



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048
Dezembro 2016

A dinâmica do sistema de inovação brasileiro do biodiesel

LAURA LEONE JORDÃO

UNICAMP

laurajordao@hotmail.com

MURIEL DE OLIVEIRA GAVIRA

UNICAMP, FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS

muriel.gavira@fca.unicamp.br

A dinâmica do sistema de inovação brasileiro do biodiesel

RESUMO

Diante das preocupações ambientais e sociais do século XXI e da importância da questão energética para a sociedade contemporânea, o biodiesel é uma alternativa que pode levar ao desenvolvimento sustentável. O Brasil possui grande potencial produtivo e inovativo para o segmento, inserindo-se oficialmente nessa questão a partir do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Esse programa objetiva o desenvolvimento e produção do biodiesel de forma sustentável com enfoque na inclusão social. Sendo assim, este trabalho apresenta o principal motor de mudança do Sistema de Inovação do Biodiesel no Brasil. Faz isso por meio de uma análise das características do sistema baseada em três etapas: 1) descrição da situação atual do Biodiesel no país, 2) mapeamento da estrutura do sistema, 3) identificação das funções do sistema de inovação e dos motores que influenciam a evolução deste sistema como um todo. Os resultados indicam as melhores funções a se trabalhar para um sistema de inovação mais dinâmico que permita uma melhor geração e difusão de inovações para a sustentabilidade, assim como a expansão do segmento do biodiesel em substituição a combustíveis fósseis.

Palavras-Chave: Biocombustível, Inovação Tecnológica, Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, Sustentabilidade.

Biodiesel Brazilian Innovation System

ABSTRACT

Considering the environmental and social concerns of the XXI century and the importance of the energy issue to contemporary society, Biodiesel is a possible alternative for sustainable development. Brazil has a great productive and innovative potential for the sector, being officially integrated into the matter with the approval of the regulatory framework for Biodiesel. This program aims the sustainable development and production of biodiesel as a means for social inclusion. In this context, this work presents the main driving force of the Biodiesel Innovation System in Brazil. This is done by means of an analysis of the system's characteristics based on three steps: 1) description of the current state of Biodiesel in the country, 2) mapping the system's structure, and 3) identification of the functions of the innovation system and of the driving forces that influence the evolution of this system as a whole. The results indicate the best features to be explored towards a more dynamic innovation system, thus allowing a more effective generation and diffusion of innovations for sustainability, as well as the expansion of the biodiesel sector as a replacement to fossil fuels.

Keywords: Biodiesel, technological innovation, National Program of Production and Use of Biodiesel, Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da pressão da sociedade por um desenvolvimento mais sustentável tem levado a uma série de medidas para a redução do impacto das atividades econômicas na sociedade e no meio ambiente. Nesse sentido, o conceito de “desenvolvimento sustentável” como um equilíbrio intergeracional entre fatores sociais (BRUNDTLAND et al., 1987), vem tomando cada vez mais força. Assim, tem se discutido acordos internacionais a fim de garantir a participação de dos países a problemas ambientais comuns.

Um desses acordos é o Protocolo de Kyoto que visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. O protocolo (UNITED NATIONS, 1998) sugere a fabricação e o emprego do biodiesel como uma das maneiras mais eficazes de reduzir a poluição atmosférica por gás carbônico, enxofre, metano e outros gases geradores do efeito estufa (GEE).

Assim, as preocupações da sociedade e o Protocolo de Kyoto, entre outros, tem levado ao investimento dos governos e setor privado em inovações na área do Biodiesel. Para Negny et al. (2012) a inovação é um fator fundamental para transformar o conceito de crescimento verde em realidade por meio do desenvolvimento de tecnologias favoráveis ao ambiente e a produção sustentável (NEGNY et al., 2012 p.101).

A introdução do Biodiesel na matriz energética brasileira tem se intensificado a partir do Programa Nacional do Biodiesel (2004) que previa a substituição gradual do diesel por biodiesel, entre outras ações. Mas, ainda são muito pouco estudadas as características e dinâmicas do sistema de inovação do biodiesel no Brasil. Isto é, o ambiente e as dinâmicas desse ambiente que levam a produção e difusão de inovações em biodiesel. Para se entender o ambiente e as dinâmicas de inovação é necessário conhecer o sistema de inovação brasileiro do biodiesel, suas características e funções.

Assim, esse artigo busca responder a seguinte questão: qual o principal motor do sistema brasileiro de inovação do biodiesel?

Para tanto se realizou uma análise do funcionamento do sistema de inovação do Biodiesel no Brasil, a fim de compreender como as inovações são geradas, incorporadas e, disseminadas no país.

Os resultados dessa pesquisa podem levar a melhores ações privadas e políticas e ações públicas a favor do desenvolvimento tecnológico no setor do biodiesel no Brasil. Ainda, o artigo traz uma importante contribuição para a literatura uma vez que, até agora, a análise da dinâmica funcional da inovação para sustentabilidade é centrada em poucos países e tecnologias (SUURS, et al. 2007; MOHAMAD, 2011; WALZ; DELGADO, 2012).

Esse artigo está estruturado em seis seções: além da introdução, tem-se a seção sobre os métodos utilizados na pesquisa. A seção três traz os principais conceitos utilizados no artigo na linha dos sistemas de inovação e suas funções, bem como sobre pesquisas na área do biodiesel no Brasil. A quarta seção refere-se aos resultados da análise do sistema de inovação do biodiesel no Brasil. A discussão dos resultados é detalhada na seção cinco e a conclusão na seção seis.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse trabalho é uma pesquisa exploratória qualitativa baseada em estudo bibliográfico e documental. Para a realização da pesquisa bibliográfica foram levantados materiais nos temas de sistemas de inovação e do segmento do biodiesel no Brasil. A teoria de sistema de inovação (Freeman, 1996; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Malerba, 2004), combinado ao esquema de análise dos SI proposto por Bergek et al. (2008b) e Hekert et al. (2007), fornecem a estrutura conceitual utilizada nesse artigo.

Na pesquisa documental, foram coletados dados a respeito do Biodiesel por meio de leis e documentos publicados pelo Ministério da Educação, Ministério do Desenvolvimento

Agrário e, Ministério de Minas e Energia. Além de relatórios mensais e anuais publicados pela Agência Nacional do Petróleo e Associações do setor no Brasil.

Para a análise dos dados foi utilizada a análise *Backcasting* do sistema de inovação do Biodiesel no Brasil, ou seja, uma análise que parte do ponto aonde a tecnologia chegou e seu histórico com o objetivo de analisar o futuro da mesma (HATEM et al., 1993).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: OS SISTEMAS DE INOVAÇÃO

Nesse trabalho foi adotado o conceito de Sistema de Inovação (SI) de Cassiolato (2005) que o estabelece como um conjunto de instituições distintas que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou localidade – e também o afetam. Para o autor o SI constituem-se de elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso do conhecimento.

