



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS

**AS CONTROVÉRSIAS SOCIOTÉCNICAS DA PRODUÇÃO E USO
DO BIODIESEL NO BRASIL**

Acadêmico: Marco Vinicius de Castro

Orientadora: Daniela Alves de Alves

Viçosa – MG

Curso de Ciências Sociais da UFV

2016

MARCO VINICIUS DE CASTRO

**AS CONTROVÉRSIAS SOCIOTÉCNICAS DA PRODUÇÃO E USO
DO BIODIESEL NO BRASIL**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Sociais da Universidade Federal de Viçosa, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Sociais.

Orientadora: Daniela Alves de Alves

Viçosa – MG
Curso de Ciências Sociais da UFV
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS

Monografia intitulada *As controvérsias sociotécnicas da produção e uso do biodiesel no Brasil* de autoria do estudante Marco Vinicius de Castro, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Marco Vinicius de Castro – Autor
Estudante do Curso de Ciências Sociais da UFV

Profª. Dra. Daniela Alves de Alves – Orientadora
Curso de Ciências Sociais da UFV

Prof. Dr. Victor Luiz Alves Mourão – Membro da banca
Curso de Ciências Sociais da UFV

Prof. Dr. Fabrício Roberto Costa Oliveira – Membro da banca
Curso de Ciências Sociais da UFV

Viçosa, 18 de novembro de 2016.

RESUMO

As mudanças climáticas, a segurança energética, o esgotamento das fontes energéticas não renováveis e a produção de energia a partir de insumos renováveis são temas controversos, ainda mais quando imbricados. Dentre os artefatos que são alvos de controvérsias, atualmente, estão as fontes alternativas de energia. Este trabalho objetiva cartografar as controvérsias sociotécnicas a respeito do papel ambiental e social do biodiesel, em fontes acadêmicas e não acadêmicas de divulgação do conhecimento científico e tecnológico, isto é, mapear as controvérsias inerentes ao processo de concepção e adoção do artefato biodiesel. A partir do desenho de uma pesquisa qualitativa, utiliza-se a técnica cartografia de controvérsias para explorar e visualizar questões do debate sociotécnico contemporâneo sobre a produção e uso de biodiesel no Brasil, como a pesquisa documental, via *web* e entrevistas. Foram realizadas entrevistas qualitativas com quatro pesquisadores que têm relação direta com as controvérsias que envolvem o biodiesel. Alguns resultados evidenciam que o biodiesel tem sofrido ceticismo por parte da comunidade científica devido a uma série de fatores inerentes às matérias-primas utilizadas na produção, as especificações tecnológicas e outros fatores. Logo, a rede do biodiesel se configura simultaneamente como uma rede de concepção e adoção e, com o objetivo de se consolidar como uma “caixa-preta”, essa rede mobilizou e ainda mobiliza redes de negociações entre diversos atores heterogêneos, demandando a renegociação de laços de redes antigas e o surgimento de novas redes.

PALAVRAS-CHAVE: Controvérsias. Sociotécnicas. Ciência. Tecnologia. Biodiesel.

ABSTRACT

Climatic changes, energy security, depletion of non-renewable energy sources and energy production from renewable inputs are controversial issues, especially when imbricated. Among the artifacts that creates controversies currently are alternative energy sources. This study aims to map the socio-technical controversies regarding the environmental and social role of biodiesel in academic and nonacademic dissemination's sources of scientific and technological knowledge, that means, map the controversies inherent in the process design and adoption of biodiesel artifact. From the design of a qualitative research, use to mapping technical controversies is used to explore and visualize issues of contemporary socio-technical debate on the production and use of biodiesel in Brazil, such as desk research, on web and interviews. Qualitative interviews were conducted with four researchers who are directly related to controversies involving biodiesel. Some results evidences that biodiesel has been suffered skepticism by the scientific community due to a number of factors inherent to the feedstocks used in production, the technological specifications and various other factors. Therefore, the biodiesel network is configured simultaneously as a conception network and adoption and, in order to consolidate itself as a “black box”, this network mobilized and still mobilizes negotiations networks between different heterogeneous actors, demanding the renegotiation of old networks links and the emergence of new networks.

KEYWORDS: Controversies. Sociothechnical. Science. Thechnology. Biodiesel.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIOVE	Associação Brasileira de Indústria de Óleos Vegetais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEA	Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANT	<i>Actor-Network Theory</i> (Teoria Ator-Rede)
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CCMN	Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
CEN	Comitê Europeu de Normalização
CH ₄	Metano
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CRA	Comissão de Agricultura e Reforma Agrária
CUT	Central Única de Trabalhadores
DAP	Declaração de Aptidão ao PRONAF
DOU	Diário Oficial de União
EGR	Escape de Recirculação dos Gases
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
GEE	Gases do Efeito Estufa
HC	Hidrocarboneto
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
INPA	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
ISO	Organização Internacional de Padronização
MCTI	Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MP	Materiais Particulados
N ₂ O	Óxido Nitroso
NO _x	Óxido de Azoto
ONG	Organização Não Governamental
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PBIO	Petrobrás Biocombustíveis
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PIBIC	Projeto Institucional de Bolsa de Iniciação Científica
PIS	Programa de Integração Social
PL	Projeto de Lei
PLS	Projeto de Lei do Senado
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
SCS	Selo Combustível Social
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UBRABIO	União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene
UE	União Europeia
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
CAPÍTULO 1 – Objetivo, revisão teórica e metodologia.....	9
1.1. Objetivo	9
1.2. A rede sociotécnica e a concepção e adoção tecnológica	10
1.3. O princípio da simetria, a caixa-preta e suas controvérsias	11
1.4. As práticas de purificação e tradução	12
1.5. Metodologia	13
1.6. Operacionalização da pesquisa	16
CAPÍTULO 2 – As controvérsias sobre o artefato e suas especificações tecnológicas	18
2.1. O artefato biodiesel	18
2.2. As especificações do biodiesel.....	20
CAPÍTULO 3 – As controvérsias ambientais e sobre as matérias-primas.....	25
3.1. As matérias-primas e as gerações do biodiesel	25
3.2. Os relatórios do IPCC, PBMC e os históricos de emissões do biodiesel.....	31
CAPÍTULO 4 – As controvérsias sociotécnicas	36
4.1. O PNPB e os seus desdobramentos	36
4.2. O “Selo Combustível Social” e a agricultura familiar no Brasil	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	59
Tabela 1: Comparação entre as especificações em 2007, na época das discussões do <i>White Paper</i> . 60	
Tabela 2: Comparação entre as especificações vigentes nos EUA, União Europeia e Brasil.....	61
Tabela 3: Mudança da especificação brasileira ao longo do tempo.	62

INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte de um estudo mais amplo e teve como foco aprofundar o mapeamento das controvérsias sociotécnicas ambientais e sociais a respeito das fontes alternativas de energia no Brasil, que foi um trabalho realizado durante o pós-doutoramento da orientadora Daniela Alves de Alves. O contato do autor, Marco Vinicius de Castro, e da orientadora, decorreu durante uma disciplina oferecida pelo curso de Ciências Sociais da UFV, denominada Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Local (CIS410). Após tal contato e do trabalho de pós-doutoramento, este último que visava descrever as controvérsias sociotécnicas no âmbito político, surge um projeto institucional de bolsa de iniciação científica (PIBIC) financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) com o objetivo de descrever as controvérsias sociotécnicas inerentes à esfera tecnocientífica e complementar o trabalho de pós-doutoramento. Nesse sentido, este trabalho é produto de uma reflexão mais aprofundada e detalhada do relatório de iniciação científica entregue à FAPEMIG no final do período de bolsa da pesquisa, em março de 2016.

A inserção da sociologia no âmbito dos estudos sociais da ciência e da tecnologia destaca-se por sua transdisciplinaridade ao dialogar com diversas áreas do conhecimento tecnocientífico e pelo seu relevante reconhecimento para a provocação de mais reflexividade nas chamadas “ciências duras”. Para Giddens (1991) a reflexividade é introduzida de modo que o pensamento e a ação sejam refratados entre si, para que a intervenção tecnológica e o conhecimento científico sejam contínua e reflexivamente atualizados e revisados radicalizando o apetite pelo novo. Tanto a sociologia da ciência, como os estudos sociais de ciência e tecnologia, esforçam-se em compreender as conexões entre a produção tecnocientífica e o contexto ou os impactos na vida social, principalmente no campo da segurança energética associado às mudanças climáticas, pois essa é uma área permeada de controvérsias que possuem consequências de escala global para as sociedades humanas. Diante desse cenário, diversas modalidades de produção, distribuição e consumo de energia, que afetam direta e indiretamente as mudanças climáticas no planeta, têm sido esfera de disputas acirradas que envolvem diversos grupos de interesse, como por exemplo, pesquisadores, agentes do governo, agências internacionais, empresas privadas, dentre outros.

Todas as tecnologias são, concomitantemente, sociais e humanas, o que confere à tecnologia uma dimensão estritamente humana, de modo que as sociedades estejam tecnologicamente configuradas (THOMAS & BUCH, 2008). Por essa via, de estreita relação

entre tecnologia e sociedade, somos seres tecnológicos, o que confere a todas as tecnologias aspectos sociais e humanos.

Giddens (2010) afirma que o tema da segurança energética é importante, devido às mudanças climáticas, o que incumbe novas provocações para as ciências sociais, principalmente para as ciências sociais que tangem pela compreensão da produção social decorrente da relação entre natureza e cultura, assim como o papel dos artefatos tecnológicos nesta relação. De acordo com Santos (2011), os excessos e os défices provenientes da promessa de dominação da natureza conduziram a uma exploração excessiva e despreocupada dos recursos naturais.

Os mecanismos de desencaixe, segundo Giddens (1991), decorrem do deslocamento das relações sociais de contextos locais de interação e sua reestruturação através de extensões indefinidas de tempo e espaço globais. Desses mecanismos, destacam-se os sistemas peritos de excelência técnica que organizam grandes áreas dos ambientes material e social que vivemos hoje, influenciando muitos aspectos do que fazemos hoje de maneira habitual ao incorporar confiança, ou seja, “fé” nesses sistemas, pois tais sistemas geralmente funcionam como se espera que eles façam, como carros, estradas, motores, combustíveis, dentre outros.

Nessa perspectiva, as mudanças climáticas, a segurança energética, o esgotamento das fontes energéticas não renováveis e a produção de energia a partir de insumos renováveis são temas controversos por excelência, ainda mais quando articulados. Nesse meio o tema do impacto das diversas modalidades de produção, distribuição e consumo de energia devido às mudanças climáticas do planeta tem sido fonte de debates acirrados envolvendo grupos de interesse: pesquisadores, nações, agências internacionais e empresas.

Dentre os artefatos que são alvos de controvérsias, no cenário atual, estão as fontes alternativas de energia. E é justamente neste cenário contextual, da exacerbação de dados científicos apontando para as prováveis consequências do aquecimento global, que emerge o Brasil na busca da produção de alternativas em biocombustíveis¹, que supostamente são ecologicamente e socialmente mais sustentáveis, em função da abundância de seus recursos naturais renováveis e do seu protagonismo no Programa Proálcool.

A introdução do biodiesel na matriz energética brasileira ocorreu através da lei 11.097 de janeiro de 2005, também conhecida como “Lei do Biodiesel”. O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), lançado ainda em 2004, é um programa interministerial

¹ Biocombustíveis são combustíveis considerados renováveis, como: o etanol, o gás natural, e o biodiesel.

do Governo Federal que objetiva implementar de forma sustentável, técnica e econômica a produção e uso do biodiesel em todo território brasileiro. O principal enfoque dessa política pública é articular os três eixos: 1) o *econômico*, na redução da importação de diesel fóssil e consequente diminuição do ônus que provém disso; 2) o *social*, com o objetivo de beneficiar produtores rurais, sobretudo os agricultores familiares a partir dos benefícios providos do “Selo Combustível Social”; 3) e o *ambiental*, pois o biodiesel supostamente emite menos poluentes em sua combustão do que os combustíveis fósseis.

O Brasil atualmente é considerado uma das maiores potências mundiais em termos de produção e consumo de biodiesel, tanto que já é o terceiro maior produtor e segundo maior consumidor de biodiesel do mundo. A produção e o desenvolvimento dessa política pública do biodiesel no Brasil, envolvendo a concepção e a adoção de uma tecnologia, é formada pela associação de elementos de origens heterogêneas (técnica, política, científica, econômica e ambiental) a atuar num campo de forças simultaneamente nacional e global. Assim o PNPB, no Brasil, surge como resultado de uma política pública que atua nas malhas da rede heterogênea em que se emaranha.

Ao compreender a concepção e a adoção tecnológica como fruto de uma rede composta de atores, interesses e conhecimentos, os quais circulam nas malhas dessa rede e que são compartilhados entre as instituições, e que dela fazem parte, temos um cenário de controvérsias. Dessa forma, os acordos, complementariedades, disputas e conflitos entre os atores são concebidos como componentes da associação entre as atividades científica, política, econômica, social e ambiental, de modo que não seja possível delimitar fronteiras rígidas entre estas atividades.

