadá, Filipinas e Índia, apresentam significativos esforços para o desenvolvimento de suas indústrias, estimulando o uso e a produção do biodiesel. Assim, a busca pelo aumento da capacidade de produção de biodiesel vem sendo pautada pelas expectativas de consumo crescente nos próximos anos.

No Brasil o uso do biodiesel como combustível teve seu início de forma recomendativa com posterior obrigatoriedade através de percentuais em volume a serem misturados ao óleo diesel no ato da comercialização deste como combustível.

O mercado brasileiro para o biodiesel tem crescido, conforme ilustrado no GRÁFICO 8. Vemos que mesmo com a produção condicionada, as vendas através de leilões, os incrementos de biodiesel na mistura, inicialmente 2% e atualmente 5% de biodiesel em diesel, aliado ao crescimento e desenvolvimento da frota nacional de veículos, tem demonstrado uma expressiva elevação dos volumes.

GRÁFICO 8 – Produção de biodiesel no Brasil



Fonte: Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, MME, Maio 2012

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a realização do *roadmap* e visando abordar o objetivo geral deste trabalho, foram traçados os objetivos específicos, os quais são novamente listados a seguir:

- a) Prospectar a posição futura da fronteira tecnológica do biodiesel no Brasil;
- b) Identificar os fatores de impacto sobre a evolução futura do setor do biodiesel;
- c) Vislumbrar como se dará o desempenho inovativo e social (agricultura familiar) do setor do biodiesel.

Assim, para a continuidade da pesquisa, elaborou-se um conjunto de questões apresentadas através de questionário com um texto inicial referente à abordagem do tema para consequente coleta de dados primários dos especialistas, através de uma rodada inicial pelo método Delphi.

A avaliação dos resultados obtidos nessa primeira rodada foi desenvolvida através de tabelas de relacionamento de concordância, em percentuais ou notas, de forma a expressar o grau de convergência para cada assunto.

### 5.1 Aprendizado

Tendo como referência o framework analítico apresentado na FIGURA 3, buscamos em nossa pesquisa inicial identificar as principais variáveis de contribuição para a capacidade tecnológica. E conforme exposto no referencial teórico, o qual cita que a capacidade tecnológica consiste no conjunto ou estoque de recursos de conhecimento tecnológico disponível, temos que a capacidade tecnológica está diretamente relacionada com o aprendizado, pois a partir deste, há o ganho e acúmulo de conhecimento.

E como a inovação é um processo iterativo realizado através da combinação de várias fontes oriundas de agentes socioeconômicos diversos detentores de informações e conhecimentos, exploramos na aplicação dos questionários, a possibilidade de ênfase de processos inovadores como fonte de ganho de conhecimento e consequente aumento de capacidade tecnológica.

O QUADRO 5 mostra os principais pontos deficitários de inovação entre os elos da cadeia de produção do biodiesel.

QUADRO5 – Questão 2 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada

Podemos dizer que na cadeia do biodiesel, temos vários elos, tais como o setor agrícola, logística, tecnológico, etc os quais sofrem influência direta de fatores externos aos elos dessa cadeia. Tais influências podem inclusive, vir a afetar o preço final e/ou custo de produção do biodiesel. Nesse sentido, você entende que ainda há espaço para INOVAÇÃO e em que áreas?

Setor da Cadeia	Aspecto			
	Não necessário de Inovação	Pouco Inovador	Inovador	Muito Inovador
<b>Desenvolvimento Agrícola</b>	0%	0%	14%	<b>86%</b>
<b>Organização do Setor Agrícola</b>	0%	0%	0%	<b>100%</b>
No processo do óleo (esmagadoras)	0%	14%	57%	29%
Setor de Logística	0%	0%	29%	<b>71%</b>
Tecnologia de Produção	0%	0%	71%	29%
Aplicação do Biodiesel Final	0%	29%	71%	0%
<b>Aplicação de Coprodutos do Biodiesel</b>	0%	0%	14%	<b>86%</b>
Diretrizes Políticas de Regulação	0%	29%	29%	43%

Fonte: Elaboração própria

Fica óbvio neste contexto, que o desenvolvimento de novos processos produtivos e como estes possam se organizar são fundamentais para a consolidação da cadeia agrícola do biodiesel, principalmente ao observar que aproximadamente 65% do preço do biodiesel final é oriundo da matéria prima. Assim a transferência de conhecimentos e o favorecimento a ambientes propícios para a inovação pode ser o diferencial competitivo para a participação em mercados interno ou globalizado.

Percebe-se, entretanto, que mesmo com subsídios e percentuais compulsórios, a fragilidade ocasionada pela dependência dos custos da matéria prima são ainda muito acentuados. Instabilidades no mercado de fornecimento de matéria prima, principalmente soja, podem inviabilizar os custos de produção do produto final. O QUADRO6 mostra a importância em se desenvolver tecnologias para obtenção de matérias primas alternativas de forma a viabilizar o custo de produção do biodiesel, bem como estabilizar possíveis oscilações no mercado no preço dos óleos.

## QUADRO6 – Questão 8 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada

Muito se fala acerca do biodiesel quanto aos benefícios na matriz energética, por ser um combustível renovável que estimula a agricultura, gera empregos e diminui as importações do diesel, além de poluir menos o ambiente, problema sério enfrentado pelas grandes cidades. Entretanto, muito se discute sobre a possibilidade de aumento do percentual de biodiesel na mistura com óleo diesel, atualmente em 5%. Você entende que a causa desta resistência à elevação do percentual deve-se:	Nota (0 a 5) onde 5 é maior concordância
A restrições de oferta de biodiesel pelas usinas para suprir o aumento desse percentual	3,0 
A questões político- financeiras que influenciam a não redução do volume de diesel consumido na matriz nacional	1,3 
Da falta de visão dos agentes reguladores e governamental em apostar no biodiesel como combustível consolidado	2,0 
Devido a dificuldades de logística em elevar o fluxo de produto entre as unidades produtoras e consumidoras	2,9 
Por instabilidades no mercado de fornecimento de matéria prima (principalmente soja), visto que os preços tem oscilado bastante nos últimos anos, podendo inviabilizar os custos de produção do produto final	3,7 
Por conta da possibilidade de inserção de novos biocombustíveis na matriz energética nos próximos anos	1,7 

Fonte: Elaboração própria

A seguir temos os QUADROS 7 e 8, que demonstram através da opinião de especialistas, que empresas pequenas tendem a ser engolidas por grandes instituições e que o surgimento da inovação tecnológica, tende a surgir através da união de empresas.

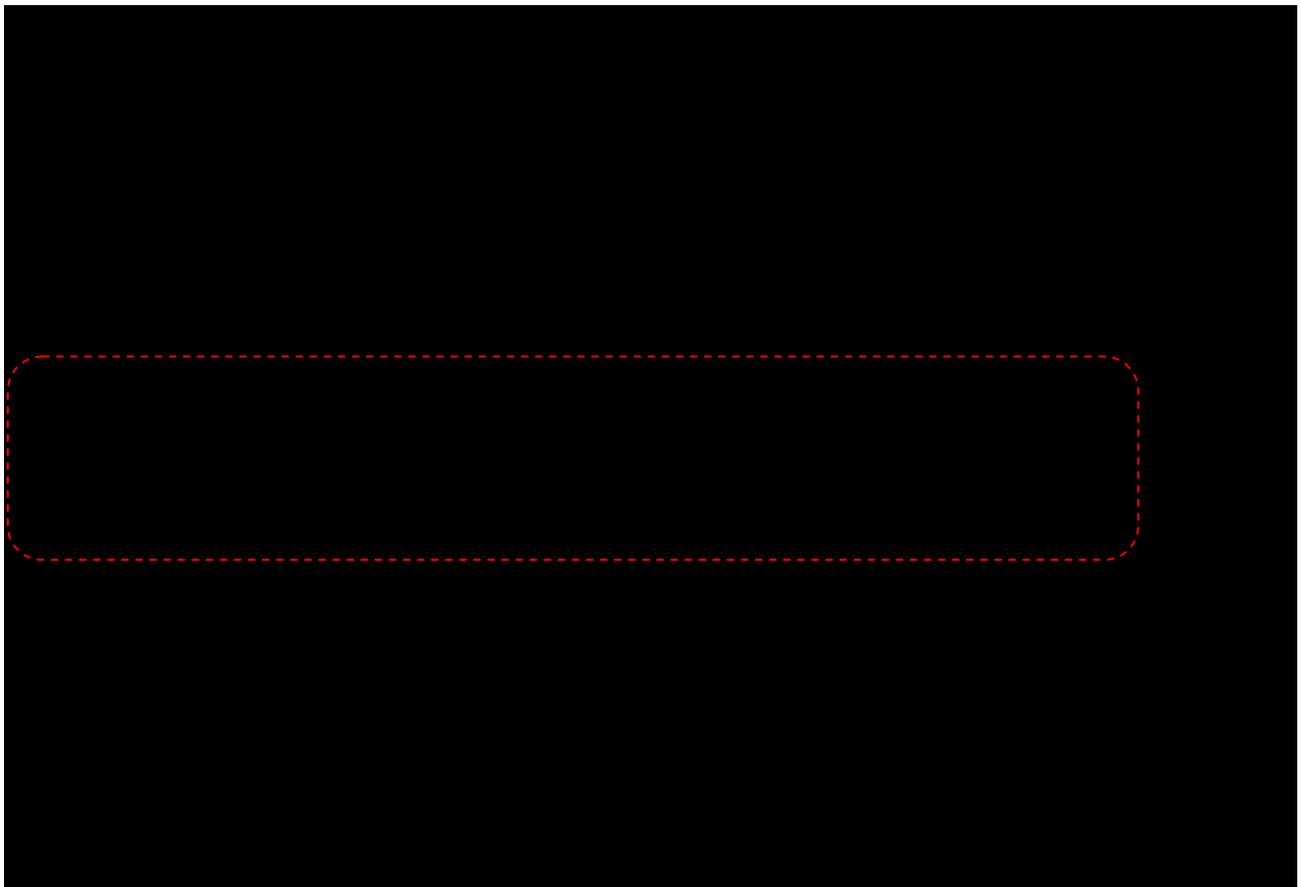
Verificamos que as empresas não possuem uma estratégia de futuro similar, mas que é certo que empresas do setor petróleo diversifiquem sua atuação no ramo de energia. Temos ainda, uma forte tendência de busca por fusões e parcerias, na tentativa de aumentar sua capacitação tecnológica e inovadora. Porém este pensamento entra em conflito, quando as empresas definem suas estratégias. Algumas empresas vêm investindo nos biocombustíveis de primeira geração, etanol e biodiesel, na possibilidade de adquirir uma base de aprendizado sólida e, com isso, uma maior capacidade de desenvolvimento de inovação para conquistar os domínios de novas tecnologias, como é o caso da Shell que, associou-se com a Cosan, atual Raizen, de forma a agregar conhecimento a partir da cadeia produtiva do etanol. Outras empresas, entretanto tem apostado no desenvolvimento direto de pesquisa para a obtenção de biocombustíveis de gerações avançadas, como é o caso da BP.