A base do conceito de sistemas de inovação é que o desempenho inovativo não depende apenas do desempenho isolado de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com os outros atores e instituições – inclusive as políticas – do sistema.

Para permitir a avaliação do desenvolvimento e a difusão de inovações tecnológicas, diversos autores propuseram o estudo de funções capazes de mapear o funcionamento e dinâmica dos sistemas de inovação (OCDE, 2002; BERGEK et al., 2008b; OLTANDER, 2005; HEKKERT, 2007; SUURS, et al. 2007). As funções apresentadas nesta análise foram desenvolvidas a partir de estudos empíricos dos sistemas de inovação de tecnologias para sustentabilidade (SUURS, et al. 2007; MOHAMAD, 2011; WALZ; DELGADO, 2012).

De maneira a compreender a dinâmica de um sistema de inovação, Bergek *et al.* (2008b), com base em um estudo da literatura desenvolvido por Oltander (2005), elaborou um modelo de análise dos sistemas dividido em seis passos (Fig. 1).

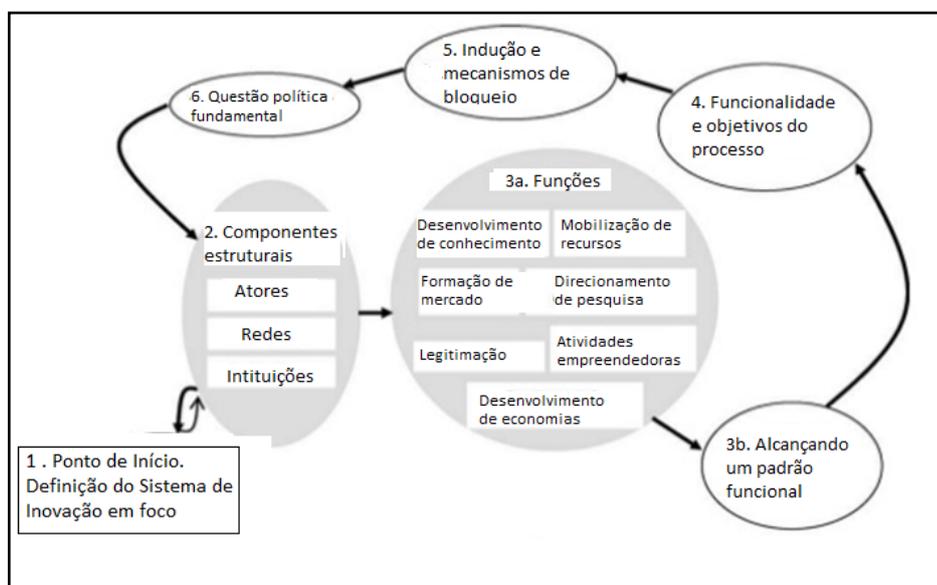


Figura 1 – Modelo de análise do sistema de inovação tecnológica

Fonte: Adaptada de Bergek et al. (2008b, p. 3).

A primeira etapa envolve a definição do ponto de partida para a análise, ou seja, a definição do sistema de inovação em foco. Na segunda etapa, é necessário identificar os componentes estruturais do sistema (atores, redes e instituições). A terceira etapa consiste na descrição das funções do sistema. A quarta etapa é normativa e visa avaliar o quanto bem as

funções são cumpridas e estabelecer um processo para atingir as metas desejadas em cada função. Na quinta etapa, são identificados mecanismos que induzem ou bloqueiam a evolução de uma função. O sexto e último passo é a identificação das principais questões políticas relacionadas a esses mecanismos de indução e de bloqueio. (BERGEK et al., 2008b).

Assim, esse estudo seguiu as três primeiras etapas do Modelo de Bergek et al. (2008b), analisando componentes estruturais e as funções do sistema, a fim de determinar o principal motor de mudança do sistema de inovação do biodiesel no Brasil.

É importante destacar que as funções do sistema de inovação são os processos chaves responsáveis pelo desempenho do sistema (Bergek *et al.*, 2008a; Johnson, 1998; Hekkert *et al.*, 2007). Hekkert *et al.* (2007) selecionaram sete funções de um SI: desenvolvimento e difusão de conhecimento, formação de mercado, orientação da pesquisa, empreendedorismo, mobilização de recursos, legitimação, e desenvolvimento de externalidades positivas.

Essas funções (e o desempenho do sistema de inovação) são o resultado de interações entre instituições e atores (empresas, universidades, governo) que produzem, distribuem e aplicam conhecimento para gerar e difundir inovação (Lundvall, 1992; Nelson, 1993).

Hekkert *et al.* (2007) afirmam que o número de pontos de partida para a criação e dinamização do sistema é menor do que o número de funções. Ou seja, a evolução do sistema começa com um número limitado de funções que puxam outras funções do sistema. Esta interação é denominada pelos autores de motores de mudança.

4. O SISTEMA DE INOVAÇÃO DO BIODIESEL NO BRASIL

Um sistema de inovação tecnológica não pode ser compreendido, sem um conhecimento do contexto global e da tecnologia em questão. Sendo assim se faz necessário expor o histórico e características do Biodiesel no Brasil (Bergek *et al.*, 2008b).

4.1. Etapa 1: Contextualização do Biodiesel no Brasil

De acordo com Lei n. 11.097, de 13 de setembro de 2005, que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira, Biodiesel é: "biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna (...) que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil." (BRASIL, 2005).

O aumento progressivo da demanda energética pela sociedade contemporânea, somado à tendência a escassez energética, além das pressões por fontes mais sustentáveis e limpas, gera uma necessidade e desenvolvimento de recursos energéticos alternativos capazes de substituir o petróleo (RATHMANN et al., 2005).

De acordo com Ministério da Educação (2006), o biodiesel pode ser obtido de várias matérias-primas derivadas de óleos vegetais, tais como soja, mamona, colza (canola), palma (dendê), girassol, pinhão-manso e amendoim, entre outros. No Brasil essas fontes são cultivadas em diversas regiões do país. As de origem animal podem ser obtidas do sebo bovino, suíno e de aves. Incluem-se entre as alternativas de matérias-primas os óleos utilizados em fritura de alimentos.

O Brasil está localizado em uma região muito privilegiada para o cultivo de diferentes espécies vegetais que podem ser usadas para a produção de biodiesel. Segundo dados da ANP (2015), em novembro de 2014, o Brasil era o terceiro maior produtor mundial de biodiesel (3,4 bilhões de litros), perdendo apenas para os Estados Unidos e da Alemanha.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), em abril de 2014, 74,6% do biodiesel produzido no Brasil vinha da soja, 21,40% da gordura de animais e 2,39% do óleo de algodão. Sendo que a maior região produtora é a centro-oeste.