CAPÍTULO 1 – Objetivo, revisão teórica e metodologia

1.1. Objetivo

Este estudo tem como principal objetivo cartografar as controvérsias sociotécnicas a respeito do papel ambiental e social dos biocombustíveis, em especial o biodiesel, em fontes acadêmicas e não acadêmicas de divulgação do conhecimento científico e tecnológico. Para atingir este objetivo geral, foram delimitados três objetivos específicos:

1) Analisar os discursos, práticas e interesses emergentes nas redes institucionais governamentais e nas redes, núcleos e grupos de pesquisa, sobre a relação entre o biodiesel e as mudanças ambientais, mais especificamente poluição e mudanças climáticas.

2) Analisar quais as principais fontes das controvérsias ambientais e sociais do biodiesel: impactos ambientais; produtividade; eficiência; matérias-primas adequadas; grupos sociais “beneficiados” e grupos sociais “prejudicados”.

3) Compreender o papel da construção de modelos, de ensaios e de metodologias de regulamentação do biodiesel nas controvérsias.

1.2. A rede sociotécnica e a concepção e adoção tecnológica

Para Latour (2000) a tecnociência tem as características de uma rede, indicando que os recursos concentrados nos entrelaçamentos, quando interligados numa teia, parece se estender por toda a parte, como por exemplo, nas redes elétricas e telefônicas. A noção de rede, nesse sentido, auxilia a conciliar dois aspectos contraditórios da tecnociência: 1) ela é cunhada nas centrais de cálculo, lugares onde são produzidas as inscrições tecnocientíficas; 2) esses lugares podem se relacionar entre si e ocupar posições estratégicas (LATOUR, 2000).

O ator-rede, ao se configurar numa conexão de infinitos elementos heterogêneos, constitui uma agência e caracteriza-se pela associação política de agentes na forma de um “coletivo” (LATOUR, 2004). Ao partir da interação entre os atores humanos e não-humanos que estão enredados na rede sociotécnica, pode-se descrever o funcionamento da rede e sua complexa conexão de agências, desde os cientistas e todos os seus porta-vozes, os usuários ou beneficiários de determinado artefato tecnocientífico, os dispositivos técnicos envolvidos e sua mediação específica, até as legislações e discursos políticos oriundos dessa rede. Mediadores são aqueles elementos em que suas presenças causam uma diferença não previsível nas ações em curso (LATOUR, 2005).

A noção de rede sociotécnica deve ser entendida no sentido de relações não especificadas entre entidades indeterminadas, que passam pelo processo de *concepção*, através da convergência ou divergência de acordos, e *adoção*, manufatura e distribuição (CALLON, 1995). Uma rede sociotécnica é composta por híbridos, ou seja, objetos materiais, ou não-humanos, e humanos. A partir daí a noção de rede oferece uma ferramenta para descrever as interações que a permeia.

A implementação tecnológica, neste sentido, é resultado de uma gama de interações permeadas de discussões e negociações entre os atores heterogêneos que compõem a rede – cientistas, engenheiros, personagens do mundo das finanças, agentes de governos e de setores privados – que atingem acordos mutuamente satisfatórios entre si (CALLON, 1995). A avaliação tecnológica, portanto, é perpassada por uma série de debates políticos, pois está sujeita às negociações que a modifique conforme o desenrolar das forças e acordos estabelecidos entre os atores envolvidos no esforço de purificação e de estabilização tecnológica do biodiesel, partindo do processo de produção e aplicação do conhecimento tecnocientífico. Nesse sentido, Law (1992) preocupa-se com a origem e mecânica do poder e da organização, também partindo da interação entre humanos e não-humanos, mas dando ênfase como tais interações se estabilizam e se reproduzem até se tornarem macro e passarem a gerar poder e organização.

1.3. O princípio da simetria, a caixa-preta e suas controvérsias

Nessa perspectiva, compreende-se o biodiesel como um conjunto de representações que almejam se fechar em uma caixa-preta. Para Latour (2000) a caixa-preta é uma representação simbólica da certeza, que é composta pelos nexos causais de uma rede “socio-lógica”, ou seja, por um número de elementos amarrados a um conjunto de alegações tecnocientíficas. Latour (2000) também chama a atenção para o princípio da simetria, onde nenhum ator pensa ilógica ou logicamente, mas “socio logicamente”, de modo que os conhecimentos produzidos em “laboratórios”, lugares legitimados de produção do conhecimento, e “contra laboratórios”, lugares não legitimados de testagem e de produção do conhecimento, são colocados no mesmo pedestal. Latour (2000) argumenta que sob a aparência de consistência dos fatos científicos houve inúmeras controvérsias, interesses e recrutamentos de aliados, feitos em prol da consolidação daquele fato.

A assimetria se encontra no esforço de apontar a irracionalidade das ideologias e das crenças falsas, em contraste com a verdade não questionada das crenças verdadeiras (BLOOR, 2003). Bloor (2003) propôs uma perspectiva simétrica de produção do conhecimento, em que crenças e fatos objetivos tivessem o mesmo peso na compreensão de uma verdade. A busca por simetria foi ampliada na teoria ator-rede, em que se propõe simetrizar natureza e sociedade, humanos e não humanos.

A tecnociência é menos pensada como acordo e consenso e mais como desacordo controversial. As controvérsias, nesse sentido, são situações de tensão que envolve acordos e

desacordos entre atores em cada ponto da ciência e tecnologia, em questão, e que ainda não foram estabilizados ou fechados numa caixa preta (VENTURINI, 2010). Para Venturini (2010) as controvérsias são situações onde atores que discordam uns dos outros trabalham para chegar a um *acordo* sobre o seu *desacordo*, onde essas noções de acordo e desacordo devem ser tomadas em sentido mais amplo, ou seja, no sentido de que as controvérsias começam quando os atores descobrem que eles não podem ignorar uns aos outros e as controvérsias acabam quando os atores conseguem trabalhar para firmar um sólido compromisso para viverem juntos. Nesse sentido, remeter-se à história de uma caixa preta, ou à história das teorias científicas, visa descrever a rede e as teorias que a sustenta.

1.4. As práticas de purificação e tradução

Para descrever as controvérsias inerentes ao processo de *concepção* e *adoção* das redes sociotécnicas é importante atentar-se às práticas de *purificação* e *tradução*. Para Latour (1994) as práticas de *purificação* são aquelas que criam duas zonas ontológicas distintas, onde de um lado estão os humanos e do outro os inumanos. Neste processo os pontos de passagem obrigatórios são os laboratórios, onde “é proclamada a origem transcendental dos fatos que, apesar de fabricados pelo homem, não são de autoria de ninguém e que, conquanto não possuam causa, podem ser explicados” (LATOURE, 1994, p. 27). Nessa perspectiva, as práticas de *purificação* “estabelecem uma partição entre o mundo natural, uma sociedade com interesses e questões previsíveis e estáveis, e um discurso independente tanto da referência quanto da sociedade” (LATOURE, 1994, p.16).

A outra prática é a *tradução* que, segundo Latour (1994), é formada pela mistura de gêneros de seres novos, híbridos de natureza e cultura. Essa prática também é chamada de rede e é através dela que se conecta uma cadeia contínua a mistura e hibridização. Latour (1994) chama a atenção para a não dissociação entre as práticas de *purificação* e *tradução*, pois sem a primeira, as práticas de *tradução* seriam freadas, limitadas e ou mesmo interditas, enquanto que, sem a segunda, as práticas de *purificação* seriam vazias ou supérfluas.

A não dissociação dessas práticas serve para evitar o recorte que muitos trabalhos fazem em uma das três categorias críticas, ou seja, dizem respeito à natureza, ou à política, ou ao discurso, separando os conhecimentos exatos do exercício de poder, isto é, natureza e cultura (LATOURE, 1994). Ao exemplificar a proliferação dos híbridos através do exemplo de um jornal, quando mesmo artigo mistura reações químicas e reações políticas, onde um único

fio conecta a mais esotérica das ciências a mais baixa política, Latour (1994) chama a atenção para o seguinte:

Aperte o mais inocente dos aerossóis e você será levado à Antártida, e de lá à universidade da Califórnia em Irvine, às linhas de montagem de Lyon, à química dos gases nobres, e daí talvez até à ONU, mas este fio frágil será cortado em tantos seguimentos quanto forem as disciplinas puras: não misturemos o conhecimento, o interesse, a justiça, o poder. Não misturemos o céu e a terra, o global e o local, o humano e o inumano (LATOURE, 1994, p. 8).

Nesse sentido, trata-se de uma “nova forma que se conecta ao mesmo tempo à natureza das coisas e ao contexto social, sem reduzir-se nem a uma coisa nem a outra” (LATOURE, 1994, p. 9), acarretando uma dupla tarefa, uma para tratar o lado da política, e a outra o lado das ciências e das tecnologias.

1.5. Metodologia

A metodologia seguiu os critérios do desenho de uma pesquisa qualitativa, que visa abordar os fenômenos sociais em seu contexto específico para entender, descrever ou explicar estes fenômenos, das seguintes formas: 1) análise de experiências de indivíduos ou grupos, relacionadas às histórias biográficas ou práticas que podem ser obtidas a partir de relatos, observação, conhecimento das pessoas, dentre outros; 2) exame das interações e comunicações; 3) investigação a partir de documentos (textos, imagens, filmes, dentre outros meios) ou traços de experiências, práticas ou interações (FLICK, 2009). Essas formas de aludir, para Flick (2009), têm por objetivo investigar como as pessoas produzem o mundo à sua volta, isto é, como os indivíduos conferem sentido às coisas, de modo que uma parte importante da pesquisa qualitativa seja trazer os resultados referentes às questões relativas à transformação de situações sociais em textos, sendo necessário transcrever e escrever em geral as preocupações centrais da pesquisa.

Para descrever a formação das situações sociais é necessário focar na produção das situações, meios e ordens sociais, através da coleta e análise de documentos, de modo que o *corpus* seja construído a partir da avaliação de uma coleção de documentos relevantes para a pesquisa (FLICK, 2009). Segundo Bauer e Gaskell (2010) construir um *corpus* qualitativo nas ciências sociais envolve quatro regras básicas: 1) proceder pelas etapas selecionar, analisar e selecionar novamente para articular a relevância, a sincronicidade e a homogeneidade; 2) enfatizar a variedade de estratos e funções que precede a variedade de representações; 3) a caracterização da variedade de representações tem prioridade sobre a sua ancoragem nas categorias existentes de pessoas; 4) maximizar a variedade de representações, ampliando o

espectro de estratos e funções em consideração. Nesse sentido, a implicação dessas regras almeja que certos estratos não sejam “superselecionados”, ou seja, que um grupo particular não receba atenção desproporcional na investigação, evitando confusões e conclusões equivocadas. A ampliação do *corpus* visa alcançar o critério de saturação para finalizar o trabalho, assumindo que a variedade representacional é limitada no tempo e no espaço e que a inclusão de novos estratos não acrescente mais nenhuma novidade no assunto.

As abordagens dos pontos de vista subjetivos foram feitas mediante entrevistas semi-estruturadas, visando os pontos de vista dos sujeitos. Nessas entrevistas acredita-se que as pessoas apresentam suas visões e experiências sobre o tema perguntado. A forma de aplicação das entrevistas foi mediante um diálogo semiaberto com o entrevistado e um conjunto de perguntas (FLICK, 2009).

Na pesquisa qualitativa, a seleção dos entrevistados não pode seguir os procedimentos da pesquisa quantitativa, pois diferentemente da segunda, que visa contar opiniões e pontos de vista, a primeira visa explorar o espectro das opiniões, assim como as diferentes representações sobre o assunto em questão, com o objetivo de apresentar uma amostra do espectro dos pontos de vista (BAUER & GASKELL, 2010). Toda pesquisa com entrevistas, nessa perspectiva, é um processo social, uma interação ou empreendimento cooperativo em que as palavras são o meio principal de troca de ideias e significados, de modo que entrevistados e entrevistadores estejam envolvidos na produção de conhecimento.

A ética, para Flick (2009), envolve a necessidade de estabelecer uma relação com os entrevistados que seja próxima o suficiente para se conseguir falar de temas delicados e, ao mesmo tempo, os pesquisadores devem evitar gerar falsas expectativas no entrevistado, nesse sentido, deve ficar claro que a relação é específica da pesquisa, sem dar ao entrevistado a sensação de ser devassado ou de sofrer abuso por parte do pesquisador. Define-se então alguns princípios básicos para uma pesquisa eticamente sólida:

1) o consentimento informado; 2) evita-se enganar os entrevistados; 3) a privacidade dos participantes é respeitada e sua confidencialidade, garantida e mantida; 4) a precisão dos dados e sua interpretação são princípios orientadores, não ocorrendo qualquer omissão ou fraude com a coleta e análise de dados; 5) em relação aos participantes, o respeito à pessoa é considerado essencial; 6) consideração pelo bem estar dos participantes; 7) tratar a relação de benefícios e ônus para os participantes da pesquisa (FLICK, 2009, p. 96-97).