Para o setor do biodiesel, temos a Petrobrás em destaque, como a única empresa a criar uma subsidiária própria para a atuação em biocombustíveis, chamada Petrobrás Biocombustíveis. Este fato para o Brasil foi de imensa importância por alinhar a possibilidade de implantação do PNPB e regular o mercado interno. Atualmente, a Petrobrás Biocombustíveis (PBio) vem adotando uma estratégia de expansão de mercado, o que a tornou, a maior produtora de biodiesel do país e uma das maiores em

produção de álcool através de suas unidades próprias e coligadas, além de atuar diretamente com incentivo a mais de 70 mil agricultores. Esta estratégia adotada pela Petrobrás reduz o foco para processos tecnológicos inovadores e viabiliza os interesses políticos de atendimento ao PNPB.

Temos ainda a Total, a qual está entre as maiores empresas do setor, e que iniciou sua atuação nos biocombustíveis de forma tardia, mas bem mais agressiva que as demais. Esta, com participação na empresa Amyris, tem investido fortemente na inovação tecnológica, mesmo com elevado grau de incerteza.

#### QUADRO 7 – Questão 13 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada



Fonte: Elaboração própria

QUADRO 8 – Questão 7 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada

Algumas empresas nos últimos anos vêm realizando parcerias para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos para fins combustíveis. Entretanto, percebe-se que esta estratégia não é uma unanimidade entre as grandes instituições. Você acredita que neste momento as empresas devem adotar

Estratégia de futuro...	Atualmente	Daqui a 5 anos	Daqui a 10 anos	Daqui a 20 anos
Não realizar o desenvolvimento de pesquisas e fortalecer o foco nos atuais biocombustíveis	0%	50%	0%	50%
Desenvolver pesquisa de forma modesta e consolidar-se no mercado atual	50%	0%	0%	50%
Realizar pesquisas com volume de investimentos crescentes, com propósito de obter sucesso em novas fontes de biocombustíveis	<b>80%</b>	20%	0%	0%
Investir no sucesso de novos biocombustíveis e somente mantendo a posição de mercado atual	0%	<b>100%</b>	0%	0%
Investir em massa no desenvolvimento de novos biocombustíveis na busca de mudar gradativamente a atuação na matriz atual dos combustíveis renováveis	20%	20%	30%	30%

Fonte: Elaboração própria

Se entre os elos da cadeia do biodiesel a necessidade da inovação é clara para alguns segmentos, ao se avaliar o mercado macro dos biocombustíveis, temos que a inovação desponta para o desenvolvimento de novas tecnologias.

QUADRO9 – Questão 1 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada

Muitas tecnologias envolvendo combustíveis renováveis encontram-se em pesquisa. Algumas com resultados bastante avançados e outras ainda em estágio embrionário. Em sua opinião em que período teremos tais tecnologias, conforme tabela abaixo, disponível para o mercado consumido?

Tecnologia \ Cenário	2015	2020	2025	2030
Etanol lignocelulósico	33%	<b>67%</b>	0%	0%
Biocombustíveis por Síntese de Fischer Tropsch	0%	40%	20%	40%
Diesel do bagaço da cana	<b>33%</b>	<b>33%</b>	0%	33%
Diesel proveniente de microalgas	33%	33%	<b>17%</b>	17%
Biodiesel obtido de microalgas	33%	33%	17%	17%

Fonte: Elaboração própria

Verificou-se que as novas tecnologias em desenvolvimento para biocombustíveis, devem ser incorporadas na matriz de forma gradativa e que, o etanol lignocelulósico (composto obtido à partir da celulose) tenderá a ter sua consolidação já em meados de 2020. Outras tecnologias despontam com certa incerteza, como é o caso

de biocombustíveis por síntese de Fischer Tropsch, que deverá ter sua inserção definida através de processos de inovação incorporados nessa tecnologia. Já as tecnologias a partir de algas, deverão ser incorporadas em curto espaço de tempo, mas apresentando-se com elevado grau de incertezas quanto à disponibilidade em escala de mercado. Para os combustíveis fósseis, estes deverão continuar com grande contribuição na matriz energética até meados de 2030, mesmo com as fortes pressões de restrições ambientais. Vislumbra-se ainda, que os fósseis perdurem por muito tempo com forte influência na matriz energética mundial e, ainda segundo os especialistas, a tendência de paridade entre os biocombustíveis e os derivados de petróleo tenderá a iniciar no cenário entre 2025 e 2030.

Verifica-se assim que a inovação e, por conseguinte, a aprendizagem encontra-se como fator determinante para a sobrevivência e manutenção das empresas e agentes presentes na cadeia dos biocombustíveis. Dentro da cadeia do biodiesel, o setor agrícola e logístico aponta como os principais desafios para o acúmulo de tecnologia.

Adicionalmente outras variáveis também são capazes de interferir sobre a trajetória de acumulação temporal das capacidades tecnológicas das empresas e, para o setor do biodiesel, identificamos através do roadmap outras variáveis além da inovação, que são: cadeia produtiva, estratégia e mercado e políticas públicas.

## **5.2 Políticas Públicas**

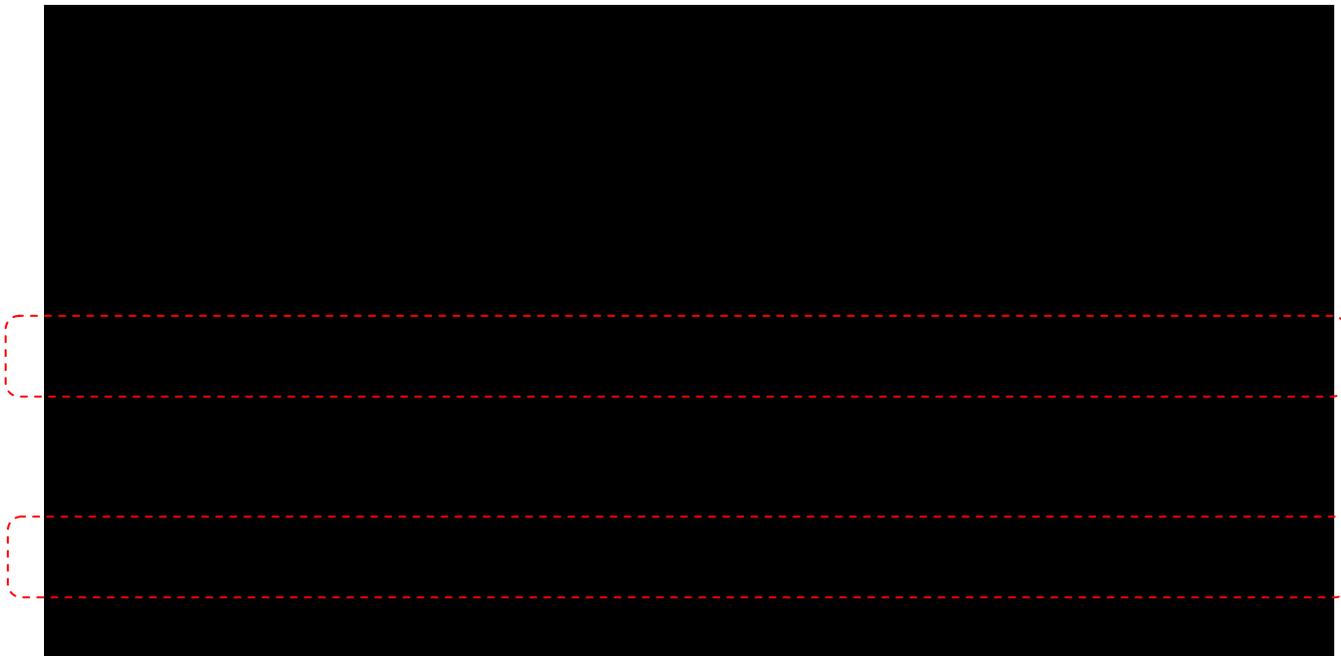
Muito se discute sobre os objetivos do PNPB quanto a seu atendimento as premissas iniciais ou como este irá permanecer ao longo do tempo. Este tema é bastante delicado, pois como vimos anteriormente, envolve centenas de milhares de famílias que, direta ou indiretamente, usufruem de recursos advindos desse programa.

Em suas diretrizes iniciais, o PNPB previa sua implantação através da promoção da inclusão social e geração de emprego e renda. Ora, a geração de empregos oriunda da cadeia do biodiesel, é consequência de um bom funcionamento entre os agentes presentes no setor, o mercado e agentes externos, como por exemplo, outros mercados competitivos concorrentes àquele primeiro ou subsídios governamentais. Assim, o surgimento de tecnologias para a produção de biocombustíveis a partir de outras fontes as quais não possuem a participação da agricultura familiar, torna-se uma ameaça iminente para as diretrizes do PNPB.

A cadeia de produção do biodiesel é bastante vulnerável em relação ao mercado e, para corrigir isto, o biodiesel foi incorporado na matriz energética de forma

compulsória. Ao participarem da aplicação de questionário de pesquisa desse trabalho, os especialistas foram questionados sobre qual ou quais são as dependências que influenciam na produção agrícola, conforme apresentado no QUADRO 11.