A figura 2 traz da produção de Biodiesel no Brasil mês a mês entre os anos de 2013 e julho de 2016, onde se observa um incremento na produção, especialmente após novembro de

2014, após aprovada a mistura obrigatória de 7% de biodiesel ao diesel fóssil (B7).

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA, 2014) a B7, ampliará o mercado e a procura por matéria-prima da agricultura familiar. Isso porque o Programa Nacional do Biodiesel prevê o envolvimento intenso de produtores familiares como forma de melhorar a distribuição de renda no país.

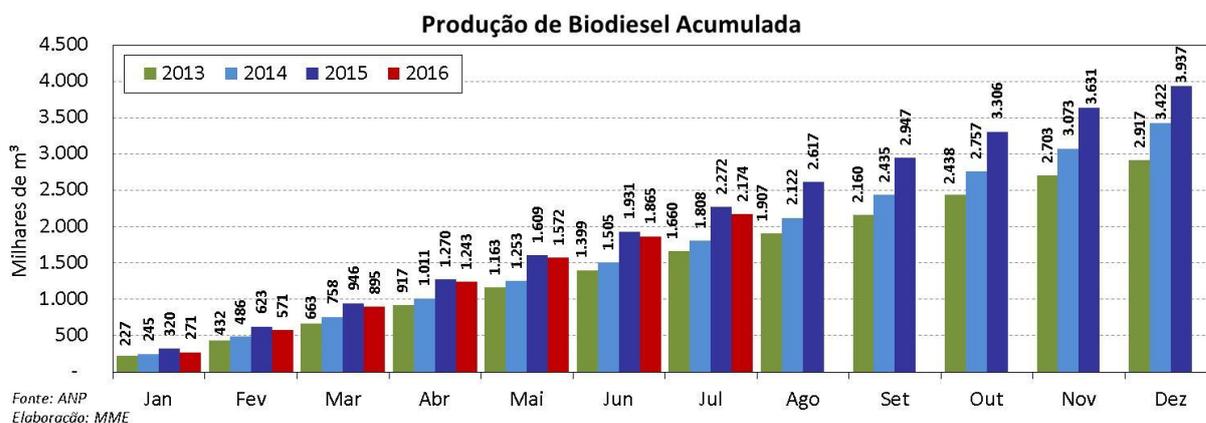


Figura 2. Produção de Biodiesel Acumulada por mês nos anos de 2013 a Julho de 2016
Fonte: MME (2016, p. 13)

Os eventos relevantes para o sistema de inovação do biodiesel do Brasil estão representados na figura 3. Essa figura apresenta os principais eventos em ordem cronológica. Esses eventos nos permitem conhecer o contexto do SI do biodiesel bem como os atores e instituições relacionados a ele.

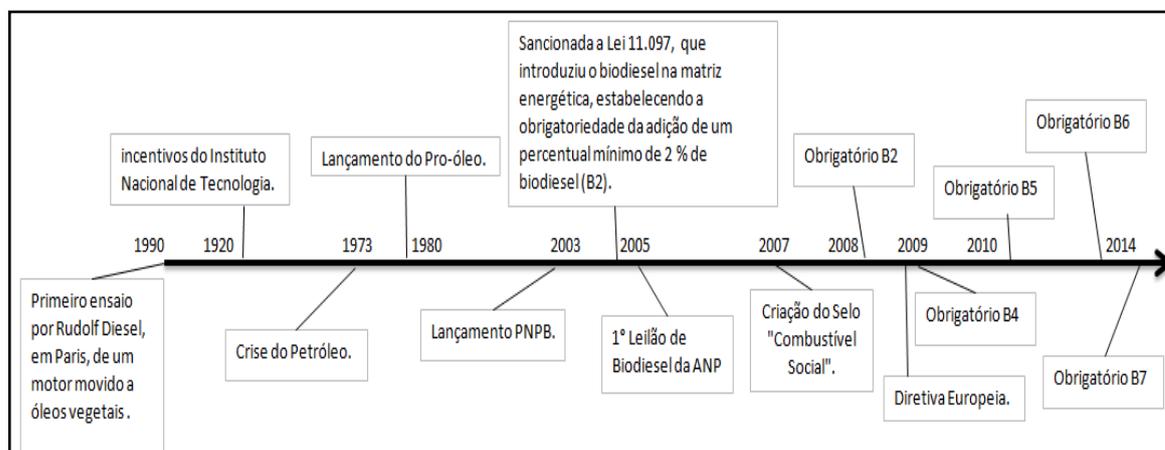


Figura 3. Cronologia dos eventos relacionados ao Biodiesel no Brasil
Fonte: Elaborado pelas autoras com base na pesquisa documental.

As pesquisas em biodiesel no Brasil se iniciaram a partir de incentivos do Instituto Nacional de Tecnologia na década de 1920 com estudos sobre possíveis matérias-primas e suas características (INT, 2005). Porém, foi com a crise do Petróleo na década de 1970 que muitos países decidiram investir em programas de substituição do uso do petróleo e outros combustíveis fósseis (Távora, 2011).

Nesse sentido o governo brasileiro criou o Pro-óleo, Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Energéticos, a partir da resolução nº7, de 1980, do Conselho Nacional de Energia, cujo objetivo era promover a substituição de até 30% do óleo diesel por óleos

vegetais produzidos a partir de soja, amendoim, colza e girassol. Além de incentivar pesquisas tecnológicas para a produção de óleos vegetais.

Vale registrar que o ano de 1980 é considerado um marco no desenvolvimento tecnológico, pois, de acordo com Parente (2003), a primeira patente brasileira de biodiesel e de querosene vegetal de aviação (PI8007957) foi registrada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

No entanto, Távora (2011) ressalta que esse esforço durou pouco com a queda dos preços do petróleo no mercado internacional e por uma série de problemas econômicos internos. Foi somente em 1998 que a academia retoma mais intensivamente as pesquisas sobre o uso do biodiesel.

Então, em 2005, o governo federal decidiu pela retomada dos investimentos e incentivos ao segmento com o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). O PNPB é um programa interministerial que objetiva o fomento de forma sustentável (técnica e economicamente) da produção e uso do Biodiesel (MME, 2015).

Para atingir os objetivos do PNPB, em 13 de janeiro de 2005, foi sancionada a Lei 11.097, que introduziu o biodiesel na matriz energética, estabelecendo a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de 2% de biodiesel (B2) ao óleo diesel comercializado ao consumidor final em qualquer parte do território nacional em um prazo de três anos. A meta é aumentá-lo gradativamente até atingir 20%.

A partir da produção de biodiesel pelo Brasil, uma nova cadeia produtiva vem se fortalecendo, gerando emprego e renda. Além disso, vem agregando-se valor às matérias-primas oleaginosas produzidas no País. Através do PNPB, o Governo Federal organizou a cadeia produtiva, definiu as linhas de financiamento e estruturou a base tecnológica, dando enfoque no desenvolvimento das regiões brasileiras e na inclusão social. (MDA, 2016).