Esses princípios são importantes para planejar a pesquisa com responsabilidade e cuidado, assim como o foco das perguntas da pesquisa, que é uma das questões éticas

relacionadas à formulação das perguntas da pesquisa, pois garante que não haja confronto nem engano dos participantes através das perguntas da pesquisa (FLICK, 2009).

Sendo a entrevista qualitativa um método conveniente e estabelecido na pesquisa social, estes textos e falas referem-se a pensamentos, sentimentos, memórias, planos e discussões das pessoas, e algumas vezes dizem mais do que seus autores imaginam, de modo que a análise de conteúdo permite reconstruir indicadores e cosmovisões, valores, atitudes, opiniões, preconceitos, estereótipos, e compará-los (BAUER & GASKELL, 2010).

A teoria e o problema são responsáveis pela seleção e categorização dos materiais de texto, tanto implícita ou explicitamente. Sendo assim, há dois tipos de textos para a análise de conteúdo clássica: “1) os que foram construídos no processo de pesquisa, como transcrições de entrevistas e protocolos de observação; 2) e textos que já foram produzidos para outras finalidades” (BAUER & GASKELL, 2010, p.195). Estes textos devem ser utilizados para fornecer respostas às questões da pesquisa.

Nesse sentido, a presente pesquisa foi desenhada a partir de uma cartografia das controvérsias sociotécnicas sobre o conhecimento e a produção de biodiesel como parte da matriz energética brasileira. A cartografia de controvérsias, basicamente, é composta por um conjunto de técnicas que permite explorar e visualizar questões do debate sociotécnico contemporâneo, como a pesquisa documental, via *web* e entrevistas (VENTURINI, 2010).

Esta técnica, comumente utilizada por pesquisadores da teoria ator-rede, propõe acompanhar e descrever os deslocamentos e as traduções de elementos humanos ou não-humanos nos pontos de passagens obrigatórios de uma rede sociotécnica, como por exemplo, os laboratórios, pesquisadores, técnicos, agentes do governo, dentre outros. Situar a análise de controvérsias como um método digital envolve o uso de técnicas computacionais para detectar, analisar e visualizar contestações públicas sobre assuntos atuais (MARRES, 2015).

A cartografia de controvérsias demanda ser proporcional, e ser proporcional na cartografia de controvérsia é dar visibilidades diferentes a diferentes pontos de vista, de acordo com: 1) sua representatividade, 2) sua influência e 3) seu interesse (VENTURINI, 2012). Venturini *et al.* (2015) propõe três movimentos para cartografar controvérsias: 1) estender a complexidade para a troca de legibilidade, facilitando a navegação pela complexidade ao longo do contínuo mapeado; 2) narração e exploração dos dados de navegação, sempre equilibrando a complexidade e legibilidade; 3) explorar a espiral do engajamento público, tanto ao longo do movimento quanto dos novos engajamentos. Munk

(2014) ressalta que o mapeamento de controvérsias não é um método que visa resolver as controvérsias, é um método para representá-las descritivamente através do mapeamento.

Mapear as redes, neste caso, não significa medir, mas percorrer o mapa, ou seja, significa transladar-se. Nessa perspectiva o sociólogo assume uma postura de “tradução”, que pressupõe a reunião em rede de ações e situações que antes os sociólogos tendiam a pensar como separadas, como objetos naturais e artificiais, apresentando os interesses e as ações dos atores alistados e de seus porta-vozes (SHINN e RAGOUET, 2008).

1.6. Operacionalização da pesquisa

A coleta de dados atuais e relevantes para o acompanhamento das controvérsias públicas sobre o biodiesel decorreu de: 1) artigos científicos atuais que são frutos de pesquisas empíricas no Brasil e no exterior, disponíveis nas plataformas acadêmicas; 2) artigos opinativos ou de divulgação disponíveis em sites e blogs, utilizando o *google alerts* com as palavras chaves *biodiesel* e *fontes alternativas de energia*, nas línguas portuguesa e inglesa; 3) artigos opinativos ou de divulgação disponíveis em jornais e revistas; 4) acompanhamento diário do boletim da Ubrabio e do site da Revista Biodiesel BR; 5) acompanhamento diário via *web* dos principais atores (pessoas e instituições) da rede de interessados no biodiesel; 6) análise dos documentos de regulação e de divulgação sobre produção e uso do biodiesel da Agência Nacional do Petróleo (ANP); 7) as agências de produção e comercialização do biodiesel e suas ações e opiniões públicas; 8) as políticas públicas direcionadas aos setores produtivos envolvidos; 9) e os relatórios do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC).

Foram realizadas entrevistas qualitativas com pesquisadores que têm relação direta com as controvérsias que envolvem o biodiesel. Os entrevistados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e suas identidades foram tratadas com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos. A seleção dos entrevistados foi feita a partir do seguinte critério: autores com publicações destacadas em revistas de nível internacional renomadas.

Foi entrevistado quatro pesquisadores da área do biodiesel, sendo eles: 1) um pesquisador e professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), que tem experiência na área de projetos agroindustriais e engenharia econômica, e atua nos seguintes temas: viabilidade técnica e econômica, análise

de custos, competitividade, *lay-out* industrial, legislação e investimentos, com atuação destacada na área de biodiesel e agroindústria; 2) um pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), que também é orientador de pós-graduação do curso de Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), e atua na área de química de produtos naturais e seus projetos concentram-se nos estudos de plantas amazônicas úteis nas áreas de medicamentos, alimentos, cosméticos e de geração de energia; 3) outro professor e pesquisador da UFV, experiente na área de agronomia, com ênfase em fitotecnia e melhoramento vegetal, e atua principalmente nos seguintes temas: palmáceas oleaginosas, micropropagação, cultivo *in vitro*, biotecnologia, domesticação e produção sustentável de matéria-prima para biocombustíveis; 4) e um professor e pesquisador da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), da área de bioquímica e que tem exercido pesquisas básicas e aplicadas nas áreas de bioquímica, que é autor de um livro sobre biodiesel e enfatiza a química de macromoléculas e biotecnologia de fitobiomassas, incluindo enzimas hidrolíticas e biotecnologias desenvolvidas com ênfase em inovação para biodiesel de ácidos graxos incomuns.

As entrevistas com os professores e os pesquisadores da UFV e da UTFPR foram realizadas pelo autor e pela orientadora. Os pesquisadores e professores da UFV foram entrevistados em seus endereços profissionais, enquanto que o professor e pesquisador da UTFPR foi entrevistado no hall de um hotel em Curitiba. Já o professor e pesquisador da UFAM, que também é pesquisador do INPA, foi entrevistado apenas pela orientadora e a entrevista ocorreu no endereço particular do entrevistado, ou seja, em sua residência.

O roteiro das entrevistas contou com as seguintes perguntas: 1) Qual a sua visão sobre o papel assumido pelo biodiesel na matriz energética brasileira? 2) Descreva um pouco suas pesquisas nesta área: matérias-primas, processos, descobertas? 3) Na sua visão, quais as matérias-primas mais adequadas (ambientalmente) para a produção de biodiesel? Por quê? 4) Na sua visão, quais as matérias-primas mais inadequadas (ambientalmente) para a produção de biodiesel? Por quê? 5) O Sr.(a) conhece a especificação do Biodiesel? Em sua opinião ela precisa de ajustes? 6) Na sua opinião, qual é o futuro do Brasil em relação ao cenário internacional nesta área de pesquisa e nesta área de produção?

Foram pseudônimos para os entrevistados no decorrer dos resultados e discussões, visando assegurar o anonimato integral dos entrevistados. Os dados, tanto das entrevistas quanto do *corpus*, foram analisados a partir da análise de conteúdo do material coletado no decorrer da pesquisa.

CAPÍTULO 2 – As controvérsias sobre o artefato e suas especificações tecnológicas

2.1. O artefato biodiesel

O primeiro motor desenvolvido por Rudolf Diesel², ainda na década de 1890, utilizava óleo vegetal, mais especificamente óleo de amendoim. Na década de 1910 as indústrias voltaram suas atenções para o desenvolvimento de motores que utilizassem o diesel fóssil, pois consideraram este mais eficiente, potente e econômico que os óleos vegetais. O que conhecemos atualmente como combustível biodiesel, que é produzido através da conversão de óleos vegetais em compostos chamados de ésteres metílicos de ácidos gordos, por meio da transesterificação metílica³, para diminuir a densidade e viscosidade dos óleos vegetais, decorre de pesquisas realizadas na Bélgica, na década de 1930, onde o pesquisador George Chavanne, da Universidade de Bruxelas, construiu o processo de transesterificação, a reação que permite a produção em massa do biodiesel consumido hoje em dia.

Após a crise do petróleo, na década de 1970, ressurgiu o interesse na utilização de óleos vegetais como combustível, mas os modelos de motores daquele contexto não suportavam rodar com óleos vegetais, devido sua alta viscosidade em relação ao diesel fóssil.

A partir de 1980 as preocupações com o meio ambiente, a segurança energética e a superprodução agrícola trazem de volta a atenção para o uso de óleos vegetais. Nessa década vários países iniciaram suas pesquisas no âmbito do biodiesel, como a Alemanha, França, Estados Unidos, Austrália, Argentina, Malásia e muitos outros. As pesquisas sobre o uso de óleos vegetais para produzir biocombustível no Brasil remontam ao ano de 1980, e tem o professor Expedito Parente, da Universidade Federal do Ceará, como autor da patente PI-8007957, a primeira patente, em termos mundiais, de “biodiesel” e de “querosene vegetal” de aviação, estas que acabaram por cair em domínio público devido ao seu tempo de desuso (PARENTE *et al.*, 2003). O “biodiesel” produzido no Brasil, na década de 1980, originalmente era denominado prodiesel, e teve seu lançamento anunciado em 30 de outubro de 1980, após exaustivos testes de aplicabilidade realizados no decorrer dos anos de 1979 e 1980.

² Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/biodiesel-historia>> Acesso em 16/03/2015.

³ Atualmente a rota utilizada praticamente pelo mundo inteiro para a produção do biodiesel é a transesterificação metílica, mas há outros processos que podem ser utilizados para reduzir a viscosidade dos óleos vegetais e produzir o biodiesel, a saber: 1) diluir óleo vegetal no diesel; 2) craqueamento; 3) microemulsão; 4) esterificação. O 1º e o 2º são pouco utilizados, pois os dois últimos são mais fáceis de serem utilizados, além disso, o produto que resulta dos primeiros não atingem a especificação do biodiesel (COSTA, 2009). A problemática da transesterificação metílica é que esta depende do metanol, um álcool de origens fósseis, isto faz com que a conversão de óleos vegetais em biodiesel ainda seja dependente de combustível fóssil.

Na década de 1990 o trabalho desenvolvido por vários pesquisadores alavancou a indústria do já denominado biodiesel. Sendo o biodiesel produzido por diversas plantas, formas e escalas diferentes e também a partir de óleos vegetais de origem e qualidade variada, isto é, de matérias-primas diversificadas, foi necessário instalar normatizações do combustível para garantir o funcionamento dos motores sem quaisquer dificuldades. A Áustria, em 1992, foi o primeiro país do mundo a definir e aprovar padrões para ésteres metílicos de óleo de colza, estes padrões foram mudados e ampliados de acordo com as pesquisas e, nesta década, normas e especificações mais gerais foram estabelecidas em diferentes regiões do mundo, como a Alemanha, Estados Unidos, Itália, França e República Checa (MITTELBAACH, 1996, p. 7). Como a produção e utilização de biodiesel estavam aumentando em diferentes países de todo o mundo, a especificação então se transforma em um pré-requisito para o êxito da introdução do biodiesel no mercado, ou seja, garantir sua qualidade e seu funcionamento em longo prazo de quaisquer motores diesel, bem como diminuir as emissões dos gases do efeito estufa.

Os limites dos parâmetros físico-químicos que definiam a qualidade do biodiesel, na década de 1990, eram semelhantes nos diferentes países, mas alguns ainda estavam em discussão e ainda não havia consenso, como as limitações para o teor de água, de glicerídeos, e ainda era necessário desenvolver e definir procedimentos analiticamente padronizados para a determinação do teor de glicerol livre e os diferentes glicerídeos (MITTELBAACH, 1996, p. 10).