QUADRO 10 – Questão 5 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada



Fonte: Elaboração própria

Vemos que a organização dos produtores em associações, cooperativos e outros, são de fundamental importância para o desenvolvimento dos elos da cadeia, o que é compreensível ao se analisar que a transferência de conhecimento entre as partes envolvidas na cadeia, propicia um ambiente de maior capacitação tecnológica e favorecimento de inovação. Outro ponto não menos importante, vem da necessidade de regras que fortaleçam a agricultura familiar, determinadas e fiscalizadas pelos agentes governamentais e reguladores, destacado também no QUADRO 12.

QUADRO 11 – Questão 6 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada

Qual o caminho para o aumento da Inclusão Social no Programa Brasileiro de Biodiesel?	
Caminho para o aumento da Inclusão Social no Programa Brasileiro de Biodiesel.	Nota (0 a 5) onde 5 é de maior importância
<b>Uma maior transferência de tecnologia entre os agentes do setor</b>	4,0
<b>A criação de regras que regulem melhor a cadeia produtiva no âmbito agrícola</b>	<b>4,6</b>
Do desenvolvimento de pesquisas no setor de plantio	3,6
De ações educacionais, esclarecedoras da importância do pequeno agricultor na cadeia produtiva	3,6
De maior empenho das empresas em apoiar a agricultura	3,1

Fonte: Elaboração própria

Fica claro ao se verificar o QUADRO 14, que não se espera que a incorporação de outras fontes alternativas ao PNPB interfira na cadeia de produto do biodiesel desde que cada matriz esteja incorporada através de valores previamente definidos.

QUADRO 12 – Questão 15 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada

Sabe-se que testes de campo com fontes alternativas de biocombustíveis já estão em andamento há algum tempo. Podemos citar o Diesel a partir da cana que vem sendo testado em ônibus na região Sudeste.  Baseado no contexto acima e em sua visão de futuro para o setor, podemos afirmar que:	CONCORDO	DISCORDO
	Você acredita que o PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel) <b>deve adicionar</b> tais fontes alternativas no programa determinando os limites para cada produto de forma a viabilizar a incorporação de novas matrizes sem o prejuízo às demais ?	100%
O PNPB deve focar em abordar as diversas fontes alternativas de forma separada, de forma a simplificar e atingir objetivos de forma específica	67%	33%
O futuro dos biocombustíveis está na livre obtenção e regulação dos mesmos junto ao mercado, não importando a origem, mas apenas recebendo a influência do mercado consumidor	0%	100%
O biodiesel deve receber atenção especial pelo Comitê Gestor do PNPB por já estar “de certa forma” consolidado e estruturado com um grande número de agricultores e unidades produtoras.	50%	50%

Fonte: Elaboração própria

Em outra análise, constatou-se que os leilões são, e permanecerão sendo por mais alguns anos, uma fonte fundamental de garantia de regulação e preço de mercado,

favorecendo as empresas detentoras do selo social e, por consequência, contribuindo para as agriculturas familiares e diretrizes iniciais do PNPB.

QUADRO 13 – Questão 4 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada

Sobre os Leilões...	Aspecto			
	Atualmente	Daqui a 5 anos	Daqui a 10 anos	Daqui a 20 anos
Os Leilões são fundamentais para a continuidade do Programa de Biodiesel	<b>100%</b>	0%	0%	0%
Deve-se revisar a política atual eliminando o processo de Leilões	33%	<b>67%</b>	0%	0%

Fonte: Elaboração própria

Temos então que as políticas públicas são fundamentais no direcionamento do rumo do setor do biodiesel e capacidades tecnológicas. Sem tal regulação e incentivo, tal cadeia tende a estagnar e futuramente desaparecer. Porém, essa importância não se depara somente com a manutenção e interação entre os elos da cadeia, mas também no caminho mais propício para disseminar e incentivar as capacidades tecnológicas, que, como vimos anteriormente se apresentam com muitas oportunidades de aprendizado.

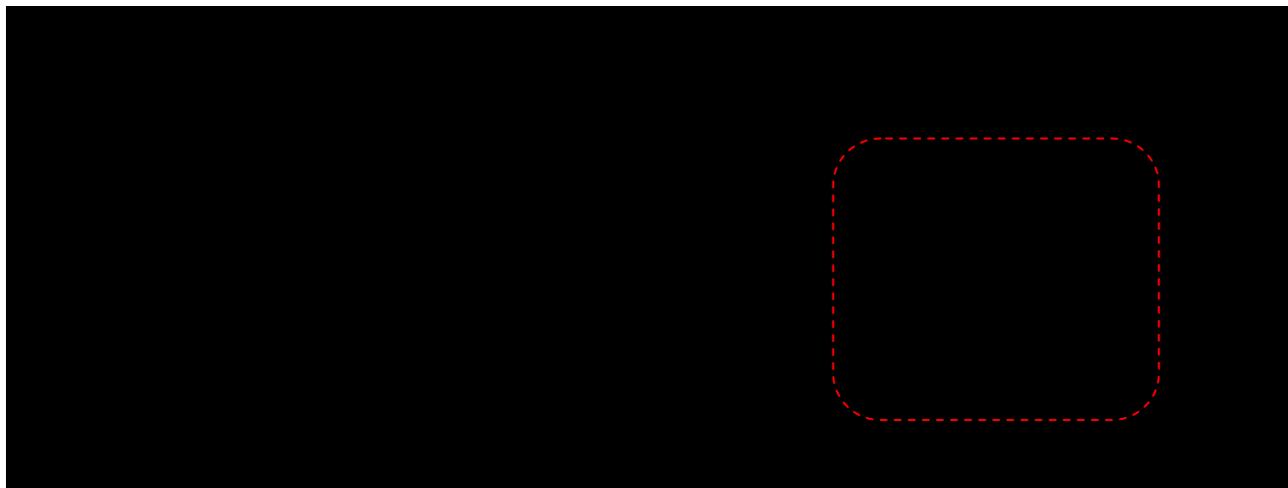
### 5.3 Capacidades Tecnológicas

Ao se avaliar as capacidades tecnológicas do setor e como este está posicionado perante setores afins, verificamos que a fronteira tecnológica possui forte tendência de expansão, visto que a matriz energética se apresenta bastante diversificada, sem abandonar o crescimento propulsor trazido pelas descobertas do pré-sal.

Temos que as pesquisas estão com espectro bastante abrangente no tocante a fontes alternativas, aqui referenciadas de biocombustíveis. Por conseguinte, o Brasil apresenta forte tendência de conquistar uma matriz energética baseada em fontes diversificadas que, se bem aproveitadas, podem trazer divisas e autosuficiência energética. No quadro a seguir, os resultados apresentados pelos especialistas direcionam ao crescimento gradativo das fontes ditas alternativas, frente aos derivados fósseis e, somente em aproximadamente três décadas teremos o início do declínio dos derivados de petróleo.

Destaca-se ainda que fontes energéticas são fortes variáveis no acúmulo de capacidades tecnológicas, pois são a base do setor produtivo.

Quadro 14 – Questão 3 aplicada pelo método Delphi – 1ª rodada



Fonte: Elaboração própria

## 6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho teve como objetivo analisar as tendências da evolução tecnológica do setor do biodiesel no Brasil buscando responder como irá evoluir tecnologicamente o Setor do Biodiesel no Brasil?

O presente estudo revela que a perspectiva futura da fronteira tecnológica brasileira é bastante promissora devido ao elevado potencial de matrizes energéticas e vasta existência de alternativas tecnológicas para o aumento das capacidades tecnológicas nacionais frente a fronteira mundial. Tal diversidade abre caminho a processos de aprendizagem os quais, vislumbram o acúmulo da capacidade tecnológica.

O desenvolvimento de novas tecnologias encontra-se em processo de expansão para a indústria dos biocombustíveis pautadas em cinco tecnologias com ênfase na biomassa. São elas: etanol lignocelulósico, biocombustíveis por síntese de Fischer Tropsch, diesel do bagaço de cana e diesel e, ainda, biodiesel proveniente de algas. Cita que o etanol lignocelulósico tenderá a entrar no mercado comercialmente no cenário de 2020 e que as outras tecnologias devem demorar um pouco mais. As tecnologias baseadas nas algas, tenderão a iniciar seus processos em curto intervalo de tempo, mas ainda devem demorar a viabilizar sua produção em escala expressiva.

Apointa ainda, que o biodiesel de primeira geração, assim como o etanol, também de primeira geração, irão continuar no Brasil, no domínio dos combustíveis renováveis para a próxima década, mesmo com a inserção de outras tecnologias e produtos, os quais tenderão a entrar na matriz energética nacional de forma lenta.

O biodiesel deverá ter aumento de produção, mesmo com as instabilidades ocorrida pela elevação do custo de matéria prima e a tendência de paridade entre os biocombustíveis e os derivados de petróleo, que tenderá a iniciar no cenário entre 2025 e 2030.

Verifica-se que as grandes empresas estão utilizando estratégias diferentes, ou através da busca de consolidação de mercado, ou pela forte busca de desenvolvimento de novas tecnologias ou produtos. Devemos destacar o importante papel da Petrobrás para o cenário nacional, por investir em uma subsidiária voltada para biocombustíveis, além de possibilitar a implantação do PNPB, na busca da inclusão social de milhares de famílias. Em geral, as estratégias das empresas, é investir em biocombustíveis de forma crescente e, para aquelas mais arrojadas, fica a expectativa de desenvolvimento de inovações com grau elevado de incerteza.

Fica claro a importância da inovação ao longo dos elos da cadeia do biodiesel e, em especial, nas áreas de organização agrícola, desenvolvimento agrícola e aplicação de coprodutos do biodiesel. Verificou-se que o processo inovativo deveria ser incentivado pelos órgãos governamentais e que acredita-se que a criação de centros de pesquisa favoreçam o tal processo. Pelo estudo, pouco se tem a inovar para o processo ou produto do biodiesel. O governo continua como responsável pela manutenção de incentivos e regulamentações mandatórias de forma a manter a viabilidade do biodiesel no mercado.

O PNPB deverá, segundo os especialistas participantes, incorporar novas matrizes de biocombustíveis. Mas para isso não prejudicar o setor de biodiesel, de forma a manter o atual teor de mistura de biodiesel no diesel. Uma maior transferência de tecnologia entre os agentes do setor, deverá ser implementada, por ser fundamental para a possibilidade de troca de idéias e conhecimento. A criação de regras que regulem melhor a cadeia produtiva no âmbito agrícola deverá ser avaliada e a aglutinação de pequenos agricultores através de associações, sindicatos, etc., deverá ser trabalhada.