Objetivando seguir as diretrizes sociais e econômicas do PNPB, em 5 de julho de 2007, Através da Instrução Normativa nº 1 pelo o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) foi criado o Selo Combustível Social, que de maneira geral, diferencia as empresas de produção de biodiesel que apoiam a agricultura familiar.

A concessão e o gerenciamento do Selo Combustível Social é a identificação concedida pelo MDA ao produtor de biodiesel que cumpre os critérios estabelecidos pelo Programa e, que confere status de promotor de inclusão social dos agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

O governo concede aos produtores de biodiesel que possuem o selo, alíquotas reduzidas de PIS/PASEP e COFINS, acesso a melhores condições de financiamento público junto ao Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e instituições financeiras credenciadas (Banco da Amazônia, Banco do Nordeste do Brasil e Banco do Brasil), além de permissão para usar o Selo com fins de promoção comercial de sua empresa.

Assim, o Selo Social tenta evitar que o mercado de biodiesel seja dominado por apenas um produto, neste caso a soja, e que o desenvolvimento se limite a apenas algumas regiões do país. Além de oferecer aos agricultores familiares oportunidades de acesso a mercados, a legislação do PNPB prioriza as regiões mais carentes do país (CARVALHO 2007).

O último grande evento do segmento do biodiesel no Brasil são os leilões da ANP. Estes leilões estão previstos no PNPB e são parte um acordo comercial que prevê a compra antecipada do biodiesel através de leilões públicos regulados pela ANP e pelo MME.

Nos leilões, refinarias e distribuidoras (PETROBRAS e Alberto Pasqualini-REFAP S/A) compram o biodiesel de produtores com Selo Combustível Social, para misturá-lo ao diesel derivado do petróleo.

Os leilões de biodiesel da ANP foi uma estratégia adotada para desenvolver o mercado de Biodiesel e estimular os investimentos, especialmente nos segmentos de produção e

comercialização, bem como possibilitar a participação de diferentes segmentos sociais vinculados ao fornecimento de matérias-primas, particularmente dos agricultores familiares.

Os leilões estimulam a produção de biodiesel em uma quantidade suficiente para que refinarias e distribuidores possam compor a mistura imposta por lei, assegurando que todo o óleo diesel comercializado no país contenha o percentual determinado (ANP, 2015).

Em se tratando de mercado internacional, o evento recente mais importante é a Diretiva de Energia Renovável da União Européia (RED) cuja meta é que 20% de toda a energia utilizada dentro da UE devem ser oriundas de fontes renováveis até 2020, sendo que 10% disso pelo setor de transportes. No caso de biocombustíveis, ela descreve de forma clara os critérios de sustentabilidade que devem ser aderidos. Casos os critérios de sustentabilidade não sejam atendidos, este biocombustível não é considerado como fonte energética renovável sustentável e não são comprados pelos países membros (GLENISTER; NUNES, 2001).

Segundo a Diretiva, até 2017 os biocombustíveis precisam gerar no mínimo 35% menos gases do efeito estufa (GEE) do que os combustíveis fósseis, essa proporção vai aumentar para 50% em 2017 e para 60% em 2018. Porém, de acordo com os cálculos do RED o biodiesel de soja brasileiro reduz somente 31% os gases do efeito estufa (GEE) em relação aos combustíveis fósseis.

Nesta situação a o produto brasileiro é menos competitivo no mercado mundial. No entanto, pesquisas estão sendo incentivadas pelo governo para a evolução das técnicas produtivas, a melhoria das condições de produção do biodiesel e as avaliações das emissões. Essas são lacunas de inovação que o SI deve tratar.

Este primeiro passo foi necessário para que se possa entender as características do Biodiesel no Brasil e compreender como os conhecimentos e competências são geradas, incorporadas e disseminadas dentro do SI. Assim como considerar pontos relevantes ao seu desenvolvimento até seu o panorama atual. (BERGEK et al., 2008a).

4.2. Etapa dois: Identificar os componentes estruturais do SI do Biodiesel

Carlsson e Stankiewicz (1991) ressaltam que o sistema de inovação tecnológica possui três principais componentes: atores, redes e instituições. Essa seção busca descrever cada um desses componentes para o caso do biodiesel brasileiro.

4.2.1. Atores

Os atores incluem empresas no âmbito de toda a cadeia produtiva, organizações como universidades e institutos de pesquisas, organizações industriais e relacionadas, outras organizações de interesse (por exemplo, Greenpeace) e órgãos governamentais. Levando em consideração o Mapa do sistema de Inovação Brasileiro da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI) e o Quadro de atores selecionados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação do Centro de Gestão e Estudos Estratégico (CGEE, 2010), os principais atores do sistema inovação do Biodiesel estão descritos no quadro 1 a seguir.

4.2.2. Redes

Pellegrin (2007) define rede de inovação como o modelo interorganizacional heterogêneo, cujos atores interagem por meio de ações coletivas voltadas à inovação, mediados por um contexto institucional composto por elementos próprios da região, do país e dos setores econômicos envolvidos. Para o autor existem três tipos de redes de inovação: redes promoção dos setores correlatos através do desenvolvimento e difusão de conhecimento entre os atores; redes de promoção das condições dos insumos, principalmente da disponibilidade de recursos; e redes de comercialização.

Quadro 1 – Principais atores do Sistema de Inovação do Biodiesel no Brasil

| | |
|--|---|
| Fornecedores de Matéria Prima | Grandes agricultores (principalmente de soja), pequenos produtores familiares e outros fornecedores em geral. No Brasil, até 2015, 72 mil famílias de agricultores e 82 cooperativas participavam do PNPB. |
| Produtores de Biodiesel | Até julho de 2016, havia 48 unidades aptas produzir biodiesel, do ponto de vista legal e regulatório, com uma capacidade média instalada de 148 mil m ³ /ano (412 m ³ /dia). Dessas, 37 detinham o Selo Combustível Social. As processadoras de óleo e produtoras de Biodiesel são ADM, Cargill, Bunge e Amaggi, e Biocamp. |
| Refinarias | Os principais de Biodiesel no Brasil são Petrobras e a Refap (controlada pela Petrobras e pela Repsol) que compram o Biodiesel através dos leilões realizados pela ANP. |
| Instituições de Fomento | As principais fontes de recursos, gerenciadas pela FINEP e BNDES, são o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), Fundo Setorial de Agronegócios (CT-Agro) e recursos do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e do MPA. |
| Órgão, agências reguladoras, associações de empresas e outras entidades | As principais são a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), Agência Nacional de Petróleo (ANP), e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). De atuação mais indireta no setor tem-se Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), Confederação Nacional da Agricultura (CNA), Central Única dos Trabalhadores (CUT), Associação Brasileira da Agricultura Familiar Orgânica (Abrabio), Associação dos Produtores de Soja e Milho (APROSOJA), entre outras. |
| Suporte | O principal é o SEBRAE que disponibiliza cartilhas e consultorias a respeito do tema com o intuito de apoiar o pequeno empreendedor. |
| Universidades | Universidades Federais, Estaduais, e particulares, Institutos técnicos entre outros. De acordo com Vazzolér (2010), até 2010, a UNICAMP havia realizado 61 pesquisas relacionadas ao Biodiesel, comparado com 18 da Petrobras. |
| Governo | Até início de 2016, os principais órgãos eram o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Comissão Executiva Interministerial; Ministério dos Transportes; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério de Minas e Energia; Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Desenvolvimento Agrário; Ministério do Desenvolvimento Social. |
| Institutos de Pesquisa e ICT | Os principais são o Instituto Nacional de Tecnologia, Instituto de Pesquisa Tecnológica, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto de Economia Agrícola (IAE), entre outros. |