A partir dos anos 2000 a produção de biodiesel aumentou demasiadamente no mundo todo, devido ao aumento dos preços do petróleo e preocupações com o aquecimento global. O Brasil, em 2007, participou de um grupo força tarefa formado por técnicos, políticos e cientistas do biodiesel, em conjunto com equipes da União Europeia e dos Estados Unidos, com o intuito de discutir um possível alinhamento dos parâmetros físico-químicos que compõem as especificações do biodiesel das três regiões. O resultado foi o documento *White Paper on Internationally Compatible Biofuel Standards* (WHITE PAPER, 2007), que não é considerado como posição oficial dos países que participaram. O documento identificou os parâmetros semelhantes nas especificações do biodiesel, bem como aqueles que demandariam trabalho futuro para compatibilização. Esta discussão teve por objetivo estimular o comércio internacional de biocombustíveis. As regiões envolvidas participam do Fórum Internacional de Biocombustíveis e buscam a adesão dos demais países integrantes, como a África do Sul,

China e Índia, para que se engajem na busca da harmonização internacional dos parâmetros que compõem os biocombustíveis, sobretudo o biodiesel.

Havia um consenso compartilhado entre os especialistas que participaram da força tarefa tripartida: de que as discussões e compromissos firmados com a cooperação transfronteiriça seria uma grande realização que iria apoiar o aumento do comércio global de biocombustíveis. Os resultados promoveram um ambiente de trabalho que apoiou o movimento em curso no sentido de conferir uma maior compatibilidade entre os padrões do biodiesel entre as regiões. A continuidade do alinhamento das normas e especificações existentes, quando necessário, e tanto do ponto de vista técnico quanto do comercial, ajudaria a estabelecer normas internacionalmente compatíveis para o biodiesel, o que deveria facilitar o comércio, melhorar a eficiência da produção e promover o fortalecimento dessa fonte de energia renovável.

As discussões que culminaram no documento *White Paper* (2007) foram cruciais no sentido de tentar racionalizar, nivelar e internacionalizar as especificações inerentes aos processos de produção e consumo. Isso decorreu das negociações que envolveram os padrões estabelecidos para governar a qualidade do biodiesel no mercado mundial e que foram baseadas em fatores que variam de região para região do mundo. O estabelecimento desses parâmetros físico-químicos mobilizou – e ainda mobiliza – uma rede de negociações entre atores heterogêneos que têm por objetivo definir não só padrão de qualidade do biodiesel, mas também o seu padrão de identidade, de modo que não haja problemas no funcionamento de motores diesel, na sua comercialização mundial e nas emissões de gases do efeito estufa.

2.2. As especificações do biodiesel

As especificações do biodiesel, nesse contexto, são parâmetros físico-químicos e modelos técnicos que se configuram como atores não humanos dessa rede sociotécnica. Esses atores não humanos demandam que o biodiesel passe pelo laboratório tanto no processo de concepção, que é a convergência da rede, quanto no de adoção, isto é, manufatura e distribuição. O laboratório, nesse sentido, delinea-se como um ponto de passagem obrigatório neste entrecruzamento da rede, configurando-se como uma das centrais de cálculos fundamentais no processo de purificação do artefato biodiesel.

As comparações feitas por esses atores que representavam Brasil, UE e EUA foram feitas a partir das normas que estavam em vigor no final do ano de 2007. O trabalho dessa força tarefa revisou milhares de páginas de documentos técnicos produzidos pela Associação

Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pela ASTM Internacional (*American Society for Testing and Materials*), pelo Comitê Europeu de Normalização (CEN) e pela Organização Internacional de Padronização (ISO). O conjunto de parâmetros das especificações para o biodiesel, neste documento, se divide em três categorias: 1) as que são similares entre as três regiões e que podem ser consideradas compatíveis; 2) as com diferenças que poderiam ser compatibilizadas em curto prazo; 3) as que apresentam diferenças fundamentais e são consideradas incompatíveis. O relatório sugeriu que outras diferenças poderiam ser superadas por meio da mistura de diversos tipos de óleos, de modo que se crie um produto final que atenda todas as especificações regionais relativas à qualidade do combustível e às emissões de poluentes.

A partir do estudo da circulação das normas, documentos sobre os parâmetros e métodos, assim como os comentários sobre as semelhanças ou não das especificações, a força tarefa do biodiesel estimou as dificuldades e as facilidades do possível alinhamento entre as especificações do biodiesel nas três regiões. Algumas conclusões desse documento foram: 1) algumas especificações existentes para biodiesel foram formuladas principalmente em torno das matérias-primas disponíveis localmente, porém a diversidade de matérias-primas se traduz em algumas divergências significativas nas propriedades da especificação dos combustíveis derivados; 2) algumas especificações existentes são baseadas no uso de mistura entre biodiesel e diesel fóssil, em vez de ser usada para combustível 100% biodiesel, o que resultou em algumas divergências significativas nas propriedades de especificação do biodiesel puro (WHITE PAPER, 2007).

Ao aprofundar nestas controvérsias, que culminaram no *White Paper* (2007), pode-se perceber porque alguns parâmetros dessas especificações são difíceis de alinhar em uma única especificação, devido as seguintes controvérsias:

1) a *densidade*, este parâmetro se correlaciona com a viscosidade e, na discussão do *White Paper* (2007), foi questionado se ele era de fato necessário. Os técnicos que representavam a UE argumentaram que ele é necessário apenas para o B100 (100% biodiesel), mas os especialistas brasileiros sentiram que ele excluiria o B100 de mamona.

2) sobre a *viscosidade*, ficou claro que a questão controversa também está entre o parâmetro para o biodiesel puro ou misturas entre biodiesel e diesel fóssil. Este parâmetro, segundo as discussões do *White Paper* (2007), foi deixado como uma exigência contratual para as trocas comerciais. Segundo Dabdoub *et al.* (2009) a densidade e a viscosidade do

biodiesel puro de mamona não atendem os requerimentos das especificações do biodiesel, devido seu alto conteúdo de hidroxiácido. Estes parâmetros, no B100 de mamona, apresentam valores bem acima dos requeridos pelas especificações, que é 0,928 g/cm³ para a densidade e 13,82 mm²/s para a viscosidade. Uma mistura blendstock de 30% de biodiesel de mamona (destilado) e 70% de biodiesel de soja se enquadra dentro das especificações do B100, pois apresenta para a viscosidade 5,144 mm²/s, a densidade 0,888g/cm³, além de possibilitar a correção do índice de iodo do biodiesel de soja (DABDOUB *et al.*, 2009, p. 788).

3) a *estabilidade à oxidação* decorre da composição química do biodiesel fazer com que este seja mais sensível à degradação oxidativa do que o combustível diesel fóssil. Os hidroperóxidos formados podem polimerizar com outros radicais livres e formar sedimentos insolúveis, o que forma depósitos no sistema de injeção e da câmara de combustão dos motores (MITTELBAACH e GANGL, 2001). O principal desacordo sobre o valor limite deste parâmetro é sobre o uso de combustível B100 na União Europeia e misturas entre diesel e biodiesel no Brasil e nos EUA. O valor limite para o produto nos EUA também é menor do que o limite para o Brasil e União Europeia.

4) o *número de iodo* é uma medida de insaturação total dentro de uma mistura de ácidos gordos. Fabricantes de motores argumentaram que os combustíveis com maior número de iodo tendem a polimerizar e formar depósitos em bicos injetores, anéis de pistão e sulcos de anéis de pistão quando aquecidos (KOSMEHL e HEINRICH, 1997). Os ésteres insaturados introduzidos no óleo do motor são suspeitos de formar compostos de elevado peso molecular, que afeta negativamente a qualidade do lubrificante, resultando em danos no motor (SCHAEFER *et al.*, 1997). Nas discussões do *White Paper* (2007) os atores técnicos que representavam o Brasil argumentaram que a utilização deste parâmetro é desnecessária, uma vez que o parâmetro de estabilidade oxidativa está definido. Já os atores peritos da UE consideram que uma remoção total do índice de iodo seria considerada imprudente pelo mercado europeu. Os atores representantes dos EUA também argumentaram que o parâmetro estabilidade à oxidação elimina a necessidade do CEN acerca do valor de iodo. A principal controvérsia sobre este parâmetro é que o índice de iodo atual no CEN é estabelecido com base no biodiesel à base de óleo de colza, e isto eliminaria a soja, semente de girassol e outros óleos vegetais do léxico de matérias-primas de produção. As normas do CEN também elimina o uso de aditivos de estabilidade para este parâmetro. Mas correção do número de iodo também pode ser feita através da mistura de diferentes óleos que tenham maiores e menores

índices de iodo. Tanto o esforço quanto o impacto do não alinhamento desse parâmetro são elevados.

Ao comparar⁴ a atual especificação fixada no Regulamento Técnico ANP nº 3/2014, presente na Resolução ANP Nº 45 de 25/08/2014, com as discussões do *White Paper* (2007) e com as especificações dos EUA e União Europeia, a ASTM D6751/2012 e a EN142014/2008, verifica-se que a especificação brasileira ora se alinha com a americana ora com a europeia, mas também não deixa de seguir um caminho próprio. Percebe-se que há preponderância da especificação europeia sobre as demais, uma vez que esta é mais fechada e possui mais parâmetros que a norte-americana. A especificação brasileira⁵ também tende a seguir a especificação europeia com maior critério, o que pode ser visto como uma possível europeização da especificação brasileira.

Um pesquisador e professor denominado “José”, na entrevista, relata sobre a purificação da especificação brasileira:

[...] nós saímos **atrás** de uma série de coisas prontas, nós saímos atrás **de uma política americana e política europeia que já estavam prontas**, nós saímos atrás **de uma série de especificações que o óleo já tinha especificação no mercado, não vai se criar uma nova especificação, as empresas já comercializavam os produtos com especificação**. O biodiesel **já tinha as especificações internacionais**, o que foi feito a partir dessa especificação é falar: “olha, a especificação europeia não permite você ter biodiesel de mamona, então como é que nós vamos fazer para permitir que tenha? ‘Vai ser alargar a banda da especificação de forma que permita que você tenha especificação de mamona’, mas você não vai com isso prejudicar a qualidade, ou inferir em parâmetros de qualidade, que isso não tem como você inferir”. **Então se manteve todas as especificações em termos de seus parâmetros internacionais permitindo que outros produtos fossem inseridos nessa matriz, porque a matriz europeia é baseada na canola (colza), a matriz americana é baseada em soja, e a nossa matriz queria introduzir pinhão manso, mamona, dendê, só que a especificação do dendê também já estava pronta, porque a Malásia já tinha isso dentro de sua matriz, e eu fui à Malásia e lá eles já tinham isso. [...] A primeira planta inaugurada foi em Cássia, de um camarada que se dizia químico, que se dizia detentor da tecnologia, mas essa planta operou por poucos dias e logo depois esse biodiesel foi contratado pela ALE Combustíveis, a ALE lançou a bandeira como a primeira empresa a ter biodiesel no Brasil, só que esse biodiesel nunca entrou na especificação. [...] e o primeiro produzido aqui não entra na especificação, porque aquela tecnologia não ia entrar, porque o cara não tinha capacidade técnica, os equipamentos não iam colocar aquele biodiesel na especificação. Ele tinha muito óleo que não estava reagindo, tinha água, ele não estava dentro do padrão, pois ia oxidar rapidamente e criar borra no motor. Então tanto as indústrias de motores quanto a academia fizeram testes para ver a performance a partir do biodiesel, a constituição de borra, todos os problemas que se possa ter a partir disso. Por isso é importante a questão da armazenagem, de todo o processo, da oxidação. O biodiesel também, depois de um determinado tempo, ele tem quebra e precisa de um determinado ‘conservante’ para o combustível, um aditivo para ser adicionado, foram feitos testes desses aditivos.**

⁴ Conferir Tabela 1 e Tabela 2 em Anexos para visualizar as comparações dos parâmetros físico-químicos das especificações na íntegra.

⁵ Para visualizar a mudança da especificação brasileira ao longo do tempo, conferir Tabela 3 em Anexos.

Então a construção disso tudo leva tempo, recurso, não é uma mágica (Grifo nosso).

Já o entrevistado denominado “Joaquim”, que também é professor e pesquisador, trouxe um relato diferente sobre a especificação:

O óleo não é o biodiesel. Ele é matéria-prima. A partir dele é que você vai converter no biodiesel. Uma vez convertido é que você tem que dar a especificação dele, porque **o problema é que óleos vegetais têm composições diferentes**, então o **Brasil tem uma grande aptidão de ter oleaginosas no país todo e cada região tem uma oleaginosa diferente**. Aí vem aquela questão do ponto de vista de produção, é muito importante a questão da produtividade que foi colocada. Aí foram buscando, porque soja sempre foi um modelo, como soja é uma cadeia produtiva de óleo muito grande, mecanizada e onde tem várias razões que justifica a soja ser a principal fonte de óleo para biodiesel no país. E diferentemente da Europa que usa canola, nos EUA usa milho. Mas aqui a principal matéria-prima disponível era a soja. [...] **À medida que esse grupo foi trabalhando foi vendo que os óleos são diferentes. Eles vão acabar produzindo biodiesel diferentes e aí a especificação não pode ser igual para cada um.** [...] o cara não quer saber se veio de soja, veio de palma ou veio de mamona, ele quer chegar, ter o combustível e pronto, botar no carro, rodar e não vai ter problema. [...] **Então às vezes a especificação ela pode ser burra nesse sentido.** “Ah, qual é a faixa de congelamento do biodiesel?” Para o sul, pra dar aquela oleaginosa vai ser um, pra nós vai ser outro. **E como tem que criar um padrão nacional é complicado** (Grifo nosso).