Fica demonstrado a fragilidade da cadeia do biodiesel ocasionada pela instabilidade da matéria prima, principalmente soja, a qual responde pela maior parcela de custo a incidir no preço final do biodiesel.

Até a próxima década, o PNPB deverá continuar a ser a alternativa de inclusão social para a agricultura familiar. Verificou-se ser realização significativa através da inserção de novos produtos concorrentes no mercado, de forma a deslocar a fatia de mercado atual do biodiesel.

Por fim, conclui-se que a Fronteira Tecnológica brasileira deverá ganhar espaço frente a fronteira mundial devido a sua diversificação de alternativas e que, a inovação é o caminho a ser incentivado, o qual poderá atuar como catalisador do acúmulo de capacidade tecnológica, aliado as Políticas Públicas, que são atualmente, os indutores da manutenção do setor de combustíveis oriundos de fontes renováveis. Não esquecendo entretanto, que o setor do biodiesel possui elevado potencial de inserção de milhares de pessoas no caminho do aprendizado e inovação, propiciando ainda mais o desenvolvimento das capacidades tecnológicas nacionais.

Sugere-se para estudos futuros, uma avaliação de processos de inovação em coprodutos da cadeia do biodiesel, os quais vêm atrelados a uma discussão sobre o conceito de biorrefinarias. Este novo conceito, deverá surgir com bastante força nos próximos anos, visto que tenderá a ser viável a partir do crescimento dos combustíveis na matriz energética mundial.

## REFERÊNCIAS

ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. Da revolução verde à transgênia: Ruptura e continuidade de paradigmas tecnológicos. UFPR, 2003.

ALVARENGA JÚNIOR, M. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel: Uma Análise Crítica. INSTITUTO DE ECONOMIA da UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ). Rio de Janeiro. Monografia. 2012

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br). Acesso em 2012.

ARIFFIN, N. e FIGUEIREDO, P. N. Internationalization of Innovative Capabilities: Counter-evidence from the Electronics Industry in Malaysia and Brazil. *Oxford Development Studies*. Vol. 32, N. 4, dez. 2004.

ARIFIN, N. Internationalisation of Technological Innovative Capabilities: Levels, Types, and Speed (Learning rates) in the Electronics Industry in Malaysia. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*. Vol. 3, N. 4. pp. 347-391. 2010.

AVNIMELECH, G. e TEUBAL, M. Evolutionary Targeting. *Journal Evolutionary Economics*. N. 18. pp. 151-166. 2008.

BAER, W. et al. The State and Industry in the Developing Process: How Universal is the Evans Vision? *Oxford Development Studies*. Vol. 27, N. 3. 1999.

BARTELS, F. L. et al. Determinants of National Innovation Systems: Policy Implications for developing Countries. *Innovation: Policy & Practice*. Vol. 14, N. 1. Mar, 2012.

BELL, M. e FIGUEIREDO, P. N. Innovation Capability Building and Learning Mechanisms in Latecomer Firms: Recent Empirical Contributions and Implications for Research. *Canadian Journal of Development Studies*. V. 33, N. 1. P. 14-40. 2012

BELL, M. e ROSS-LARSON, B. e WESTPHAL, L. E. Assessing the Performance of Infant Economics. *Journal of Development Economics*. V. 12, No 1-2. pp. 101-128. 1984.

BELL, M. *Learning and the Accumulation of Industrial Technological capacity in developing countries*, in: King, K. e FRANSMAN, M. (eds) *Technological Capability in the Third World*, pp. 187-209, London, Macmillan. 1984.

BELL, M. SCOTT-KEMMIS, D. e SATYARAKWIT, W. *Limited Learning in Infant Industry: A Case Study*. In: STEWART, F. E JAMES, J. (eds). *The Economics of New Technology in Developing Countries*. London: Frances Pinter. 1982.

BELL, M.; FIGUEIREDO, P. N. Innovation Capability Building and the Role of Learning Processes in Latecomer Firms: Recent Empirical Contributions and implications for research. *Canadian Journal of development Studies/Revue canadienne d'études du développement*, v. 33, n.1, p.13-40, 2012

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrast between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, p. 157-

210, 1993.

BELL, M.; PAVITT, K. The development of technological capabilities. In: UL HAQUE, I.; BELL, M.; DAHLMAN, C; LALL, S.; PAVITT, K. Trade, technology and international competitiveness. Washington, DC: The World Bank, p. 69-101, 1995.

BIODIESELBR – Disponível em [www.biodieselbr.com](http://www.biodieselbr.com). Acesso em 2012.

Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis, SECRETARIA DE PETRÓLEO, GAS NATURAL E COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS, Ministério de Minas e Energia, Disponível em [www.mme.gov.br/spg/menu/publicacoes.html](http://www.mme.gov.br/spg/menu/publicacoes.html). Acesso em 2012.

BOMTEMPO, J. V.; COUTINHO, P. Roadmap Tecnológico em Matérias Primas Renováveis: Uma Base para a Construção de Políticas e Estratégias no Brasil. *Química Nova*, vol. 34, n. 5, 910-916, 2011.

BOSH, F. A. J.; VOLDERBA, H. W. e BOER, M. Coevolution of Firm Absorptive Capacity and Knowledge Environment: Organizational Forms and Combinative Capabilities. *Organization Science*. Vol. 10, N. 5. Set-out. Pp 551-568. 1999.

CANTWELL, J.; DUNNING, J. H. e LUNDAN, S. M. An Evolutionary Approach to Understanding International Business Activity: The Co-evolution of MNEs and the Institutional Environment. *Journal of International Business Studies*. Vol. 41. Pp 567-586. 2010.

CARDOSO, L.R.A. PROSPECÇÃO DE FUTURO E MÉTODO DELPHI: UMA APLICAÇÃO PARA A CADEIA PRODUTIVA DA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL, *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p 63-38, jul/set, 2005.

CARNEY, M. e GEDAJLOVIC, E. The Co-evolution of Institutional Environments and Organizational Strategies: The Rise of Family Business Groups in the Asean Region. *Organization Studies*. Vol. 23, N. . pp. 1-29. 2002.

CHILD, J. e TSAI, T. The Dynamic Between Firm's Environmental Strategies and Institutional Constraints in Emerging Economies: Evidence from China and Taiwan. *Journal of Management Studies*. Vol. 42, N. 1 jan. 2005.

CIMOLI, M. e KATZ, J. Structural Reforms, Technological Gaps and Economic Development: a Latin American Perspective. *Industrial and Corporate Change*. Vol. 12, N. 2. pp. 387-411. 2003.

CIMOLI, M. et al. The Future of Industrial Policies in the New Millennium: Toward a Knowledge-Centered Development Agenda. *LEM Papers Series*, Laboratory of Economics and Management (LEM) Pisa Italy. N. 19. 2008.

COHEN, W. M. e LEVINTHAL, D. A. Absorptive Capacity: a new perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*. Vol. 35, N. 1. Pp 128-152. 1990.

DAHLMAN, C. e WESTPHAL, L. *Technological Effort in Industrial Development: An Interpretative Survey of Recent Research*. World Bank Reprint Series, No 263. Frances Pinter Publishers and Westview Press, pp. 105-137. 1982.

DANEELS, E. Dynamics of Product Innovation and Firm Competencies. *Strategic*

Management Journal, V. 23, N. 12, p. 1095-1121, 2002.

DANTAS, E. e BELL, M. The Co-Evolution of Firm-Centered Knowledge Networks and Capabilities in Late Industrializing Countries: The Case of Petrobras in the Offshore Oil Innovation System in Brazil. World Development. Vol. 39, N. 9. pp. 1570-1591. 2011.

DERANIYAGALA, S. Analysis of Technology and Development: A Critical Review, in: SUNDURAM, J. K. e FINE, B. (Eds), New Development Economics: After Washington Consensus, London: Tulika/Zed Books, 2006.

DERANIYAGALA, S. The Impact of Technology Accumulation on Technical Efficiency: An Analysis of the Sri Lankan Clothing and Agricultural machinery Industries. Oxford Development Studies. Vol. 29, N. 1. 2001.

DIELEMAN, M. e SACHS, W. M. Coevolution of Institutions and Corporations in Emerging Economies: How the Salim Group Morphed into an Institution of Suharto's Crony Regime. Journal of Management Studies. Vol. 45, N. 7. Nov. 2008.

DIJKSTERHUIS, M. e BOSH, F. A. J. e VOLBERDA, H. W. Where Do New Organizational Forms Come From? Management Logics as a Source of Coevolution. Organization Science, Vol. 10, N. 5, set-out, pp. 569-582. 1999.

DOSI, G. e FREEMAN, C. e FABIANI, S. The Process of Economic Development: Introducing Some Stylized Facts and Theories on Technologies, Firms and Institutions. Industrial and Corporate Change. Vol. 3, N.1, pp. 1-45, 1994.

DOSI, G. Mudança técnica e transformação industrial. Campinas:EdUnicamp, 2006

DUTRÉNIT, G. Learning and Knowledge Management in the Firm. From Knowledge accumulation to Strategic Capabilities. Cheltenham: Edward Elgar. 2000.

DUTRÉNIT, G. Learning and Knowledge Management in the Firm. From Knowledge accumulation to Strategic Capabilities. Cheltenham: Edward Elgar. 2000.

EDWARDS, S. Openness, productivity and Growth: What do We Really Know? The Economic Journal. Vol. 108. Mar, pp 383-398. 1998.

EVANS, P. Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation. Princeton. Princeton University Press. 1995.

FERREIRA, P. C. e ROSSI, J. L. New Evidence From Brazil on Trade Liberalization and Productivity Growth. International Economic Review. Vol. 44, N. 4. pp. 1383-1405. 2003.

FIGUEIREDO, P. N. Acumulação Tecnológica e Inovação Industrial: conceitos, mensuração e evidência no Brasil. São Paulo em Perspectiva, v.19, n. 1, p. 54-69, 2005.

FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. Revista Brasileira de Inovação, v. 3, n. 2, jul./dez. p. 332-362, 2004.