Fonte: elaboração própria com base na pesquisa bibliográfica e documental.

A Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel é a principal rede formal dos atores envolvidos na pesquisa, desenvolvimento e produção do Biodiesel no Brasil. Constitui-se em uma das ações do módulo de Desenvolvimento Tecnológico, coordenado pelo MCTI, no âmbito do PNPB e busca proporcionar a otimização de investimentos públicos e incentivo de parcerias entre instituições de P&D e o setor produtivo.

O caso das redes para acesso a recursos, um dos exemplos que permeiam o Biodiesel no Brasil é Rede Microalgas, projeto iniciado em 2010, financiado pela FINEP/MCTI, que envolve dez instituições brasileiras, com recursos da ordem de R\$ 7,5 milhões. Essa rede tem possibilitado avanços nas pesquisas e em tecnologias voltadas à produção e uso de biodieseis derivados de óleos de microalgas (MCTI, 2010).

III) Instituições

O terceiro elemento são as instituições, ou seja, aspectos legais e regulamentares, normas e regras cognitivas que regulam as interações entre atores. (OLTANDER; VICO, 2005). As instituições são consideradas elementos fundamentais na abordagem de sistemas de inovação, uma vez são um conjunto de hábitos comuns, rotinas, valores e práticas estabelecidas, além de regras ou leis formais que regulam as relações e interações entre indivíduos, grupos e organizações. (EDQUIST; JOHNSON, 1997).

No caso do biodiesel no Brasil, tem-se uma série de políticas (detalhadas na seção 4.1), Instruções normativas ministeriais e resoluções da ANP que influenciam a dinâmica do SI.

4.3. Etapa Três: Mapear as funções do sistema de inovação

Diferentes sistemas de inovação podem ter componentes semelhantes, porém ainda assim funcionar de forma completamente distintas. Sendo assim, para uma análise mais concreta de um sistema de inovação, se faz necessário identificar as funções (FSI) que, ao serem realizadas e conjugadas pelos agentes, resultam na formação de motores de transformação dos SI. As funções do sistema de inovação do Biodiesel no Brasil, de acordo com o modelo de análise das funções propostas por Hekkert et al. (2007), são descritas a seguir.

I.FSI 1 – atividades empreendedoras

Esta função pode ser analisada através do mapeamento do número de novos entrantes, e o número de experiências com as novas tecnologias (Hekkert et al. 2007). Em relação ao Biodiesel no Brasil podemos identificar que os principais atores desempenhando esta função são os produtores de Biodiesel e famílias agricultoras.

Após o lançamento do PNPB, segundo MME (2016), os números da participação da agricultura familiar na produção do biodiesel mostram um crescimento de 16 mil famílias de agricultores em 2005, para mais de 72 mil em 2015. Por meio do Selo Combustível Social já foram mapeados 160 mil agricultores familiares que participam de alguma forma, direta ou indiretamente, do PNPB. Além de novos entrantes neste setor, o programa permite a diversificação e o fortalecimento das diferentes cadeias produtivas de matérias-primas.

Os produtores de Biodiesel passaram de 3 usinas em 2005 para 48 em 2015 (MME, 2016), incluindo a experimentação com a produção a partir de novas matérias primas.

II.FSI 2 – desenvolvimento de conhecimento

Três indicadores podem ser utilizados para mapear a função ao longo do tempo: projetos de P&D, patentes e investimentos em P&D. (Hekkert et al., 2007).

De acordo com Hupfer et al. (2014) a cada unidade que aumenta a produção de biodiesel no Brasil, os investimentos em Ciência e Tecnologia por atores públicos ou privados tem um acréscimo de 1% no cenário geral, o que pode ser considerado significativo diante dos diversos setores industriais que contribuem para esse investimento.

Duas empresas multinacionais estão à frente desta inovação tecnológica no Brasil, pois com recursos próprios e incentivos do BNDES desenvolveram uma rota alternativa para a produção de biodiesel. A Multinacional Americana *Amyris* Biocombustíveis utiliza uma levedura transgênica que transforma a sacarose de cana-de-açúcar num precursor do Biodiesel. Na mesma linha, a *Solazyme* Brasil Biocombustíveis, também americana, formou uma *joint-venture* com a Bunge-Usina Moema para a produção de Biodiesel através da utilização de uma microalga transgênica que transforma a sacarose de cana-de-açúcar em biocombustível.

De acordo com a pesquisa levantada por Maricato (2010), foram identificadas 626 patentes com tecnologias relacionadas ao biodiesel, registradas por 351 empresas. O maior grupo de patentes é de propriedade de organizações públicas e privadas, sobretudo, empresas, universidades e institutos de pesquisa que possuem aproximadamente 73,8% (462) das patentes registradas. As outras são 162 patentes de pessoa física (25,9%) e duas (0,3%) de anônimos. O autor ainda ressalta que o número de patentes em 2005 (ano do lançamento do PNPB) é nove vezes maior do que no ano de 2000.

Em relação aos incentivos à pesquisa e desenvolvimento do Biodiesel no Brasil, as pesquisas impulsionadas pelo PNPB estão divididas nas seguintes áreas: Agricultura; Bens de Capital e Processos Produtivos; Rotas Tecnológicas; Co-produtos. Na área de Agricultura as ações são planejadas e executadas em conjunto com a EMBRAPA, sendo consideradas as seguintes linhas: zoneamento pedoclimático; variedades vegetais e oleaginosas; economia e modelagem de sistemas; processamento e transformação.

Nas demais áreas são identificados estudos, de acordo com o MME (2015), como: programa de testes e ensaios com motores; desenvolvimento de tecnologia para produção de biodiesel; destino e uso dos co-produtos; caracterização e controle de qualidade do combustível; critérios e formas de armazenamento do biodiesel; estruturação de laboratórios e formação de pessoal.