Segundo o pesquisador e professor “Juca”, sobre a especificação do biodiesel:

E na especificação vem, a quantidade de soja, sódio, magnésio, cálcio, vai dar sabão solúvel, sabão insolúvel, que é pior ainda, fica ali dentro dos tambores, dos cilindros do motor e, enfim, todo o resto, o grau de instauração porque, ah!, o óleo de soja brasileiro excede 5% o valor de outro de instauração, conversa fiada, isso vai ser queimado, não faz diferença nenhuma. **Ora precisa ter porque o problema é adulteração, é você começar a misturar coisas. O que é mais fácil de misturar no biodiesel pra vender no lugar que não tem o gasto pra fazer o biodiesel? O próprio óleo, né?!** Mas quando o Rudolph Diesel inventou o motor, o que ele levou lá na feira de Paris? Carvão moído liquefeito com ajuda não sei do que lá e óleo de amendoim cru, inclusive com partículas suspensas. **E o motor dele funcionou limpicamente bem até.** [...] **Mas na verdade se você pegar um trator velho de fazenda, em vez de por diesel, por óleo de cozinha e um pouquinho de acetona ou álcool ali pra dar o *start up* pra sair, esperar esquentar um pouquinho 5 minutos e ‘nana!’, limpicamente demais, vai andar 50, 100 mil quilômetros vai acontecer nada”** (Grifo nosso).

O pesquisador “José” argumenta que o Brasil saiu atrás de especificações que já estavam prontas no mercado, buscando se alinhar com outros países para a sua inserção internacional no âmbito da especificação, conquanto “Joaquim” alega que é difícil criar um mesmo padrão nacional para a especificação. Todavia, “Juca” volta sua atenção para os motores quando ele menciona os tratores velhos, citando até mesmo Rudolph Diesel, explicitando controvérsias inerentes a mais um ator não humano da rede sociotécnica do biodiesel, isto é, os motores. A questão do alinhamento das especificações do biodiesel em uma única especificação apresenta-se como um ponto da rede permeado de controvérsias, mas ganha possíveis soluções com algumas pesquisas tecnocientíficas sobre a mistura de diferentes óleos vegetais num produto dentro da especificação, como é o caso de Dabdoub *et*

al. (2009), que propõe uma mistura de 30% de biodiesel de mamona (destilado) e 70% de biodiesel de soja, que se enquadra dentro das especificações do B100.

As normas, que também se configuram na rede sociotécnica do biodiesel como atores não humanos nos diferentes países das diferentes regiões, têm sido frequentemente revistas e atualizadas como um trabalho constante de *purificação*, na perspectiva de Latour (1994), que é produto da associação entre o conhecimento produzido nos testes feitos em laboratórios e a mobilização política dos atores das indústrias envolvidas (óleos, motores). Os trabalhos para alinhar os parâmetros físico-químicos das diferentes especificações dos diferentes biodieseis têm exigido investimento em tempo e esforço por especialistas de laboratórios, instalações de teste, assim como instâncias governamentais e privadas. É através desse ator não humano que é conferido o aspecto do poder de regulação nos diferentes países, visto que quando o óleo vegetal transesterificado não se encaixa nos parâmetros físico-químicos estabelecidos nas diferentes especificações, o produto não pode ser comercializado como biodiesel, atribuindo a esse ator não humano, a especificação, o caráter de definir não só a qualidade do biodiesel, mas também sua identidade.

CAPÍTULO 3 – As controvérsias ambientais e sobre as matérias-primas

3.1. As matérias-primas e as gerações do biodiesel

As matérias-primas para produzir biodiesel também são atores inumanos dessa rede tecnocientífica e, no processo de concepção e adoção dos insumos para produzir biodiesel, elas também não ficam de fora das esferas de disputas. Nesse sentido, as matérias-primas também se deslocam pelas instâncias de purificação, ou seja, pelos laboratórios. As centrais de cálculo têm como principal objetivo, nessa seção da rede, purificar as matérias-primas para articular os campos ambiental, social e econômico.

A matéria-prima utilizada para produzir biodiesel o divide em três categorias: 1) biodiesel de primeira geração, que são produzidos a partir de culturas terrestres, como soja, colza, palma, milho, dentre outras; 2) biodiesel de segunda geração, de origem não alimentar e residuais, como madeiras, ervas, resíduos de indústrias agropecuárias, resíduos sólidos urbanos, resíduos alimentares vegetais, dentre outros; 3) e biodiesel de terceira geração, feito a partir da utilização de microalgas como matéria-prima para a produção de biocombustíveis, graças à sua capacidade de acumulação de lipídeos e ao seu elevado rendimento fotossintético, que pode ser convertida em biomassa (RAMALHO, 2013).

Para Ramalho (2013) o biodiesel de primeira geração traz benefícios em termos de emissões de CO₂ e, sem dúvida, contribui para o aumento da segurança energética de cada país em que é utilizado, mas existem sérias preocupações sobre o fornecimento e a origem das matérias-primas e as suas consequências, o que cria ceticismo por parte da comunidade científica, devido aos efeitos diretos e indiretos no uso do solo, perda de biodiversidade, competição com o setor alimentar, balanços de carbono e consumo de recursos hídricos.

Estes fatores impõem limites na produção de combustíveis de primeira geração, como foi o caso de um comitê do Parlamento Europeu⁶ que aprovou uma proposta para limitar o uso de biodiesel de primeira geração. Esta proposta diz que até sete décimos podem provir de combustíveis de primeira geração, e que essa diferença deve ser suprida por outras matérias-primas que sejam baseadas em outros produtos, como resíduos e outros insumos que não incidem sobre a produção de alimentos. Este é um dos motivos que faz com que o biodiesel de soja produzido no Brasil não seja bem visto no mercado europeu.

Segundo Ramalho (2013) o problema mais comum associado à produção de biocombustíveis de primeira geração é que, à medida que a produção de matéria-prima para a produção de biocombustíveis aumenta, também aumenta a competição com as culturas terrestre pelo uso do terreno arável. Segundo Stephenson *et al.* (2010) o desempenho ambiental dos biocombustíveis de primeira geração é totalmente atrelado ao cultivo das oleaginosas e das possibilidades dessas provocarem alteração direta ou indireta no uso do solo.

Uma das possibilidades de reduzir o impacto da produção no uso do solo é associar a ela outras atividades, tais como a pecuária, como no caso da macaúba, segundo o “João”:

Não. **Ela precisa do solo bom, mas ela não recupera. Mas ela ajuda a manter.** Por quê? Porque quando eu faço adubação para a macaúba, **ela automaticamente mantém a fertilidade do solo, e o capim aproveita os primeiros, vamos dizer assim, 30 centímetros do solo absorvendo esse nutriente.** Quando ele escapa dessas raízes do capim, a macaúba é que aproveita o resto. Então a gente perde muito pouco da adubação que a gente faz. Tem uma reciclagem de nutriente muito grande. Tem um professor aqui da Floresta que ele instalou os coletores de água aqui. Então ele coloca um coletor de água aqui no pé da macaúba, que a macaúba ela é assim, é um funil, então toda água que cai aqui, ele não cai igual assim no pé de eucalipto, pega na folha e depois sai pingando. Então ele fala assim que aqui ele é um coletor, então toda água perde toda velocidade porque quando ele desce aqui pelas raízes e permite a penetração dessa água. Então ele fala o seguinte, que isso vai permitir uma maior irrigação dos lençóis freáticos e vai causar menos compactação do solo e etc.. Ele também está muito animado com essa história. Então assim, tem vantagem para todos os lados. **Você tem vantagem na pecuária, tem vantagem,**

⁶ Disponível em < <http://www.economist.com/news/science-and-technology/21648630-investment-biofuels-dwindling-and-scepticism-growing-thin-harvest>> Acesso em 23/04/2015.

vamos dizer assim, na produção de biodiesel em si, tem vantagem do ponto de vista ambiental porque é uma planta nativa, tem um monte de animal que consome esse fruto, tem muitos animais que constroem ninhos aqui nessas árvores e antes não tinha lugar nenhum nem pousar ele não tinha (Grifo nosso).

De acordo com Stephenson *et al.* (2010), o potencial de aquecimento global dos biocombustíveis de primeira geração varia de acordo com a matéria-prima, os procedimentos agrícolas aplicados e o país no qual a matéria-prima e o biocombustível serão produzidos. A produção dos biocombustíveis de primeira geração pode levar ao aumento das emissões de gases do efeito estufa, e isto decorre de: 1) utilização de combustíveis fósseis na fase de cultivo, colheita, transporte; 2) e processamento da biomassa na fase de produção industrial dos biocombustíveis a partir da matéria-prima.

Para Stephenson *et al.* (2010) isso pode ocorrer caso os terrenos que antes não eram cultiváveis necessitem de ser arados para o cultivo de oleaginosas (alteração direta do uso do solo), onde seriam emitidas quantidades significativas de CO₂, que poderia levar o biocombustível obter um maior potencial de aquecimento global do que os combustíveis de origem fóssil e, no caso de ser utilizado um terreno arável, que já foi utilizado para o cultivo de produtos agrícolas, podem ocorrer alterações no uso do solo (alteração indireta do uso do solo), que pode provocar uma redução do desempenho ambiental dos biocombustíveis de primeira geração.

Pesquisas recentes afirmam que a produção de biodiesel está expandindo a fronteira agrícola para áreas de floresta, pantanais e pastagens, locais de reserva de carbono, demandando aos pesquisadores que se façam estudos de análise de ciclo de vida, segundo o pesquisador Timothy Searchinger⁷. O debate sobre o incremento da emissão dos gases do efeito estufa a partir do tipo de manejo do solo aumentou com as restrições impostas pelo governo americano em 2010 na definição da padronização dos combustíveis renováveis. As mudanças no uso da terra, que ampliam a emissão de CO₂, têm sido apontadas como principal fator que coloca em xeque a validade da ampliação do uso do biodiesel, especialmente no contexto brasileiro onde a principal matéria-prima utilizada é a soja, proveniente da monocultura.

O biodiesel de segunda geração surgiu para confrontar as desvantagens dos de primeira geração, isto porque usam matéria-prima que não são de origem alimentar, e que também podem ser consideradas como resíduos, ou mesmo proveniente de solos menos utilizados para a agricultura, de modo que não competem com o setor alimentar (RABELO,

⁷ ZELLER JR., Tom. New York Times, 03 de novembro de 2008. Disponível em <<http://www.nytimes.com/>>

2014, p. 4). Segundo Miranda (2011, p. 5-6), as matérias-primas de segunda geração são aquelas provenientes de: 1) madeiras; 2) ervas; 3) resíduos de indústrias agropecuárias; 4) serrações; 5) resíduos sólidos urbanos; 6) resíduos alimentares vegetais; 7) relva; 8) e papel usado. Mas os biocombustíveis de segunda geração ainda têm custo de produção muito elevado devido a algumas barreiras tecnológicas (NAIK *et al.* 2010, *apud* RABELO, 2014, p. 5-6).

No entanto, o pesquisador “João” comenta sobre a adesão do Brasil ao biodiesel de segunda geração:

[...] **todo mundo investiu em coisa fácil de fazer, naquilo que estava mais ou menos pronto.** Então começou lá com a **mamona, porque a mamona já tinha tecnologia, não sei o que. Mas a mamona não tem essa, como vou dizer assim, não tinha essa aptidão.** O **pinhão manso**, porque era muito fácil plantar pinhão manso, era colocar a semente numa plantadeira daquela de milho e ‘tic, tic, tic’, sair plantando, ele nascia e também não deu certo. **Tudo o que foi fácil eles investiram muito dinheiro no começo [...]** (Grifo nosso).