FIGUEIREDO, P. N. Discontinuous innovation capability accumulation in latecomer natural resource-processing firms. Technological Forecasting & Social Change. 2010.

FIGUEIREDO, P. N. Government Policies and Sources of Latecomer Firms Capability Building: A Learning Story from Brazil. *Oxford Development Studies*. Vol. 36, N. 1. Marc. 2008b.

FIGUEIREDO, P. N. Industrial Policy Changes and Firm-Level Technological Capability Development: Evidence From Northern Brazil. *World Development*, v. 36, n. 1, p. 55–88, 2008a.

FIGUEIREDO, P. N. Learning, Capability Accumulation and Firms Differences: evidence from latecomer steel. *Industrial and Corporate Change*, v. 12, n 3, p. 607-643. 2003.

FIGUEIREDO, P. N. Technological learning and competitive performance. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, 2001.

FIGUEIREDO, P. N. What Recent Research Does and Doesn't Tell Us about Rates of Latecomer Firms' Capability Accumulation. *Asian Journal of Technology Innovation*. v. 15, n. 2 .2007.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. *Structural crises of adjustment: business cycles and investment*  
FUNK, J. L. The Co-evolution of Technology and Methods os Standard Setting: The Case of The Mobile Phone Industry. *Journal Evolutionary Economics*. Vol. 19. pp 73-93. 2009.

GERSHENKRON, A. Economic BAckwardness in HistoricalPerspective, Cambridge, MA: Havard Business Press. 1962.

HELFAT, C. e PETERAF, M. RThe Dynamic resource-based view: capability lefcycles. *Strategic Management Journal*, V. 24, p. 997-1010. 2003.

HENDERSON, A. D. e STERN, I. Selection-based Learning: The Coevolution of Internal and External Selection in High-velocity Environments. *Administrative Science Quartely*. Vol. 49. pp. 39-75. 2004.

HOBDAY, M. e RUSH, H. e BESSANTE, J. Approaching the innovation frontier in Korea: the transition phase to leadership. *ResearchPolicy*. Vol. 33, pp. 1433–1457. 2004.

HOLANDA, A . "Biodiesel e Inclusão Social. Brasília", 2006

HUYGENS, M et al. Co-Evolution of Firm Capabilities and Industry Competition: Investigating the Music Industry, 1877-1997. *Organization Studies*. Vol. 22, N. 6. 2001.

IANSITI, M. e CLARK, K. Integration and Dynamic Capability: Evidence from Product Development in Automobiles and Mainframe Computers. *Industrial Corporate Change*. Vol. 3, N. 3, pp. 557-605. 1994.

IPEA (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Biodiesel no Brasil): desafios das políticas públicas para a dinamização da produção. Comunicados do IPEA. Rio de Janeiro. No 137. Mar. 2012.

JACOBIDES, M. G. e WINTER, S. G. The Co-evolution of Capabilities and Transaction Costs; Explaining The Insituttional Structure of Production. *Strategic Management Journal*.

Vol. 26, pp. 395-413. 2005.

JACOBSSON, S. e BERGEK, A. A Framework for Guiding Policy-makers Intervening in Emerging Innovation Systems in Catching-up Countries. *The Journal of Development Research*. Vol. 18, N. 4, dez, 2006.

KIM, L. Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning. Boston. Havard Business School Press. 1997.

KIM, L. National system of industrial innovation: dynamics of capability building in Korea. In: NELSON, R. R. (ed.) National Innovation Systems: a Comparative Analysis. New York: Oxford University Press, 1993.

KOGUT, B. e ZANDER, U. Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology. *Organization Science*, Vol. 3, N. 3. pp. 383-397. 1992.

KOZA, M. e LEWIN, A. Y. The Co-Evolution of Strategic Alliances. *Organization Science*. Vol. 9, N. 3, mai-jun, 1998.

KOZA, M. P. e LEWIN, A. Y. The Coevolution of Network Alliances: A Longitudinal Analysis of an International Professional Service Network. *Organization Science*. Vol. 10, N. 5. Set-out. 1999.

KROZER, Y e NENTJES, A. Enviromental Policy and Innovations. *Business Stratetegy and the Enviroment*. 17, pp. 219-229. 2008

LALL, S. e LATSCH, W. Import Liberalization and Industrial Performance: The Conceptual Underpinings. *Development and Change*. Vol. 29, pp. 437-465. 1998.

LALL, S. e TEUBAL, M. Market-stimulating Technology policies in Developing Countries: A Framework with Examples from East Asia. *World Development*. Vol. 26, N. 8, pp 1369-1385. 1998.

LALL, S. Learning to Industrialise: The Acquisition of Technological Capability by India. London: Mac-millan. 1987.

LALL, S. Reinventing Industrial Strategy: The Role of Government Policy in Building Industrial Competitiveness. Trade and Industrial Policy Strategy (TIPS) Working paper 9-2004. 2003.

LALL, S. Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*. VOI. 20, N. 2. pp. 165-186. 1992.

LATSCH, W. The Possibility of Industrial Policy. *Oxford Development Studies*. Vol. 36, N. 1, pp 23-37. 2008.

LEONARD-BARTON, D. Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation. Boston, MA: Havard Business School Press.

LEVINTHAL, D. e MYATT, J. Co-Evolution of Capabilities and Industry: The Evolution of Mutual Fund Processing. *Strategic Management Journal*. Vol. 15. pp 45-62, 1994.

LEWIN, A. Y. e VOLDERBA, H. W. Prolegomena on Coevolution: A framework for research on strategy and new organizational forms. *Organization Science*, V. 10. pp 519-534. 1999.

LEWIN, A. Y. e VOLDERBA, H. W. Prolegomena on Coevolution: A framework for research on strategy and new organizational forms. *Organization Science*, V. 10. pp 519-534. 1999.

LEWIN, A. Y.; LONG, C. P. e CARROLL, T. The Coevolution of New Organizational Forms. *Organization Science*. Vol. 10. N. 5. Set-out, 1999.

LIN, G. T.; CHANG, Y. e SHEN, Y. Innovation Policy and Learning: Comparing Ireland and Taiwan. *Entrepreneurship & Regional Development*. Vol. 22, N. 7-8, nov-dez. 2010.

MAIA, R. R. da S. Programa de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB): Implicações de uma Análise Custo Benefício. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília (UNB). 2012.

MALDONADO, L. M. O. Cadeias Produtivas e Competitividade: Estudos de Prospecção Tecnológica.

MALIK, O. R. e KOTABE, M. Dynamic Capabilities, Government Policies, and Performance in Firms from Emerging Economies: Evidence from India and Pakistan. *Journal of Management Studies*. Vol. 46, N. 3. Mai. 2009.

MARJOLIJN, S. D.; BOSH, F. A. J. e VOLBERDA, H. W. Where Do New Organizational Forms Come From? Management Logics as a Source of Coevolution. *Organization Science*. Vol. 10, N. 5. Pp 569-582, set-out. 1999.

MARTINS, R. Etanol e Biodiesel: Inovação Tecnológica e a Política Nacional de Ciência e Tecnologia. *Informações Econômicas*. São Paulo. V. 40, N. 11, nov. 2010.

McKELVEY, W. Quasi-natural Organizational Science. *Organization Science*. V. 8, N. 4. p. 352-380. 1997.

MCTI – Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. Disponível em <http://www.mct.gov.br/>. Acesso em 2012.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. Disponível em <http://www.mda.gov.br/portal/saf/programas/biodiesel/2286217>

MKANDAWIRE, T. Transformative Social Policy and Innovation in Developing Countries. *The European Journal of Development Research*. Vol. 19, N. 1, mar, pp 13-29. 2007.

MME – Ministério de Minas e Energia. Disponível em [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br). Acesso 2012.

NELSON, R. R. Co-evolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage. *International Journal of Economics of Business*. Vol. 2, N. 2. 1995.

NELSON, R. R. Co-evolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage. *International Journal of Economics of*

*Business*. Vol. 2, N. 2. 1995.

NELSON, R. R. e WINTER, S. G. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA Havard University Press, 1982.

NIOSI, J. Rethinking Science, Technology and Innovation (STI) Institutions in Developing Countries. *Management Policy & Practice*. Vol. 12. Pp 250-268. 2010.

NONAKA, I e TAKEUCHI, H. *The Knowledge Creating Firm: How Japanese Firms Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press. 1995.

PAIVA, J. A. A. Strategies for Production of Biodiesel. International Conference for Biodiesel – FAAP. Apresentação de Palestra. <[http://www.faap.br/cees/biodiesel/pdf/joao\\_augusto\\_paiva.pdf](http://www.faap.br/cees/biodiesel/pdf/joao_augusto_paiva.pdf)>. Acessado em Novembro de 2012.

PARENTE, E. J. S. *Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado*. Fortaleza: Tecbio, 2003

PRATA, B. de A. Controle supervisorio da cadeia produtiva do biodiesel da mamona baseado em redes de petri. Dissertação de Mestrado em Pesquisa e Logística Operacional. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

RATCHMANN, R.; BENEDETTI, O.; PLÁ, J.A.; PADULA, A. D. *Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira?* UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Economia, 2007

RIM, M-H e CHUONG, J-Y e HWANG, H-R. The Sources and Directions of Technological Capability Accumulation in Korean Semiconductor Industry. *ETRI Journal*. Vol. 20, N.1. mar, 1998.

RODRIGUES, S. e CHILD, J. Co-evolution in an Institutionalized Environment. *Journal of Management Studies*. Vol. 40, N. 8. Dez, 2003.

RODRIG, D. *Taking Trade Policy Seriously: export subsidization as a case study in policy effectiveness* (Cap. 10) in: LEVINSOHN, J. ; DEARDOFF, A. K.; STERN, R. M. *New Direction in Trade Theory*. University of Michigan Press. 1995.

ROTHWELL, R. e ZEGFELD, W. *Industrial Innovation and Public Policy*. London: Frances Printer LTD. 1981.

RUSH, H.; BESSANT, J. e HOBDAV, M. Assessing the Technological Capabilities of Firms: developing a policy tool. *R&D Management*. Oxford. V. 37, N. 3. 2007

SACHS, W. M. E DIELMAN, M. Coevolution of Institutions and Corporations in Emerging Economies: How the Salim Group Morphed into an Institution of Suharto's Crony Regime. *Journal of Management Studies*. Vol. 45, N. 7. Nov, 2008.