Os projetos são elaborados e executados com acompanhamento e supervisão do MCTI, para se evitar repetição de esforços, buscando-se a promoção de parcerias e adequação a realidade e vocações locais.

III.FSI 3 – difusão de conhecimento através de redes

Esta função pode ser analisada pelo número de workshops e conferências dedicadas a uma tecnologia, e mapeando o tamanho da rede e intensidade no tempo (Hekkert et al. 2007).

Em relação ao PNPB, foi criada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel em março de 2004, cujo escopo é a consolidação de um sistema gerencial de articulação dos diversos atores envolvidos, permitindo assim a convergência de esforços e eficiência nos gastos públicos (MME, 2015).

Outro objetivo relevante da rede é a identificação e eliminação de gargalos tecnológicos que venham a surgir durante a evolução do Programa Nacional em questão, o que será feito por meio de pesquisa e desenvolvimento realizados com parcerias entre instituições de P&D e o setor produtivo.

No âmbito da Rede, cinco workshops regionais e dois nacionais e no decorrer de 2003 e 2004, foram elaborados projetos em parceria com 23 Estados, os quais firmaram entre si um Acordo de Cooperação. Este trabalho permitiu o mapeamento da competência instalada no país, servindo como base para a estruturação e implantação da Rede.

IV.FSI 4 – direcionamento da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico

Esta função deve ser analisada por meio do mapeamento de alvos específicos estabelecidos pelos governos e indústrias sobre o uso de determinada tecnologia e mapeando o número de publicações a respeito desta tecnologia (Hekkert et al. 2007).

O Brasil desenvolve pesquisas sobre biodiesel há quase meio século. Pode-se dizer que o País já dispõe de conhecimento tecnológico suficiente para iniciar e impulsionar a produção de biodiesel em escala comercial, embora deva continuar avançando nas pesquisas e testes sobre esse combustível, como, aliás, se deve avançar em todas as áreas tecnológicas, de forma a ampliar a competitividade do produto (MME, 2015).

Sendo assim, o direcionamento a pesquisa se caracteriza por objetivos de longo prazo propostos pelo governo. No caso brasileiro, podem ser citadas as pesquisas direcionadas pelo

governo federal visando atender os objetivos propostos pelo PNPB, bem como os direcionamentos de pesquisas pelo governo federal visando atingir a meta de um biodiesel que contribua cada vez mais com a redução de emissão de gases do efeito estufa, objetivando atender os requisitos propostos pela Diretiva de energia renovável da União Européia.

V.FSI 5 – formação de mercado

O mapeamento do número de nichos de mercado que foram introduzidos, regimes fiscais específicos para novas tecnologias, regimes favoráveis de tributação e a definição de quotas mínimas de consumo caracterizam esta função (Hekkert et al. 2007).

Ao analisar o processo histórico do Biodiesel no Brasil, percebe-se que a partir do lançamento do programa, o marco regulatório do biodiesel evoluiu. Porém, somente com a obrigatoriedade da mistura que o mercado foi realmente estimulado (PRATES; PIEROBON; COSTA, 2007).

Assim, a partir da obrigatoriedade e dos leilões de Biodiesel percebe-se a formação de um mercado nacional para o Biodiesel Brasileiro. De acordo com a APROBIO (2015), com uma mistura de 7% (MP647/2014) do Biodiesel no diesel, o consumo de biodiesel no Brasil pode subir dos cerca de 3 bilhões de litros atuais para 4,2 bilhões de litros ao ano. Com isso, deixou-se de importar aproximadamente 1,2 bilhões de litros de óleo diesel/ano.

VI.FSI 6 – mobilização de recursos para a inovação

Esta função pode ser mapeada por indicadores como o crescimento do volume de capitais e alteração do volume e qualidade dos recursos humanos (Hekkert et al. 2007).

No âmbito da rede A execução dos projetos e demais atividades no âmbito da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel contam R\$ 12 milhões dos Fundos Setoriais de C&T alocados em 2003 e 2004.

O 1º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel nos dias 31 de agosto e 1º de setembro de 2006 contou com a presença de cerca de 330 pesquisadores de todo o país dos mais diversos temas, onde foram apresentados e discutidos os resultados de PD&I de universidades, centros tecnológicos e empresas. Parte dos trabalhos desses pesquisadores foi financiada pelo governo brasileiro.

Deve-se ainda ressaltar que o esforço da Rede na busca de resultados de PD&I, garante a formação de recursos humanos qualificados para atuar nessa área, os quais certamente serão absorvidos pelas diferentes empresas que estão sendo criadas em diversos estados brasileiros (MME, 2014).

VII.FSI 7 – criação de legitimidade e contenção da resistência à mudança

Esta função pode ser analisada através do mapeamento do surgimento e crescimento de grupos de interesse e as suas ações de lobby (Hekkert et al. 2007).

De acordo com uma pesquisa levantada pela BiodieselBr, há duas tentativas de mobilizar senadores e deputados federais em relação ao desenvolvimento do setor de Biodiesel no Brasil. A primeira delas surgiu dentro da Frente Parlamentar Ambientalista, que busca reduzir a quantidade de combustível fóssil usado no país; e a segunda se trata da ideia de criar uma frente parlamentar do biodiesel. A proposta tem sido fomentada pela Associação de Produtores de Biodiesel do Brasil (Aprobio).

A próxima seção trata dos motores de transformação do sistema de inovação do biodiesel no Brasil

1.3.1. Motores de transformação do sistema de inovação do Biodiesel no Brasil

De acordo com Hekkert et al. (2007) as funções do sistema de inovação podem se

influenciar mutuamente. Essa interação pode ser considerada uma condição necessária para a mudança estrutural e, portanto, para a inovação sistêmica. O desempenho de uma determinada FSI pode iniciar o ciclo virtuoso de um processo de mudança, produzindo interações positivas com outras FSI e resultando na transformação do SI.

A partir da análise das funções, chegou-se ao principal motor do sistema de inovação do biodiesel (Figura 4).