“João”, quando relata sobre o papel ambiental da macaúba, uma matéria-prima de primeira geração, argumenta sobre seu processo de cultivo e possível produção de biodiesel:

Eu considero positivo no caso da macaúba, positivo. Tem algumas questões que a gente precisa ficar atento, porque assim, tem muita gente falando hoje que vai plantar eucalipto, por exemplo, para fazer energia elétrica. Vai cortar e vai queimar. Então hoje tem uma controvérsia muito grande no cenário internacional que é assim: **poxa, se você planta eucalipto, você corta e queima, você está devolvendo CO₂ para a atmosfera do mesmo jeito. Então no caso da macaúba, nós não vamos queimar a planta. A planta vai ficar lá 30, 40, 50, 60, 100 anos lá.** Então isso é um ponto positivo que eu vou dizer para a macaúba. [...] O que estou querendo dizer é o seguinte: **you tem uma situação na pastagem, isso aqui é coisa** (mostra um modelo do gado entre as pastagens e pés de macaúba) então a nossa ideia é fazer isso aqui. Então para você ter uma ideia na nossa Minas Gerais, Brasil, vamos dizer assim, Minas gerais nós temos, segundo levantamento da secretaria, nós temos em torno de 15 milhões de hectares de pastagem que está num certo grau de degradação. Então isso significa o quê? Que o boi não consegue ali se alimentar e engordar numa velocidade boa, vamos dizer assim. Então o que eu estou dizendo? Quando você vai plantar macaúba, você obrigatoriamente tem que recuperar essa pastagem, esse solo, porque macaúba não dá em solo degradado. Isso aí todo mundo acha que macaúba se você plantar num buraco de erosão, ela vai dar. Ele vai crescer o pé, mas ele não vai produzir. Então é ilusão a gente chegar a essa conclusão de que macaúba dá em solo degradado. Não dá. **A primeira coisa que nós temos que fazer é corrigir o solo.** Nesse processo de correção do solo, o que nós vamos ter de bom? A pastagem. Ela se recupera muito rapidamente e chega a produzir até quatro vezes mais do que ele vinha produzindo naquele solo degradado. **Nós temos estudos que estão sendo realizados aqui, de baixo do pé de macaúba e o gado pode ficar aqui a partir do terceiro ano.** Por quê? Porque antes do terceiro ano o gado come todo o pé de macaúba (Grifo nosso).

Ramalho (2013) argumenta que, dependendo da escolha da matéria-prima e da técnica de cultivo, os biocombustíveis de segunda geração podem apresentar benefícios, tais como: 1) a utilização de resíduos florestais, possibilitando reduzir os riscos de incêndios florestais; 2) e o uso de terrenos abandonados, possibilitando promover melhoria das condições econômicas

em regiões emergentes ou menos favorecidas. Mas para Eisentraut (2010 *apud* RAMALHO, 2013) a sustentabilidade dos biocombustíveis de segunda geração irá depender da receptibilidade dos produtores a determinados critérios, tais como reduções mínimas dos gases do efeito estufa e das alterações do uso do solo dentro de determinados limites.

Os biocombustíveis de primeira e segunda geração têm sofrido ceticismo por parte da comunidade científica. Parte deste ceticismo é oriundo tanto de alguns problemas para a obtenção das matérias-primas quanto dos impactos diretos e indiretos que provocam no meio ambiente.

Nessa perspectiva, os impactos apresentados pelos biocombustíveis de primeira e segunda geração se assentam em cinco fatores: 1) devido à produtividade de oleaginosas terrestres necessitarem de grandes áreas para plantação; 2) competição com o setor alimentar, sobretudo os de primeira geração, que são provenientes de culturas alimentares; 3) consumo de água, uma vez que esse recurso está qualitativamente e quantitativamente ameaçado; 4) perda da biodiversidade e desertificação, desencadeando mudanças locais e globais no uso do solo e ameaça da biodiversidade; 5) e os balanços de carbonos negativos, aumentando as emissões de N₂O para a atmosfera, uma gás mais danoso para o efeito estufa que o próprio CO₂ (RABELO, 2014).

A produção de biodiesel de óleo de fritura, uma matéria-prima de segunda geração, traz benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade, sobretudo em relação à minimização da poluição do ar e da poluição hídrica. A produção dos biocombustíveis de primeira e segunda geração baseia-se, principalmente, em produtos e subprodutos agrícolas, onde o solo se apresenta como um fator relevante. A utilização do solo e a degradação dos recursos hídricos colocam dúvidas sobre a viabilidade desses biocombustíveis. Devido a essas limitações, a procura de uma matéria-prima que poderia ser mais sustentável para a produção de biodiesel continuou e, nos últimos anos, tem-se investido nas microalgas como potencial matéria-prima, ou melhor, nos biocombustíveis de terceira geração.

Nesse cenário as microalgas têm sido destacadas por alguns cientistas como uma das matérias-primas mais promissoras para produção de biomassa, passando a ser alvo de inúmeras pesquisas. Em um Comunicado Técnico da Embrapa Agroenergia, o pesquisador Bruno Brasil (2014, p. 2) destaca os potenciais das microalgas para produzir bioenergia quando explica que “as microalgas podem ser empregadas na geração de diversos

biocombustíveis, como biodiesel, gasolina, bioquerosene, etanol e biogás” (BRASIL, 2014.).

Segundo ele:

As microalgas apresentam diversas vantagens teóricas sobre matérias-primas tradicionais usadas para a produção de biocombustíveis, tais como: baixo requerimento de área; possibilidade de utilização de águas residuais para cultivo; produção e colheita contínua ao longo do ano; rápida taxa de crescimento e elevado teor de lipídeos e/ou açúcares. **Essas características permitiriam a produção sustentável de biocombustíveis** com rendimentos entre 10 e 100 vezes maiores que aqueles obtidos com matérias-primas tradicionais, como cana-de-açúcar e soja (BRASIL, 2014, p. 5, grifo nosso).

Segundo Brennan e Owende (2010) selecionar criteriosamente a espécie de microalga apropriada é crucial para o sucesso da produção de bioenergia a partir deste insumo. Entretanto, o cultivo de microalgas para serem utilizadas como insumos e, conseqüentemente, produzir biodiesel, é um processo muito diversificado em termos de métodos de produção utilizados (AMARO *et al.*, 2012). As diversas formas de cultivar microalgas oferecem vantagens e desvantagens, porque o modo pelo qual os insumos necessários para o cultivo (água, nutrientes e luz) são utilizados pode afetar direta e indiretamente as necessidades energéticas para produção, assim como as emissões dos gases do efeito estufa (KHOO *et al.*, 2011).

O processo de colheita e secagem da biomassa microalgal também tem sido alvo de controvérsias. Lardon *et al.* (2009) relata que o processo de colheita é apontado como um dos problemas na produção de biomassa microalgal, pois o diâmetro deste tipo de biomassa é reduzido e sua dispersão é elevada em meio aquoso, o que demanda a utilização de técnicas altamente dispendiosas. Extrair óleo da biomassa microalgal também tem apresentado problemas, pois, de acordo com Brennan e Owende (2010), os diferentes métodos de extração podem apresentar diferentes estimativas sobre as perdas de energia e impactos ambientais.

“Juca”, que orientou trabalhos de mestrado e doutorado no âmbito das microalgas, argumenta sobre o uso de microalgas como insumo para produzir biodiesel:

Você pega a microalga, são centenas de genes, milhares de gêneros e espécies. A microalga fabrica 18% de lipídeo. Tem microalga em determinada condição de estresse que pode até ter 50% de matéria graxo lipídeo, mas não é uma coisa definida, homogênea [...]. Ali você tem triglicerídeo, [...], você tem uma pletera de coisas, e um fabricante de motor diesel ou de injetores, jamais vai permitir que alguém venha lá fazer biodiesel de alga de composição nem conhecida. E que quem vai conseguir especificar isso? [...]. **Cada microalga produz uma coisa em determinada condição e etc.** [...] **Agora, quando você tem a alga a 10 gramas por litro e peso seco, aquilo ali é 99,9% de água, então vem o primeiro problema: como você separa a água solta, não a água, a água que está celularmente presa no microrganismo, a água solta no meio.** Você tem que centrifugar e a muita velocidade centrífuga, você tem que filtrar, entupindo o filtro, você tem que coalescer e coagular, pondo [...] na corrente elétrica, enfim, um saco

pra você tirar a biomassa dessa alga. Você atirando, centrifugando, filtrando, certo, ainda ela vai continuar tendo 80%, 90% de água, você tem que secar. **Você não pode fazer biodiesel pondo água no sistema**, por quê? O ácido graxo é a donzela, é a Julieta. O metanol, o etanol é o Romeu. Mas aí tem o sódio que é o bandido, o Capuleto. Tudo que se liga a um ácido graxo que não é o álcool na transesterificação, você está competindo pro biodiesel não ter rendimento. **E uma transesterificação que não tem rendimento acima de 95%, ela economicamente não é viável, por causa dos problemas que ela vai trazendo** (Grifo nosso).

Outro ponto que também apresenta controvérsias são as possíveis formas de utilizar os subprodutos provenientes das microalgas. De acordo com Stephenson *et al.* (2010) o resíduo das algas, o glicerol e o fosfato de sódio podem impactar ambientalmente caso não sejam reaproveitados como subprodutos. Segundo Stephenson *at al.* (2010) o glicerol tem impacto residual, pois o mercado está saturado deste produto e é incapaz de absorvê-lo.

Dessa forma, as matérias-primas se conectam no emaranhado de controvérsias que envolvem os produtores, agricultores, laboratórios, motores, elaboradores de políticas públicas, dentre outros. O cultivo e comércio de matérias-primas para produzir biodiesel também podem acarretar que grupos sociais sejam beneficiados ou prejudicados, o que pode tornar ainda mais complexo o enredamento desses atores heterogêneos. As matérias-primas, quando modificadas geneticamente e purificadas pelos pesquisadores para serem adaptadas como insumos para produção do biocombustível, também perpassam por uma série de debates sobre os seus aspectos inerentemente ambientais, técnicos, econômicos e sociais.

3.2. Os relatórios do IPCC, PBMC e os históricos de emissões do biodiesel

Os Relatórios de Avaliação elaborados pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) também se configuram na rede sociotécnica como produto da interação entre atores humanos e não humanos, e destacam, principalmente, os resultados das influências antrópicas sobre o potencial de aquecimento global. Os relatórios buscam a compreensão de algumas das questões em relação às alterações climáticas, como: 1) o papel das emissões de gases com efeito de estufa; 2) a gravidade dos riscos e potenciais impactos, sobretudo para os países menos desenvolvidos e comunidades vulneráveis; 3) e as opções disponíveis para garantir que os efeitos das alterações climáticas permanecem administráveis (PACHAURI *et al.*, 2014).

Segundo o último relatório do IPCC (2014) os gases do efeito estufa antropogênico (GEE) desde a era pré-industrial impulsionou o aumento na atmosfera das concentrações de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Cerca de metade das emissões antropogênicas de CO₂, entre 1750 e 2011, ocorreram nos últimos 40 anos (PACHAURI *et al.*, 2014, p. 4).

De acordo com o relatório do IPCC (2014) as emissões de CO₂ a partir da combustão de combustíveis fósseis e industriais contribuíram com o aumento de cerca de 78% das emissões totais de GEE entre 1970 e 2010. Segundo o relatório a causa seria o contínuo crescimento econômico e populacional, sendo estes os importantes condutores do aumento das emissões de CO₂ provenientes da queima de combustíveis fósseis. A contínua emissão de gases de estufa causará mais aquecimento e mudanças de longa duração em todos os componentes do sistema climático, aumentando a probabilidade de impactos difusos e irreversíveis para as pessoas e ecossistemas. Nessa perspectiva, o relatório do IPCC (2014) sugere a limitação das alterações climáticas através da exigência das reduções das emissões de GEE, podendo assim limitar os riscos das mudanças climáticas.

As emissões antrópicas de GEE são impulsionadas principalmente: 1) tamanho da população; 2) atividade econômica; 3) estilo de vida; 4) uso de energia; 5) uso da terra; 6) tecnologia; 7) e política climática (PACHAURI *et al.*, 2014, p. 8). Isso faz com que as projeções das emissões de GEE possam variar dentro de uma vasta gama de variáveis que atuam dentro da política climática de cada região.

Aumentar os esforços de atenuação e adaptação às alterações climáticas, segundo o relatório do IPCC (2014), implica numa crescente complexidade de interações, abrangendo ligações entre: 1) a saúde humana; 2) água; 3) energia; 4) uso da terra; 5) e biodiversidade. Os esforços de atenuação podem se apoiar na realização de outros objetivos sociais, tais como os relacionados com a: 1) saúde; 2) segurança alimentar; 3) qualidade ambiental; 4) o acesso à energia; 5) meios de subsistência; 6) e desenvolvimento sustentável; embora também possa ter efeitos negativos (PACHAURI *et al.*, 2014, p. 112). Para Pachauri *et al.* (2014) as medidas de adaptação também têm o potencial de fornecer mitigação ao problema e se apoiar noutras metas sociais, embora também podem surgir problemas.

Uma consideração explícita trazida pelo relatório do IPCC (2014), das interações entre água, alimentos, energia e fixação de carbono, desempenha um papel relevante para apoiar as decisões que serão eficazes para a problemática do clima. A energia a partir de biocombustíveis em grande escala, projetada para mitigar o clima, podem entrar em conflito com as alternativas de utilizações da água para a produção de alimentos, o consumo humano ou a manutenção das funções e serviços dos ecossistemas (PACHAURI *et al.*, 2014, p. 112).