SALAMI, R. e SOLTANZADEH, J. Comparative Analysis for Science, Technology and Innovation Policy; Lessons Learned from Some Selected Countries (Brazil, India, China, South Korea and South Africa) for Other LDCs Like Iran. *Journal of Technology Management & Innovation*. Vol. 7, N. 1. 2012.

SALERNO, M. S. A Política Industrial , Tecnológica e de Comércio Exterior do Governo Federal. 2004 <disponível em <http://www.ipea.gov.br> e acessado em 3 de dez de 2012>

SAVIOTTI, P. P. e PYKA, A. Economic Development by Crrreation of New Sectors. *JournalofEvolutionaryEconomics*. Vol. 14, pp 1-35. 2004.

SEBRAE – Cartilha do Biodiesel, 2008. Disponível em [www.biblioteca.sebrae.com.br](http://www.biblioteca.sebrae.com.br). Acessoem 2012.

SENGE, P. The Fifith Discipline: *The Art and Praticce of the Learning Organization*. New York: Doubleday. 1990.

SUBRAMANIAM, M e YOUNDT, M. A. The Influence of Intellectual Capital on the Types of Innovative Capabilities. *Academy of Managment Journal*. V. 7, N. 1, pp. 27-49. 2005.

SUHOMLINOVA, O. Toward a Modelo f Organizational Co-Evolution in Transition Economies. *Journal of Management Studies*. Vol. 43, N. 7. Nov, 2006.

SVARC, J. et al. Unintended Consequences of Innovation Policy Programmes: Social Evaluation of TechnologicalProjectsProgramme in Croatia. *Innovation: Management, Policy&Praticce*. Vol. 13, pp. 77-94. 2011.

TAHIM, E. F., Inovação e Meio Ambiente: o desafio dos arranjos produtivos de cultivo de camarão em cativeiro no Estado do Ceará. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008

TEUBAL, M. e ANDERSEN, E. Enterprise Restructuring and Embeddedness: A Policy and Systems Perspectives. *Industrial and Corporate Change*. Vol 9, N. 1. pp 87-111. 2000.

TEUBAL, M. What is the System Perspective to Innovation and Technology Policy (ITP) and How Can We Apply it to Developing and Newly Industrialized Economies? *Journal of Evolutionary Economics*. 12, pp 233-257. 2002.

TYBOUT, J. R E WESTBROOK, M. D. Trade liberalization and the dimensions of efficiency change in Mexican manufacturing industries. *JournalofInternationalEconomics*. Vol. 39, N. 1–2, pp. 53-78, ago, 1995.

VIEIRA, J. E. R., Inovação Tecnológica e Aprendizado Agrícola: uma abordagem Schumpeteriana. Universidade de Campinas, Departamento de Economia, 2009.

WRIGHT, J. T. C.; GIAVINAZZO, R. A. DELPHI – UMA FERRAMENTA DE APOIO AO PLANEJAMENTO PROSPECTIVO. *Caderno de PesquisasemAdministração*, São Paulo, v. 01, n. 12, 2000

YANG, D. How Does kowledge Sharing and GOVERNANCE Mechanism Affect Innovation Capabilities? – From the Coevolution Perspective. *International Business Research*. Vol. 4. N. 1, jan, 2011.

## ANEXO I – Relação de Especialistas convidados a participar da pesquisa

	Nome	Atuação	Cargo	Empresa
1	Francisco de Assis da Costa	Produção	Gerente Geral Usina de Biodiesel de Quixadá	Petrobrás Biocombustível
2	José Antônio Vidal Vieira	Pesquisa Tecnológica e Produto	Pesquisador Sênior - Div. Química	Centro de Pesquisas da Petrobrás - CENPES
3	José André Cavalcanti da Silva	Pesquisa Tecnológica e Produto	Engenheiro de Processamento Pleno - Div. de Lubrificantes e Biocombustíveis	Centro de Pesquisas da Petrobrás - CENPES
4	Bernardo Folly	Pesquisa Tecnológica e Aplicação	Engenheiro de Processamento Pleno - Gerente do Núcleo Experimental de Fortaleza	Centro de Pesquisas da Petrobrás - CENPES
5	Expedito Parente Jr.	Produção	Diretor de Operações	Oleoplan S/A
6	Rosenira Serpa	Pesquisa	Professora Pesquisadora	Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC/Bahia
7	Silvano Cavalcante Lima	Agrícola e Suprimentos	Gerente de Suprimentos	Petrobrás Biocombustível
8	Cristiane Costa	Qualidade e Regulação	Analista de Regulação - ANP/Brasília	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP
9	Samir Sombra da Silva	Agrícola e Suprimentos	Engenheiro Agrônomo e Suprimentos	Petrobrás Biocombustível
10	Giovanina Paula Vettorazzi de Abreu	Qualidade	Coordenadora Técnica do Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes	Universidade Federal do Ceará

## ANEXO II – Questionário de Pesquisa DELPHI – 1ª Rodada

### QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Obrigado pela sua participação nesta Pesquisa.  
Suas respostas serão muito importante para a qualidade deste trabalho.

Todas as informações fornecidas nesta pesquisa serão tratadas de forma **confidencial** e, caso sejam publicadas, o serão de forma genérica, mantendo o anonimato de sua procedência. Uma cópia do trabalho final poderá ser enviada aos participantes que solicitarem.

Para maiores informações, favor entrar em contato com:

*Estélio Menezes Rôla Júnior*

Fone: (85) 88481281 ou [esteliomrj@gmail.com](mailto:esteliomrj@gmail.com)

*Aluno do Curso de Mestrado Acadêmico em Administração – CMAAd*

*Centro de Estudos Aplicados – CESA*

*Universidade Estadual do Ceará - UECE*

#### Informações para contato:

Empresa	
Nome	
Cargo	
e-mail	
Telefone(s)	
Data de Preenchimento deste questionário:	/ / 2012
Deseja receber cópia do trabalho final:	sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>

**(1)** Muitas tecnologias envolvendo combustíveis renováveis encontram-se em pesquisa. Algumas com resultados bastante avançados e outras ainda em estágio embrionário. Em sua opinião em que período teremos tais tecnologias, conforme tabela abaixo, disponível para o mercado consumido?

Marque com **X** no período

Tecnologias	2015	2020	2025	2030	Não será utilizada
Etanol lignocelulósico					
Biocombustíveis por Síntese de Fischer Tropsch					
Diesel do bagaço da cana					
Diesel proveniente de microalgas					
Biodiesel obtido de microalgas					

Cite no quadro abaixo outras tecnologias, que não estejam listadas acima e que, em seu entendimento, possam ser utilizadas para obtenção de biocombustíveis nos próximos 10 anos.

--

Ou ( ) Não creio que haja nenhuma outra tecnologia.

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(2)** Podemos dizer que na cadeia do biodiesel, temos vários elos, tais como o setor agrícola, logística, tecnológico, etc os quais sofrem influência direta de fatores externos aos elos dessa cadeia. Tais influências podem inclusive, vir a afetar o preço final e/ou custo de produção do biodiesel. Nesse sentido, você entende que ainda há espaço para INOVAÇÃO e em que áreas?

Marque com **X** na sua escolha

Áreas	Há espaço para processo de <b>INOVAÇÃO</b> ?			
	Nenhuma	Pouco	Bastante	Muito
Desenvolvimento Agrícola				
Organização do Setor Agrícola				
No processo do óleo (esmagadoras)				
Setor de Logística				
Tecnologia de Produção				
Aplicação do Biodiesel Final				
Aplicação de Coprodutos do Biodiesel				
Diretrizes Políticas de Regulação				

Caso deseje complementar com mais informações, utilize o quadro abaixo.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(3)** Temos visto o aumento das reservas de petróleo do Brasil com a descoberta do Petróleo da Camada do Pré-Sal. Há em paralelo, uma crescente pressão da sociedade, inclusive internacional, em restringir combustíveis prejudiciais ao meio ambiente. Neste sentido, o que você acredita que deverá ocorrer nos cenários abaixo:

Marque com **X** no período

Combustíveis x Cenários	Avalie num CENÁRIO daqui a			
	2015	2020	2025	2030
Os combustíveis fósseis predominar sob os biocombustíveis				
Haverá uma paridade entre os derivados do petróleo e os biocombustíveis				
Os biocombustíveis ultrapassarão os combustíveis oriundos do petróleo				
Surgirão outros combustíveis reduzindo o uso dos derivados de petróleo e os atuais biocombustíveis.				

Caso deseje complementar com mais informações, utilize o quadro abaixo.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )



**(4)** O atual formato de comercialização através de Leilões para comercialização do biodiesel, regulados pela ANP, tem sido alvo de questionamentos. Muito se fala da “falta de transparência” ou possibilidade de mudança nas regras dos editais, contribuindo para a busca, de algumas empresas, a mudar sua atuação ou buscar novas possibilidades a seus produtos. O que você pensa a esse respeito?

*Escolha a alternativa e marque com X para cada Cenário*

Leilões de Biodiesel	CENÁRIO		
	Atualmente	Daqui a 5 anos	Daqui a 10 anos
Os Leilões são fundamentais para a continuidade do Programa de Biodiesel			
Deve-se revisar a política atual eliminando o processo de Leilões			

Caso deseje complementar com mais informações, utilize o quadro abaixo.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(5)** Segundo informações extraídas do site BODIESELBR, um dos objetivos do Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB ainda não foi atingido. A inclusão social da agricultura familiar é o grande obstáculo que esteve presente em todo o percurso e, com as atuais normas do Selo Combustível Social, o governo transferiu para as Usinas toda a responsabilidade pelo treinamento e fomento dos pequenos agricultores.

E ainda, por não ter feito distinção entre os que já produziam e os que não produziam, algumas Usinas optaram pelo caminho de contratar pequenos produtores de soja, os quais não necessitavam de assistência técnica ou transferência de tecnologia. Assim, utilizou-se uma cadeia, da soja, já consolidada.