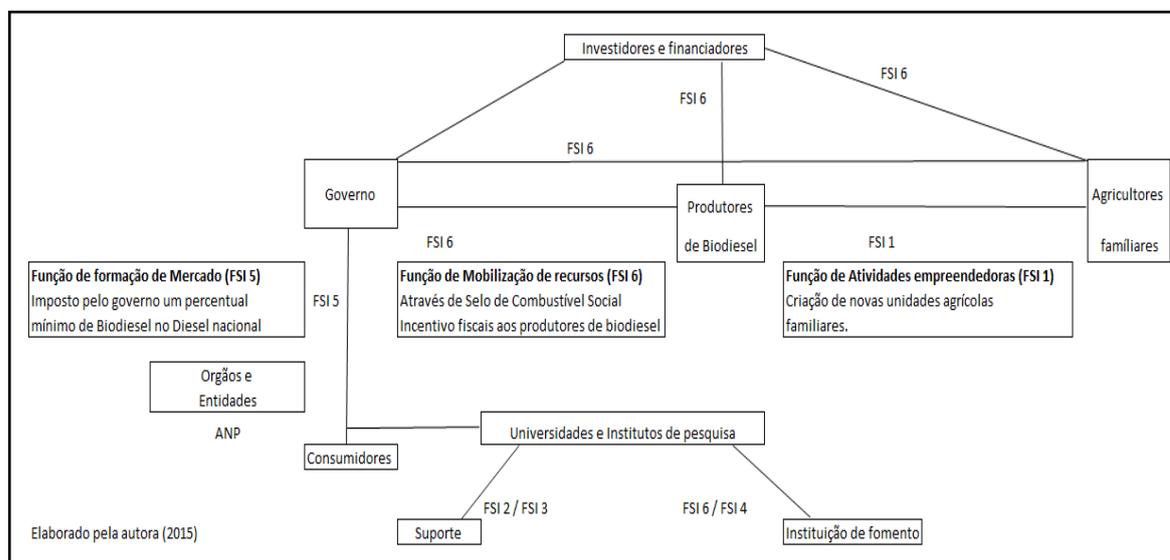


Figura 4. Principal Motor do Sistema de Inovação do Biodiesel no Brasil.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

As pesquisas em Biodiesel surgiram na década de 1920 no Brasil, no entanto é somente após o lançamento, em 2005, do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), que o sistema de inovação Brasileiro do Biodiesel toma forma.

Em termos do marco regulatório, o Governo Federal definiu como prioridade a ampliação da produção e consumo em escala comercial de forma sustentável, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, através da diversificação das matérias primas e das regiões produtoras, visando gerar emprego e renda.

A obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel no diesel delimitou um mercado nacional consumidor para o Biodiesel brasileiro (FSI 5). Para o funcionamento deste mercado, passaram a existir os leilões de biodiesel da ANP por onde é comercializado o Biodiesel de produtores de biodiesel com Selo Combustível Social.

Na função 6 (mobilização de recursos para a inovação), o Governo Federal concede a produtores de Biodiesel que possuem o Selo Combustível Social alíquotas reduzidas de PIS/PASEP e COFINS e acesso a melhores condições de financiamento público.

Os agricultores familiares que desejam participar da cadeia produtiva do biodiesel têm à disposição uma linha de crédito adicional do Pronaf para o cultivo de oleaginosas. Estes incentivos financeiros criam novas unidades agrárias produtivas, ou seja, os agricultores familiares desempenham atividades empreendedoras (FSI 1 – atividades empreendedoras).

Objetivando atingir os objetivos do PNPB foi criada a Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel como meio de facilitar a pesquisa e a difusão de conhecimento direcionando as pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos (FSI4).

As Universidades e Institutos de Pesquisa interagem e se relacionam através de redes de pesquisas ao desenvolverem estudos em Biodiesel além de difundirem o conhecimento (FSI3), contribuindo e desempenhando a função de desenvolvimento de conhecimento (FSI

2). Estas redes de pesquisas e desenvolvimento são, na maioria das vezes, financiadas por Instituições de fomento (Capes, CNPq, FAPESP, FINEP, entre outras) representando a função de mobilização de recursos para a inovação (FSI6).

A partir dessas funções podemos distinguir um motor de transformação partindo da função de formação de mercado por meio do PNPB.

Em suma, a partir da análise, verificamos que o programa e incentivo a produção, a pesquisa e desenvolvimento do Biodiesel no Brasil é dependente dos incentivos financeiros e fiscais. Ou seja, as funções que atuam mais assiduamente no sistema as funções de formação de mercado (FSI 5) e mobilização de recursos para a inovação (FSI 6).

Assim, neste trabalho, foi identificada a grande importância do PNPB na construção de um sistema setorial de inovação do Biodiesel no Brasil. A análise também possibilita a identificação de um futuro mercado consumidor para o Biodiesel brasileiro que é a União Européia, decorrente da Diretiva para redução de emissões de carbono até 2020. O Brasil, como potencial produtor de Biodiesel, pode se beneficiar desta situação ao exportar Biodiesel para a Europa. Entretanto deve provar que os níveis de emissões se adequam a essa diretiva.

Uma forma de fazer isso é com inovações tecnológicas de menores emissões e novas fontes de biodiesel que não a soja e a gordura animal. Além de pesquisas que medem de maneira correta as emissões do biodiesel atual.

CONCLUSÃO

Este artigo analisou o sistema de inovação do Biodiesel no Brasil por meio da literatura sobre a dinâmica dos Sistemas de Inovação a fim de determinar o principal motor de desenvolvimento do Sistema de Inovação do Biodiesel no Brasil. Para tanto se realizou uma pesquisa exploratória bibliográfica e documental.

Como visto, a apresentação do sistema de inovação do Biodiesel foi elaborada a partir de um modelo adaptado da metodologia de análise de sistemas de inovação tecnológica proposta por Bergek et al. (2008). A primeira etapa do método proporcionou uma visão sistêmica e histórica do SI do Biodiesel no Brasil. Na segunda fase, a estrutura do sistema de inovação setorial, composta por atores, redes e instituições foi detalhada.

Seguindo esta proposição, a contribuição deste trabalho foi um panorama geral sobre o sistema de inovação do Biodiesel no Brasil, possibilitando futuras análises e estudos. Este panorama, poderá servir de base para pesquisas posteriores tais como: o sistema de inovação do biodiesel brasileiro como um sistema de inovação sustentável; perspectivas da exportação do biodiesel brasileiro; comparações do sistema de inovação do biodiesel no Brasil com demais sistemas de inovação, entre tecnologias e países; o impacto das políticas públicas no sistema; etc.

A partir deste trabalho foi possível analisar a evolução do sistema de inovação do biodiesel no Brasil, bem como uma avaliar os pontos fortes e fraquezas desse processo.

Esse trabalho, como estudo exploratório, não tinha a intenção de ser exaustivo na descrição do sistema em si; sendo essa outra oportunidade de pesquisa futura. A falta de informações consolidadas a respeito do assunto e a divergência de informações encontradas no decorrer da pesquisa foram os principais gargalos deste trabalho.

Assim, neste trabalho, foi identificada a grande importância do PNPB na construção do sistema de inovação do Biodiesel no Brasil, no entanto não podemos afirmar sua eficiência como programa de política pública. Isso porque, uma análise detalhada desse programa não era escopo do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.

Boletim Mensal do Biodiesel: Abril de 2015. Rio de Janeiro: Boletins ANP, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEO VEGETAIS. **Boletim**

Mensal dos Combustíveis Renováveis. 87 ed. 2015. Disponível em:

<<http://www.aprobio.com.br/BoletimDCR087Abril2015.pdf>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (Brasil).

Indústria de biodiesel no Brasil: panorama atual e visão de futuro. Brasília 2014.

BERGEK, Anna; Hekkert Marko; Jacobsson Staffan: **Functions in innovation systems:** A framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers. Gothenburg, Chalmers - RIDE/IMIT, 2008b.

BERGEK, Anna, *et al.*. **Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems:** A scheme of analysis. Amsterdam: Elsevier Science, 2008a.

BiodieselBR. **Biodiesel.** Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/>;

<<http://www.biodieselbr.com/revista/025/o-lobby-do-bem.htm>>

BRASIL. Lei n. 11. 097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis n. 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 14 jan. 2005.

BRUNDTLAND, G. et al. **Our Common Future ('Brundtland report')**. [s.l.] Oxford University Press, USA, 1987.

CARLSSON Bo, Stankiewicz R. **On the nature, function and composition of technological systems.** Volume 1, Issue 2, Cleveland: Journal of Evolutionary Economics, 1991. 93-118p.

CARVALHO, René, Potengy, Gisélia, Kato Karina. **PNPB e Sistemas Produtivos da Agricultura familiar no Semiárido:** oportunidades e limites. *Rio de Janeiro, UFRJ*, 2007.

CASSIOLATO José Eduardo, Lastres Helena. **Sistemas de inovação e desenvolvimento:** As implicações de política. São Paulo: São Paulo em perspectiva 19.1, 2005. P.37. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v19n01/v19n01_03.pdf>.

DeltaCO2 – **Sustentabilidade Ambiental Pegada de Carbono na Produção de Biodiesel de Soja.** São Paulo: Abiove, 2013.

EDQUIST, Charles; JOHNSON. **Systems of innovation:** technologies, institutions, and organizations. London: Pinter, 1997, p. 47 e130.

FREEMAN, Chris. **The Greening of Technology and Models of Innovation:**

Technological Forecasting and Social Change, New York: Elsevier Publish Inc. Vol.53, No. 1, 1996. P. 27-39.

GLENISTER, David, Nunes Vanda . Entendendo a produção Sustentável de Biocombustíveis, A Diretiva da UE de energia renovável e as iniciativas internacionais para verificação de sustentabilidade. Brasil: GSSA.2011.

HATEM, F.; CAZES, B. C.; ROUBELAT, F. C. **La prospective: pratiques et méthodes.** Paris: Editions Economica, 1993.

HEKKERT, Marko et al. **Functions of innovation systems:** a new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 74, p. 413-432.

Heidelberglaan: Elsevier Inc. 2007.

HUPFER, N. T. et al. **Regressão e Correlação entre a produção nacional de biodiesel e os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento e Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa: V Congresso Brasileiro de engenharia de produção. Disponível em:
<<http://www.aprepro.org.br/combrepro/2014/anais/artigos/eng%20op%20pp/36.pdf>>.

INT - Instituto Nacional de Tecnologia (2005): **Desde 1921 gerando tecnologia para o Brasil**. Brasília: INT, P.46. Disponível em:
<http://www.int.gov.br/component/docman/doc_view/251-livro-do-int-80-anos>.

JOHNSON Björn, L.M. **Sustainability and Cities as System of Innovation**. Fibigerstræde: Druid, 2006. P. 18 - Disponível em: <<http://www3.druid.dk/wp/20060017.pdf>>

LUNDEVALL, B.-Å. (ed.). **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**, London: Pinter Publishers, 1992.

MALERBA, Franco. **Sectoral systems of innovation: basic concepts**. In: MALERBA, F. (Ed.). **Sectoral Systems of Innovation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

MARICATO, J, Noronha, D., Fujino A.: **Análise bibliométrica da produção tecnológica em biodiesel: contribuições para uma política em CT&I**. 2010.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Cartilhas Temáticas: Biodiesel**. Brasília, Ministério da Educação, 2006. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/cartilha_biodiesel.pdf>.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. **Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB)**. Disponível em:
<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/rede_brasileira_tecnologia/sobre_a_rede>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – MCTI . Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Quadro de Atores Selecionados no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia**. [2010].

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Biodiesel**. Brasília. 2010
Disponível em:
<http://www.mcti.gov.br/noticias?_3_keywords=biodiesel&p_p_id=3&p_p_lifecycle=0&p_p__state=maximized&p_p_mode=view&_3_struts_action=%2Fsearch%2Fsearch>.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis**, n. 102, Brasília: Departamento de Combustíveis Renováveis, Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis, ago. 2016.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **O Portal do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel**. Brasília. 2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO - MDA. Secretária Nacional de Agricultura Familiar. **Programa Nacional de Produção e usos de Biodiesel: Inclusão social e desenvolvimento territorial**. Brasília, [2010].

MOHAMAD, Z. F. The emergence of fuel cell technology and challenges for catching-up by latecomers: Insights from Malaysia and Singapore. **International Journal of Technology and Globalisation**, 5(3), 306–326, 2011.

NEGNY, Stéphane, et al. **Toward an eco-innovative method based on a better use of**

resources: application to chemical process preliminary design. New York: *Journal of Cleaner Production* 32 (2012): 101-113., v.32, p. 101.

NELSON, Richard R. (ed.). **National Systems of Innovation**. A Comparative Analysis. Oxford: Oxford University Press, 1993.

OLTANDER, G., VICO E. **A survey of the Swedish security industry and an innovation system analysis of the Swedish security sensor industry**. Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2005. P. 70-120.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OCDE. **Dynamising National Innovation Systems**. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. 2002.

PARENTE, Expedito de Sá et al. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. Disponível em: <<http://www.xitizap.com/Livro-Biodiesel.pdf>>.

PELLEGRIN Ivan, *et al.*. Redes de inovação: construção e gestão da cooperação pró-inovação. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v.42, i.3, 2007.

PRATES, C. P. T.; PIEROBON, E. C.; COSTA, R. C. Formação do mercado de biodiesel no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 39-64, mar. 2007.

RATHMANN, Régis, et al. **Biodiesel: uma alternativa estratégica na matriz energética brasileira**. II Seminário de Gestão de Negócios 1, 2005. Disponível em: <http://www.unifae.br/publicacoes/pdf/iiseminario/sistemas/sistemas_03.pdf>

SUURS, Rolad, Hekkert, Marko. **Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands**. *Technological Forecasting and Social Change*, 76.8. Amsterdam: Elsevier Inc. AI, 2009. 1003-1020.

TÁVORA Fernando. **História e Economia dos Biocombustíveis no Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2011.

UNITED NATIONS. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**, 1998. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2016

WALZ, R.; DELGADO, J. N. Different routes to technology acquisition and innovation system building? China's and India's wind turbine industries. **Innovation and Development**, 2(1), 87–109, 2012.