Em sua opinião, a formação de novas cadeias de produção agrícola depende:

*Marque com notas de 0 a 5 para o grau de importância, onde 5 é o grau de maior importância e 0 é onde não há importância nenhuma.*

Afirmações	Grau de Importância
Depende da organização dos pequenos produtores em associações, cooperativas, grupos ou sindicatos.	
Depende de um maior empenho das empresas na busca da inclusão familiar.	
Depende dos órgãos governamentais, através de programas de financiamento	
Depende dos órgão regulamentadores, na criação de regras que direcionem esforços para a importância da agricultura familiar	
Do desenvolvimento de ações de inovação do âmbito agrícola, no desenvolvimento de novas matrizes para plantio	

Você pode citar outros meios que, em seu entendimento, possam favorecer o desenvolvimento de novas cadeias produtivas para fortalecimento da agricultura familiar? Utilize o quadro abaixo.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(6)** Qual o caminho para o aumento da Inclusão Social no Programa Brasileiro de Biodiesel?

Marque com notas de 0 a 5 para o grau de importância, onde 5 é o grau de maior importância e 0 é onde não há importância nenhuma.

Afirmações	Grau de Importância
Uma maior transferência de tecnologia entre os agentes do setor	
A criação de regras que regulem melhor a cadeia produtiva no âmbito agrícola	
Do desenvolvimento de pesquisas no setor de plantio	
De ações educacionais, esclarecedoras da importância do pequeno agricultor na cadeia produtiva	
De maior empenho das empresas em apoiar a agricultura	

Você pode citar outros meios que, nesse contexto, possam desenvolver a inclusão social? Utilize o quadro abaixo.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(7)** Algumas empresas nos últimos anos, vem realizando parcerias para o desenvolvimento de pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos para fins combustíveis. Entretanto, perceber que esta estratégia não é uma unanimidade entre as grandes instituições. Você acredita que neste momento as empresas devem adotar qual estratégia de futuro?

Marque com X em sua escolha para cada Cenário

Cenário	CENÁRIO		
	Atualmente	Daqui a 10 anos	Daqui a 20 anos
Não realizar o desenvolvimento de pesquisas e fortalecer o foco nos atuais biocombustíveis			
Desenvolver pesquisa de forma modesta e consolidar-se no mercado atual			
Realizar pesquisas com volume de investimentos crescentes, com propósito de obter sucesso em novas fontes de biocombustíveis			
Investir no sucesso de novos biocombustíveis e somente mantendo a posição de mercado atual			
Investir em massa no desenvolvimento de novos biocombustíveis na busca de mudar gradativamente a atuação na matriz atual dos combustíveis renováveis			

Caso deseje complementar com mais informações, estas serão bastante valiosas. Utilize o quadro abaixo.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(8)** Muito se fala acerca do biodiesel quanto aos benefícios na matriz energética, por ser um combustível renovável que estimula a agricultura, gera empregos e diminui as importações do diesel, além de poluir menos o ambiente, problema sério enfrentado pelas grandes cidades.

Entretanto, muito se discute sobre a possibilidade de aumento do percentual de biodiesel na mistura com óleo diesel, atualmente em 5%. Você entende que a causa desta resistência a elevação do percentual deve-se:

Marque com notas de 0 a 5 para o grau de importância, onde 5 é o grau de maior importância e 0 é onde não há importância nenhuma.

Afirmações	Grau de Importância
A restrições de oferta de biodiesel pelas usinas para suprir o aumento desse percentual	
A questões político- financeiras que influenciam a não redução do volume de diesel consumido na matriz nacional	
Da falta de visão dos agentes reguladores e governamental em apostar no biodiesel como combustível consolidado	
Devido a dificuldades de logística em elevar o fluxo de produto entre as unidades produtoras e consumidoras	
Por instabilidades no mercado de fornecimento de matéria prima (principalmente soja), visto que os preços tem oscilado bastante nos últimos anos, podendo inviabilizar os custos de produção do produto final	
Por conta da possibilidade de inserção de novos biocombustíveis na matriz energética nos próximos anos	
Pela falta de interesse no crescimento da cadeia do biodiesel, visto que esta encontra-se estagnada e aguardando a inserção de outros combustíveis renováveis para substituição ou redução do biodiesel no mercado	

Utilize o quadro abaixo para fazer comentários de outras possibilidades.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(9)** Avaliando-se um cenário de futuro para o biodiesel, como você acredita que ocorrerá a trajetória de regulação para o biodiesel quanto aos percentuais de mistura com o óleo diesel?

Favor preencher a tabela inserindo o ano em que você acredita que ocorrerá o início da mistura.

	B6	B7	B8	B10	B12	B15	B20
Você acredita que esta mistura entrará em vigor?	Sim <input type="checkbox"/>						
	Não <input type="checkbox"/>						
Caso afirmativo, em que ano?							

Utilize o quadro abaixo para fazer comentários de outras possibilidades.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )



**(10)** Caracterize os fatores que contribuem para que o NÃO TENHA uma maior participação no mercado.

Marque com notas de 0 a 5 para o grau de importância, onde 5 é o grau de maior importância e 0 é onde não há importância nenhuma.

Afirmações	Grau de Importância
O biodiesel é um combustível vindo a partir de tecnologia quase ultrapassada	
O Etanol é seu grande concorrente e devido a este já está consolidado no mercado nacional e internacional, as atenções e investimentos voltam-se para este	
O custo de produção é elevado devido à tecnologia utilizada	
Depende de fatores políticos, visto que sua tecnologia já era conhecida a vários anos e, somente com o estímulo governamental, foi possível viabilizar o Programa Nacional de Biodiesel	
O biodiesel é advindo de fontes renováveis que concorrem com a produção de alimentos, tornando-o um combustível de sustentabilidade questionável	
O biodiesel sofre pressão do mercado internacional que, por ter limitações em diversidade de oleaginosas, não tem interesse no crescimento desta fonte de combustível renovável na matriz mundial.	

Utilize o quadro abaixo para adicionar comentários de outras afirmações inerentes a este contexto.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(11)** O biodiesel de 1ª geração, ou tecnologicamente obtido por biomassa cultivada, se depara com a possibilidade futura da concorrência dos biocombustíveis advindos de tecnologias de 2ª geração, a partir do rejeito do etanol lignocelulósico ou biocombustíveis sintéticos.

Numa visão de cenário futuro, quais as atuações desses produtos frente ao mercado e investimentos de recursos em pesquisa em valores percentuais?

QUANTO AO % DE MERCADO	Avalie cada CENÁRIO			
	em 2015	em 2020	em 2025	em 2030
Biocombustíveis de 1ª geração	%	%	%	%
Biocombustíveis de 2ª geração	%	%	%	%

QUANTO AO % INVESTIMENTO DE PESQUISAS	Avalie cada CENÁRIO			
	em 2015	em 2020	em 2025	em 2030
Biocombustíveis de 1ª geração	%	%	%	%
Biocombustíveis de 2ª geração	%	%	%	%

Caso deseje complementar com mais informações, utilize o quadro abaixo.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(12)** Uma promissora oportunidade de investimentos para o setor de biocombustíveis vem surgindo a partir dos biocombustíveis para aviação, entre eles os atuais produtores de biodiesel, que poderiam ampliar seus mercados através deste novo produto. Entretanto isto é uma inovação de ruptura, assim como o biodiesel foi no início do programa nacional de biodiesel. Isto porque, a inserção de um novo produto necessita de vários fatores, e não somente os aspectos técnicos. Nota-se porém que as empresas concentram suas pesquisas em centros especializados, não usufruindo todo o potencial técnico adquirido em suas unidades produtoras. Avaliando pelo aspecto inovador, onde você entende que a inovação pode aflorar dentro do processo produtivo do biodiesel nas Unidades Produtoras?

Marque com notas de 0 a 5 para o grau de possibilidade, onde 5 é o grau de maior possibilidade e 0 é onde as possibilidades são remotas.

Locais	Grau de Importância
Inovações de Processo de produção do biodiesel através de melhorias	
Inovações no Processo de melhoria da qualidade de coprodutos agregando valor e otimizando custos	
Inovação advinda de Iniciativas da equipe humana a partir de seus conhecimento tácito	
Inovação oriunda de fontes externas, tais como centros de pesquisas e desenvolvimento	

Utilize o quadro abaixo para adicionar comentários de outras afirmações inerentes a este contexto.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )

**(13)** A Raizen, nova companhia formada por Shell e Cosan, foi a maior transação financeira da história do setor sucroenergético brasileiro. Em entrevista, o diretor do Centro Brasileiro de Infra Estrutura – CBIE, Adriano Pires, considera que a criação da Raizen foi uma mudança de paradigma na indústria petrolífera. Ele acrescenta que “Ninguém poderia imaginar, cinco anos atrás, que a segunda maior petroleira privada do mundo entraria no negócio do agrobusiness, e com tamanha pujança”.

(Fonte: Brasil Energia, p. 47, n. 364, março 2011)

Baseado no contexto acima e em seu conhecimento no setor, podemos afirmar que:

Marque um X em todas as afirmativas que considera corretas.

Afirmativas	Corretas
O futuro das empresas do setor petróleo é atuar no ramo de energias renováveis	
Empresas devem buscar fusão com outras empresas do mesmo ramo para acentuar suas potencialidades tecnológicas e reduzir os riscos de investimentos	
O desenvolvimento tecnológico ocorrerá de forma mais eficaz através de parcerias	
A criação de parcerias é uma estratégia de mercado que apenas diversifica as atividades da empresa	
Empresas de pequeno porte, no setor dos biocombustíveis, tendem a ser “engolidas” pelas grandes instituições.	
A união de empresas abre caminho para o surgimento da inovação tecnológica	

Utilize o quadro abaixo para adicionar comentários de outras afirmações inerentes a este contexto.

--

- Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )



**(14)** Projeções da IEA (International Energy Agency) para o período de 2011-20, sugerem que os preços do etanol e biodiesel deverão manter-se firmes, posto que as políticas que promovem o uso de biocombustíveis continuam vigentes ou sendo implementadas e os preços do petróleo se mantêm em ascensão.

Baseado no contexto acima e em seu conhecimento no setor, podemos afirmar que:

*Marque um X em todas as afirmativas que considera corretas.*

Afirmativas	Corretas
Os biocombustíveis dependem basicamente das políticas mandatórias impostas pelo governo e agentes reguladores	
Devido a aparente estagnação da produção europeia de biodiesel, o Brasil deveria investir na produção de biodiesel para exportação	
Essa é a hora para investimentos na área tecnológica, visto que o mercado apresenta possibilidade de abertura para exportação de produto.	
A inovação é fator fundamental para o desenvolvimento da tecnologia e, na atual conjuntura, deveria ser mais incentivada	
O biodiesel estará, em 10 anos, numa situação mais favorável, que a atual	

Utilize o quadro abaixo para adicionar comentários de outras afirmações inerentes a este contexto.

--

- *Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )*

**(15)** Sabe-se que testes de campo com fontes alternativas de biocombustíveis já estão em andamento há algum tempo. Podemos citar o Diesel a partir da cana que vem sendo testado em ônibus na região Sudeste.

Baseado no contexto acima e em **sua visão de futuro** para o setor, podemos afirmar que:

*Marque um X para a resposta correspondente.*

Afirmativas	Sim	Não
Você acredita que o PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel) <b>deve adicionar</b> tais fontes alternativas no programa determinando os limites para cada produto de forma a viabilizar a incorporação de novas matrizes sem o prejuízo às demais ?		
O PNPB deve focar em abordar as diversas fontes alternativas de forma separada, de forma a simplificar e atingir objetivos de forma específica		
O futuro dos biocombustíveis está na livre obtenção e regulação dos mesmo junto ao mercado, não importando a origem, mas apenas recebendo a influência do mercado consumidor		
O biodiesel deve receber atenção especial pelo Comitê Gestor do PNPB por já estar "de certa forma" consolidado e estruturado com um grande número de agricultores e unidades produtoras.		

Utilize o quadro abaixo para adicionar comentários de outras afirmações inerentes a este contexto.

--

- *Caso não se sinta apto a responder esta situação, marque aqui ( )*

## ANEXO III – Questionário de Pesquisa DELPHI – 2ª Rodada

### QUESTIONÁRIO DE PESQUISA – 2ª Rodada Delphi - Estélio

1) No questionário apresentado na rodada anterior de pesquisa, constatou-se uma forte importância da inovação e, em especial, em alguns setores específicos da cadeia produtiva do biodiesel, conforme os dados de convergência apresentados na tabela abaixo.

Setor da Cadeia	Aspecto			
	Não necessário de Inovação	Pouco Inovador	Bastante Inovador	Muito Inovador
<b>Desenvolvimento Agrícola</b>	0%	0%	14%	<b>86%</b>
<b>Organização do Setor Agrícola</b>	0%	0%	0%	<b>100%</b>
No processo do óleo (esmagadoras)	0%	14%	57%	29%
Setor de Logística	0%	0%	29%	<b>71%</b>
Tecnologia de Produção	0%	0%	71%	29%
Aplicação do Biodiesel Final	0%	29%	71%	0%
<b>Aplicação de Coprodutos do Biodiesel</b>	0%	0%	14%	<b>86%</b>
Diretrizes Políticas de Regulação	0%	29%	29%	43%

Verificou-se que o setor agrícola apresenta maior espaço/necessidade de inovação. Entretanto, os fatores limitantes para o desenvolvimento de novas cadeias de produção agrícola demonstram que há a necessidade de maior organização/aglutinação dos pequenos produtores e de políticas de incentivo dos órgãos regulamentadores, expresso através da tabela obtida pela rodada anterior a seguir.

Fatores para o desenvolvimento de novas cadeias de produção agrícola	Nota (0 a 5) onde 5 é de maior importância
<b>Dependência da organização dos pequenos produtores em associações, cooperativas, grupos ou sindicatos.</b>	<b>4,7</b>
Dependência de um maior empenho das empresas na busca da inclusão familiar.	3,3
Dependência dos órgãos governamentais, através de programas de financiamento	4,6
<b>Dependência dos órgãos regulamentadores, na criação de regras que direcionem esforços para a importância da agricultura familiar</b>	<b>4,7</b>
Desenvolvimento de ações de inovação do âmbito agrícola, no desenvolvimento de novas matrizes para plantio	3,9

Identificou-se também, a necessidade de criação de regras reguladoras e maior transferência tecnológica para o setor agrícola de forma a possibilitar o incremento da inclusão social no PNPB, conforme apresentado pelos resultados abaixo:

Caminho para o aumento da Inclusão Social no Programa Brasileiro de Biodiesel.	Nota (0 a 5) onde 5 é de maior importância
<b>Uma maior transferência de tecnologia entre os agentes do setor</b>	<b>4,0</b>
<b>A criação de regras que regulem melhor a cadeia produtiva no âmbito agrícola</b>	<b>4,6</b>
Do desenvolvimento de pesquisas no setor de plantio	3,6
De ações educacionais, esclarecedoras da importância do pequeno agricultor na cadeia produtiva	3,6
De maior empenho das empresas em apoiar a agricultura	3,1

Você concorda com o que foi exposto acima?

( ) CONCORDO ( ) DISCORDO ( ) CONCORDO PARCIALMENTE ( ) SEM OPINIÃO

2) Sobre a atuação dos Leilões no setor do biodiesel, obteve-se na 1ª rodada de pesquisa, os seguintes resultados:

Sobre os Leilões...	Aspecto			
	Atualmente	Daqui a 5 anos	Daqui a 10 anos	Daqui a 20 anos
Os Leilões são fundamentais para a continuidade do Programa de Biodiesel	<b>100%</b>	0%	0%	0%
Deve-se revisar a política atual eliminando o processo de Leilões	33%	<b>67%</b>	0%	0%

A partir dos dados acima, evidenciou-se a importância dos Leilões para a cadeia do biodiesel e que, em princípio, estes apresentam concordância com as premissas iniciais de regulação, não necessitando de mudanças profundas na atualidade.

Verificou-se ainda que o pensamento, quanto à estratégia de futuro, deverá comportar-se através de investimentos crescentes em novas fontes de biocombustíveis com posterior busca de consolidação de mercado, fato este demonstrado pela tabela a seguir.

Estratégia de futuro...	Atualmente	Daqui a 5 anos	Daqui a 10 anos	Daqui a 20 anos
Não realizar o desenvolvimento de pesquisas e fortalecer o foco nos atuais biocombustíveis	0%	50%	0%	50%
Desenvolver pesquisa de forma modesta e consolidar-se no mercado atual	50%	0%	0%	50%
Realizar pesquisas com volume de investimentos crescentes, com propósito de obter sucesso em novas fontes de biocombustíveis	<b>80%</b>	20%	0%	0%
Investir no sucesso de novos biocombustíveis e somente mantendo a posição de mercado atual	0%	<b>100%</b>	0%	0%
Investir em massa no desenvolvimento de novos biocombustíveis na busca de mudar gradativamente a atuação na matriz atual dos combustíveis renováveis	20%	20%	30%	30%

Você concorda com o que foi exposto acima?

CONCORDO  DISCORDO  CONCORDO PARCIALMENTE  SEM OPINIÃO

3) No estudo anterior, verificou-se que as novas tecnologias em desenvolvimento para biocombustíveis, devem ser incorporadas na matriz de forma gradativa e que, o etanol lignocelulósico tenderá a ter sua consolidação já em meados de 2020. Quanto aos combustíveis fósseis, estes deverão continuar com grande contribuição na matriz energética até meados de 2030, mesmo com as fortes pressões de restrições ambientais.

Tecnologia	2015	2020	2025	2030
Etanol lignocelulósico	33%	67%	0%	0%
Biocombustíveis por Síntese de Fischer Tropsch	0%	40%	20%	40%
Diesel do bagaço da cana	<b>33%</b>	<b>33%</b>	0%	33%
Diesel proveniente de microalgas	33%	33%	<b>17%</b>	17%
Biodiesel obtido de microalgas	33%	33%	17%	17%

Segundo os especialistas, a tendência de paridade entre os biocombustíveis e os derivados de petróleo tenderá a ocorrer entre 2025 e 2030 com forte decréscimo desde último a partir de 2050 com o surgimento de outros combustíveis.

Avaliação de Cenários	2025	2030
Haverá uma paridade entre os derivados do petróleo e os biocombustíveis	67%	0%
Os biocombustíveis ultrapassarão os combustíveis oriundos do petróleo	0%	67%

Você concorda com o que foi exposto acima?

( ) **CONCORDO** ( ) **DISCORDO** ( ) **CONCORDO PARCIALMENTE** ( ) **SEM OPINIÃO**

4) No aspecto de desenvolvimento da cadeia, através dos questionamentos abordados na rodada anterior da pesquisa, verificou-se os seguintes **desafios enfrentados** para o crescimento da cadeia e/ou aumento da mistura de biodiesel:

- Instabilidades no mercado de fornecimento de matéria prima;
- As restrições de oferta de biodiesel pelas usinas para suprir o aumento desse percentual;
- Dificuldades de logística em elevar o fluxo de produto entre as unidades produtoras e consumidoras;
- Dependência de fatores políticos;
- Custo de produção elevado devido à tecnologia utilizada.

Verificou-se também a ocorrência dos seguintes **gargalos para o aumento da mistura** do percentual de biodiesel no diesel:

- Restrições de oferta de biodiesel pelas Usinas para suprir o aumento desse percentual;
- Instabilidades no mercado de fornecimento de matéria prima (principalmente soja), visto que os preços estão oscilando bastante, podendo inviabilizar os custos de produção do produto final.

**Outras considerações** foram ratificadas, conforme as afirmações abaixo:

- Os fatores políticos são determinantes para o futuro do biodiesel e de todos os elos de sua cadeia;
- A inovação é fundamental para o desenvolvimento tecnológico da cadeia, e deveria ser incentivada mais fortemente;
- O futuro das empresas do setor petróleo é atuar no ramo de energias renováveis;
- As empresas devem buscar fusão ou parcerias com outras empresas do mesmo ramo para acentuar suas potencialidades tecnológicas e reduzir os riscos de investimentos;
- Outros produtos, como o etanol, não são ameaça para o futuro do biodiesel, e que é recomendável a incorporação de outras fontes de biocombustíveis ao PNPB.

Você concorda com o que foi exposto acima?

( ) **CONCORDO** ( ) **DISCORDO** ( ) **CONCORDO PARCIALMENTE** ( ) **SEM OPINIÃO**

**Mais uma vez obrigado pela sua participação, tão importante para o trabalho ora desenvolvido !**