O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) foi instituído em setembro de 2009. O PBMC foi criado pelos Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do

Meio Ambiente (MMA) e conta com uma estrutura espelhada no IPCC. O objetivo do PBMC é “fornecer avaliações científicas sobre as mudanças climáticas de relevância para o Brasil, incluindo os impactos, vulnerabilidades e ações de adaptação e mitigação” (PBMC, 2014, p. 9). O Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do PBMC foi publicado em 2014 e teve como principal objetivo avaliar os aspectos científicos do sistema climático e suas mudanças.

Em consonância com o relatório do IPCC (2014), o relatório do PBMC (2014) concorda que o clima é controlado por diversos fatores que podem ser naturais ou antrópicos. Segundo o relatório do PBMC (2014) algum fator climático pode contribuir para aquecer o planeta, como os gases de efeito estufa antrópicos, enquanto outro fator pode contribuir para resfriá-lo, como as nuvens. Nessa perspectiva, o relatório do PBMC (2014) sugere que é desejável que os elaboradores de políticas públicas conheçam qual a influência de cada agente climático, ou seja, conhecer qual a contribuição de cada agente para as variações de temperatura na superfície do planeta, ou mesmo no Brasil.

Segundo o primeiro relatório de avaliação nacional:

No Brasil a principal fonte de gases de efeito estufa e aerossóis antrópicos é a queima de biomassa, utilizada como prática agrícola ou na mudança da cobertura do solo. Como técnica agrícola, as queimadas são empregadas no combate de pragas e na limpeza de lavouras com objetivo de facilitar a colheita, como no caso do cultivo da cana-de-açúcar. O uso de queimadas para alteração do uso do solo é observado especialmente na região amazônica. No caso dos gases de efeito estufa, grande parte do esforço das pesquisas no Brasil atualmente se concentra na elaboração de inventários de emissão. Não se encontram na literatura científica estimativas de cálculos da forçante radiativa desses gases considerando as condições das emissões brasileiras (PBMC, 2014, p. 18, grifo nosso).

Mais adiante o relatório traz outra informação interessante:

A demanda de biocombustível e o seu impacto na mudança de cobertura e uso do solo é foco de vários estudos (Lapola *et al.* 2010; Loarie *et al.* 2011; Cabral *et al.* 2003) avaliando os efeitos diretos e indiretos no desmatamento em outras áreas. Lapola *et al.* (2010) aplicaram um modelo de mudança de cobertura e uso do solo para projetar o impacto da expansão da área de cultivo da cana-de-açúcar para produção de etanol no Brasil. Segundo os autores os cenários de aumento da área produtora de cana-de-açúcar no sudeste do Brasil **pode intensificar o desmatamento na Amazônia até 2020, o que pode inviabilizar a contribuição por emissões evitadas dos processos de biocombustíveis** (PBMC, 2014, p. 328, grifo nosso).

O relatório não traz informações sobre o desmatamento causado pela cultura da soja, que é a principal matéria-prima para a produção de biodiesel no Brasil. Também não há muitos estudos sobre o desmatamento na Amazônia. Mas Domingues e Berman (2012) trazem algumas informações relevantes sobre o assunto:

Em 2004/05, foram plantados 1,2 milhões de hectares de soja na Floresta Amazônica brasileira, o que representou cerca de 5% da área plantada

nacional (ISA, 2005). Ainda, de acordo com as informações do Greenpeace (2006), até 2005 **mais de um milhão de hectares de florestas foram convertidos em campos de soja na Amazônia**, mesmo com estudos que apontam que a fragilidade do solo da região não sustenta mais que três anos de produção de soja e alertam para uma possível **contaminação de lençóis freáticos por agrotóxicos** (DOMINGUES e BERMANN, 2012, p. 10, grifo nosso).

Outro impactante da ação antrópica para o potencial de aquecimento global, segundo o relatório PBMC (2014), é a mudança da cobertura e uso do solo associado à agricultura e pecuária. Isso sugere que o aumento da demanda por biocombustíveis, no Brasil, pode aumentar a mudança da cobertura vegetal em regiões desmatadas, além reduzir a área de plantio destinada à alimentação, e gerar efeitos diretos e indiretos a partir do uso do solo, sobretudo na Amazônia, devido à intensificação do desmatamento. Mas o relatório do PBMC (2014) também insere a problemática dos efeitos decorrentes das ações humanas serem difusos e misturados aos decorrentes de fatores naturais, como os intensificados pelo aumento da temperatura média da atmosfera global.

“Juca” comenta sobre os aspectos ambientais das matérias-primas conhecidas, como a soja e a cana-de-açúcar:

Então do ponto de vista ambiental, se forem as oleaginosas conhecidas, você não vai gerar ativo passivo ambiental que preocupa, porque o processo é razoavelmente limpo. [...] Então isso daí também não tem implicações ambientais. Vai ter o efeito estufa de fabricar metanol, etc., mas pra fazer o álcool de cana é a mesma coisa, você tem que plantar, colher, queimar palha, ah! vai gerar energia, **essa é a briga que não vai ter fim nunca**, porque ninguém ao meu modo de ver sabe quantificar isso com cifras que a comunidade toda aceita. [...] Enfim, é uma conversa que não tem fim. **Assim então do ponto de vista ambiental teria nada especial pra acrescentar isso**, [...], porque quando você queima biodiesel [...], é menos danosa do que aquela que vem da queima do diesel, da querosene ou mesmo da gasolina, porque gasolina tem 15%, 20% de betex: benzeno e outros, que são os bandidos cancerígenos (Grifo nosso).

Pesquisas sobre as emissões da combustão direta do biodiesel e misturas biodiesel e diesel em diversos tipos de motores, apresentam controvérsias intrínsecas no entrelaçamento entre matérias-primas, emissões do biodiesel e os motores. Xue, Grift e Hansen (2011) também fizeram um levantamento das pesquisas sobre as emissões diretas da queima do biocombustível biodiesel em uma infinidade de diferentes tipos de motores. Esses autores analisaram uma vasta literatura tecnocientífica sobre as emissões regulamentadas, tais como: 1) materiais particulados (MP); 2) óxidos de azoto (NO_x); 3) monóxido de carbono (CO); 4) hidrocarboneto (HC); 5) e as de dióxido de carbono (CO₂). Também fizeram uma análise das literaturas que tratam das emissões não regulamentadas, como: 1) compostos aromáticos e poliaromáticos; 2) e compostos de carbonilo.

A partir das análises de Xue, Grift e Hansen (2011, p. 1103-1106) sobre as emissões de materiais particulados, tais autores concluíram que é esmagador o número (87,7%) das literaturas tenocientíficas que argumentam que o uso de biodiesel reduzirá a emissão de materiais particulados quando comparado com o diesel. Sobre as emissões de NO_x, que algumas literaturas consideram como um gás de maior potencial de aquecimento global que o próprio CO₂, têm-se algumas controvérsias, pois a maioria das pesquisas (65,2%) concordam que as emissões de NO_x aumentam quando se utiliza o biodiesel (XUE, GRIFT e HANSEN, 2011, p. 1106-1108). Cerca de 80% das pesquisas analisadas estão em concordância quando o assunto é sobre o uso do biodiesel reduzir as emissões de CO, mas as emissões de CO para o biodiesel são afetadas por sua matéria-prima e outras propriedades, trazendo problemáticas para algumas matérias-primas, que acabam por não serem bem quistas (XUE, GRIFT e HANSEN, 2011, p. 1108-1110). Sobre as emissões de hidrocarboneto é quase predominante (89,5% das pesquisas) o ponto de vista de que as emissões de HC vão reduzir quando se abastece com biodiesel, a matéria-prima de biodiesel e as suas propriedades têm um efeito nas emissões de HC, especialmente para o comprimento de cadeia diferente ou nível de saturação de biodiesel, o que também traz problemas para algumas matérias-primas (XUE, GRIFT e HANSEN, 2011, p. 1110-1111). Na análise literária de Xue, Grift e Hansen (2011) é predominante a ideia de que o biodiesel produz menos emissões de CO₂ do que o diesel durante a combustão completa.

Xue, Grift e Hansen (2011) relatam que também há um crescente interesse sobre as emissões não regulamentadas, pois intoxicam o ar, tanto quando se utiliza biodiesel como o diesel fóssil. Nas análises foi constatado que: 1) a maioria dos estudos demonstra que as emissões de compostos aromáticos e poliaromáticos reduzem em relação ao diesel, mas isso depende das condições de funcionamento do motor (carga, ciclo, modo, dentre outras); 2) emissões de compostos carbonilo têm resultados discordantes para o biodiesel, mas é amplamente aceito que o biodiesel aumenta essas emissões por causa do maior teor de oxigênio; 3) além das condições de funcionamento do motor (carga e modo de ciclo), tipos de motores também têm um efeito sobre essas emissões; 4) metanol tende a aumentar as emissões de acetaldeído (XUE, GRIFT e HANSEN, 2011, p. 1111-1113).

As emissões regulamentadas, como MP, NO_x, CO, HC e CO₂, assim como as emissões não regulamentadas como compostos aromáticos e poliaromáticos e os compostos de carbonilo, dependem de uma série de fatores que vão desde a matéria-prima até os componentes dos motores e aditivos. Não há um consenso generalizado, a partir das pesquisas

analisadas, sobre as questões das emissões e seus possíveis benefícios, sobretudo quando o assunto trata do CO₂. Salvo as emissões de NO_x e compostos carbonilo, as literaturas têm o biodiesel como vantajoso em termos de emissões, uma vez que emite uma quantidade menor dos demais compostos, como MP, CO, HC e compostos aromáticos e poliaromáticos, por outro lado as emissões ainda existem. Os motores também aparecem como atores resistentes nesse processo, uma vez que eles aparecem como um dos principais mediadores entre os impactos econômicos, ambientais e sociais.

Nesta parte da rede, enredam-se na controvérsia relatórios de instâncias ambientais, como o IPCC e o PBMC, dados de emissões sobre a queima direta do biodiesel e os motores, constituindo-se como atores inumanos que passam por instâncias de purificação tecnocientífica. Nessa esfera, o principal motivo da purificação é conferir ao biocombustível o mínimo de impacto ao meio ambiente. Os relatórios do IPCC sugerem que a produção das matérias-primas para a produção de biodiesel é um dos pontos da rede onde se concentram alguns dos principais impactantes ao aquecimento global, sobretudo no âmbito do uso da terra, além do relatório não esclarecer as controvérsias sobre os impactantes naturais e antropogênicos. Já as análises sobre os históricos de emissões do biodiesel apontam que o biodiesel diminua as emissões da maioria dos gases que provocam o aquecimento global, ele não é um biocombustível totalmente destituído de emissões que impactam os gases do efeito estufa, além de apresentar a controvérsia sobre as emissões de NO_x, que algumas pesquisas consideram como um gás mais danoso ao aquecimento global do que o próprio CO₂. Os motores também interagem com as definições das especificações do biodiesel para que o biocombustível não os danifique e também diminua as emissões de poluentes.

CAPÍTULO 4 – As controvérsias sociotécnicas

4.1. O PNPB e os seus desdobramentos

De um lado, nota-se como a força natural, objeto da ciência, é praticamente purificada para traduzir o comportamento silencioso dos objetos, ou seja, no interior dos laboratórios os cientistas, representantes mudos e escrupulosos dos fatos, produzem e representam os fatos que falam por si só e que apenas são admitidos e autorizados pela comunidade científica em questão. Na mesma perspectiva, de outro lado, atentar-se-á para como os porta-vozes políticos irão representar a multidão de cidadãos, ou seja, o lado da força social, do poder e dos sujeitos de direito (LATOUR, 1994, p. 34-35). Segundo Latour (1994), os primeiros traduzem aqueles que representam e que são mudos de nascimento, isto é, os fatos, enquanto os segundos

traduzem aqueles que os enviam, ou seja, a multidão que também é incapaz de falar toda ao mesmo tempo. Segundo o autor tanto os primeiros podem trair, assim como os segundos.

O princípio da simetria, porém, implica na não separação entre força social pura e mecanismo natural puro, entre cultura e natureza, apontando para uma relação íntima entre esses dois movimentos como coletivos, que são dois ramos do mesmo governo, de modo que a “cada tradução dos quase objetos reinicia a redefinição tanto do corpo social quanto dos objetos” (LATOURET, 1994, p. 107).

Nas próximas seções, descrever-se-á como a purificação e tradução política não se dissociam da purificação e tradução tecnocientífica no processo de concepção e adoção da tecnologia do biodiesel no Brasil. Outro enfoque é como se entrecruzam na rede sociotécnica uma infindável quantidade de atores humanos e inumanos através das legislações brasileiras, dos documentos regulatórios, discussões políticas, produtores de matérias-primas, as próprias matérias-primas, os produtores de biodiesel, dentre outros atores heterogêneos.

O Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), como já foi mencionado, é um programa interministerial do Governo Federal que objetiva implementar de forma sustentável, técnica e econômica a produção e uso do biodiesel em todo território brasileiro, cujo o principal enfoque é articular os três eixos, 1) o econômico; 2) o social; 3) e o ambiental.

A Legislação do Biodiesel no Brasil se apresenta como uma Política Pública Regulatória que visa normatizar e padronizar este combustível. O Decreto Nº 5.448, de 20/05/2005, regulamentou o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, conhecida como “Lei do Biodiesel”, de 13/01/2005, que dispôs sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Este Decreto autorizou a adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel fóssil a ser comercializado com o consumidor final, em qualquer parte do território nacional, até que a adição se tornasse obrigatória, conforme disposto na Lei nº 11.097. O Decreto também configurou a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para expedir normas complementares à sua execução. A ANP assim se configura na rede brasileira como agente regulatório do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB).

A ANP é uma autarquia federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), portanto é responsável pela execução da política nacional do setor energético do Brasil, de acordo com a Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/1997). No que concerne aos biocombustíveis, esta autarquia é responsável por manter e divulgar dados sobre autorizações, produção e

comercialização de biodiesel e etanol. A ANP tem como principais finalidades: 1) regular e estabelecer regras por meio de portarias, instruções normativas e resoluções para o funcionamento das indústrias e do comércio de óleo, gás e biocombustíveis; 2) contratar e promover licitações e assinar contratos, em nome da União, com os concessionários em atividades de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural, e autorizar as atividades das indústrias reguladas; 3) fiscalizar e fazer cumprir as normas nas atividades das indústrias reguladas, diretamente ou mediante convênios com outros órgãos públicos.

A Resolução ANP N° 45 de 25/08/2014, publicada no Diário Oficial da União em 26/8/2014, estabelece a especificação do biodiesel e as devidas obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional. Quanto à regulação, ela fica bem esclarecida em seu Art. 1º:

Ficam estabelecidas, por meio da presente Resolução, **a especificação do biodiesel contida no Regulamento Técnico ANP n° 3/2014 e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.** Parágrafo único: **Fica vedada a comercialização de biodiesel que não se enquadre na especificação contida no Regulamento Técnico ANP,** parte integrante desta Resolução (BRASIL, Resolução ANP N° 45, 2014, grifo nosso).

O não atendimento às regras estabelecidas pela Resolução N° 45 sujeita os infratores às sanções administrativas previstas na Lei n° 9.847, de 26/10/1999, que dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis e estabelece as sanções administrativas. A Resolução traz em anexo o Regulamento Técnico ANP N° 3/2014, que se aplica ao biodiesel nacional ou importado, e estabelece a sua especificação, e a determinação das características e da qualidade do biodiesel é feita mediante o entrelaçamento das normas Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ASTM Internacional (*American Society for Testing and Materials*), Comitê Europeu de Normalização (CEN) e Organização Internacional de Padronização (ISO).

No Brasil atualmente vigora a Lei N° 13.033, de 24/09/2014, publicada no Diário Oficial da União em 25/09/2014, que dispõe sobre a adição obrigatória de 7% de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final em todo território nacional. Em parágrafo único, a Lei traz o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que poderia, a qualquer tempo, por motivo justificado de interesse público, reduzir esse percentual para até 6%, restabelecendo-o por ocasião da normalização de quaisquer condições que poderiam motivar a redução do percentual. Mas o rumo tomado pela adição obrigatória é totalmente oposto à

redução. Em 11/11/2015 o Senado aprovou, por unanimidade, o Projeto de Lei do Senado (PLS) 613/2015⁸, do senador Donizeti Nogueira (PT-TO), que previa o aumento progressivo da mistura obrigatória do biodiesel ao óleo diesel comercializado em todo Brasil dos atuais 7% para até 10%, em até três anos. A matéria seguiu para a Câmara dos Deputados.

O texto inicial do PLS 613/2015 também determinava a obrigatoriedade de adição de 20% de biodiesel em todas as frotas urbanas movidas a diesel em cidades com mais de 500 mil habitantes. Uma emenda proposta pelo senador José Medeiros (PPS-MT) ampliou a abrangência do chamado “B20 Metropolitano” para as cidades de 200 mil habitantes. O texto também autoriza a utilização de até 30% de biodiesel em máquinas agrícolas, veículos utilizados em transporte ferroviário, navegação, mineração e termelétricas.

Em 23/03/2016 foi sancionado⁹ o PLS 613/2015, estabelecendo o aumento do índice da mistura entre biodiesel e diesel, que passará dos atuais 7% para 8% até 2017, com o aumento progressivo de um ponto percentual a cada 12 meses, isto é, 9% até 2018 e 10% até 2019. A Resolução do Conselho Nacional de Política Energética¹⁰ (CNPE) fixa a data de 23 de março de 2017 para início da adição obrigatória de 8% de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, o chamado B8, em todo o território nacional.

O Ministério de Minas e Energia (MME), logo em seguida, publica a criação de outro Grupo de Trabalho para desenvolver ações necessárias através de testes e ensaios em veículos e motores para validar a elevação da mistura de biodiesel ao óleo diesel, em percentuais superiores aos atuais 7% (B7). Segundo a Portaria nº 262/2016, o MME coordenará o Grupo de Trabalho e estabeleceu prazos máximos para a conclusão dos testes para até: 23 de março de 2017 para a adoção da mistura de 8% de biodiesel ao diesel fóssil (B8), 23 de março de 2018 para a introdução de 9% (B9), e 23 de março de 2019 para a introdução de 10% (B10). O grupo, de acordo com o MME, será composto por órgãos e entidades governamentais e por representantes do setor privado, como sindicatos e associações dos setores de automóveis, de peças, de combustíveis e de produção de biodiesel.

A Frente Parlamentar do Biodiesel são os atores que, no campo da legislação, traduzem os interesses da contínua adição do biodiesel ao diesel fóssil, os principais atores

⁸ Disponível em < <http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/123157>> Acesso em 15/12/2015.

⁹ Disponível em < <http://www.brasil.gov.br/governo/2016/03/aumento-do-biodiesel-no-diesel-ajudara-brasil-a-cumprir-metas-ambientais-afirma-dilma>> Acesso em 12/04/2016.

¹⁰ Disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/mme-define-gt-que-estudara-ampliacao-de-mistura-de-biodiesel-ao-oleo-diesel;jsessionid=51C67D1DC2BEC0782DFDD0A34F004CBD.srv155> Acesso em 22/06/2016.

são os seguintes integrantes: 1) Presidente da Frente e Deputado Federal Evandro Gussi (PV/SP); 2) Vice-presidente e Senador Valdir Raupp (PMDB/RO); 3) 2º Vice-presidente e Deputado Federal Sergio de Souza (PMDB/PR); 4) 3º Vice-presidente e Deputado Federal Jerônimo Goergen (PP/RS); 5) Secretário-geral e Senador Donizeti Nogueira (PT/TO); 6) Secretário-adjunto e Deputado Federal Adilton Sachetti (PSB/MT); 7) Coordenador e Deputado Federal Mendes Thame (PSDB/SP). Antes de se tornar Ministro do Meio Ambiente, o Deputado Federal Sarney Filho (PV/MA) era Coordenador-adjunto da Frente Parlamentar do Biodiesel. Sarney Filho é filiado ao PV desde 2005, era líder da bancada do partido, além de coordenador da Frente Parlamentar Ambientalista e, segundo um informativo do Portal do Agronegócio¹¹, pretende incorporar o biodiesel à agenda climática brasileira.

As formulações das políticas do biodiesel, além dos atores mencionados, ainda envolvem muitos outros atores heterogêneos que se emaranham na rede sociotécnica da concepção e adoção do biodiesel no Brasil: 1) Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; 2) Ministério de Minas e Energia; 3) Petrobras; 4) Associação Brasileira de Indústria de Óleos Vegetais (Abiove); 5) Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea); 6) Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA); 7) Central Única de Trabalhadores (CUT), 8) técnicos e acadêmicos; 9) A ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), dentre outros.

Também envolve uma extensa rede de interessados que não deixam de ser afetados e de influenciar nessas políticas, como: 1) da produção; 2) da distribuição; 3) da utilização e do consumo desse combustível; 4) agricultores de oleaginosas; 5) usinas e produtores de biodiesel; 6) empresas distribuidoras de combustíveis; 7) pesquisadores da Embrapa; 8) laboratórios de ensaio e certificação; 9) produtores de motores e automóveis.

Em entrevista concedida para a pesquisa, “José” relata ter participado de várias reuniões do Governo Federal que fundamentaram o processo de concepção do PNPB, e cita como rede de negociações entre diversos atores foram essenciais para a construção do PNPB:

Quando você constrói uma política desse tipo, o seu passo inicial demandou um tempo muito grande, e quem estava à frente dessas negociações gastaram muito tempo para negociar entre todos os atores, porque essa política estava sendo construída para os pequenos agricultores, para a indústria, para o meio científico e para a sociedade que é usuário dessa política, então temos muitos atores nesse processo e precisamos negociar exatamente a construção disso tudo para que isso funcione, e a construção dela envolveu muitos ministérios e muita gente para construção dela. Então se você começa a construção, a interlocução

¹¹ Disponível em < <http://www.portaldoagronegocio.com.br/noticia/sarney-filho-pretende-incorporar-biodiesel-a-agenda-climatica-148687>> acesso em 19/10/2016.

entre os agricultores, você tinha que fazer a interlocução do Ministério da Agricultura, que estão os “agricultores de grande porte”, Ministério do Desenvolvimento Agrário, que estão os “agricultores de menor porte”, onde existem os assentamentos que estão vinculados de alguma forma ao INCRA e ao MDA, então todos os assentados estavam na frente de estar contados, e representavam não todos os grupos, mas uma boa parte dos grupos das federações de agricultores, lá na base dos trabalhadores da agricultura assentados, mas ela não representava a Via Campesina, o MST, ou seja, não representava todos os atores que estavam na base produtiva. **Então essa negociação foi uma negociação de muitas horas, muitas reuniões. [...] Na construção do Programa então você tinha que negociar, aí vinha toda a academia, todos os pesquisadores, aquele mundo de gente do Brasil inteiro querendo dinheiro do Governo Federal (Grifo nosso).**

Segundo o que foi mencionado pelo entrevistado, inicialmente a política era voltada para os pequenos agricultores fornecerem matérias-primas, tanto é que ao lançar oficialmente o PNPB em Canto do Buriti, um município situado no semiárido do estado do Piauí, em 2005, o então presidente Luiz Inácio Lula da Silva escolheu a mamona como símbolo da política de inclusão social e produtiva dos pequenos agricultores familiares, que era uma proposta do programa. Essa oleaginosa é resistente à estiagem e é tradicionalmente cultivada no sertão dos estados castigados pela seca, como os Estados Bahia, Ceará, Pernambuco, Piauí e Sergipe. Porém, passada uma década do lançamento do PNPB, nenhum biodiesel comercializado no país foi produzido a partir do óleo de mamona, o biodiesel de mamona só foi produzido e testado nas centrais de cálculos, isto é, nos laboratórios.

Segundo um levantamento feito pela ONG Repórter Brasil (2014, p. 13) a produção de mamona da agricultura familiar no semiárido não decolou como previam os idealizadores do PNPB, alguns motivos foram: 1) seis anos após o lançamento do programa, a dura realidade do semiárido foi agravada pela pior seca das últimas cinco décadas; 2) as cooperativas de produtores rurais do semiárido não estavam organizadas para atender a grande demanda do PNPB; 3) os agricultores familiares estavam descapitalizados e tiveram dificuldade para acessar financiamentos bancários para investir na produção; 4) problemas na irrigação de áreas agrícolas e na prestação de assistência técnica reduziram a produtividade.

Sobre o uso da mamona para produzir biodiesel, “José” afirma que:

O professor Parente, da Federal do Ceará, ele se tornou muito amigo do presidente Lula, então quando começou a ideia de construir o PNPB, o Prof. Parente era a pessoa mais influente no país, e tudo que o Prof. Parente queria fazer era introduzir essa política através do nordeste, uma política onde se permitia que pequenos agricultores e aquela situação de empobrecimento do nordeste fosse uma realidade que tivesse a oportunidade de ser mudada. Então começou com essa influência toda do Prof. Parente com o Lula, e a partir do Lula isso foi construído, porque se pensava num combustível com inclusão social e com efetividade na região nordeste, e o que se podia produzir na região nordestina era a mamona, não tinha outro produto, só que eles esperavam que essa matéria-prima tivesse o custo de produção reduzido, porque ela é um produto nobre, com óleo nobre e com o preço muito mais alto que qualquer outro tipo

de óleo, mas se esperava que com a introdução de tecnologias e aumentos e mudanças e variedades, pacotes de campo, toda essa ação fizesse a produtividade saltar de 600Kg para 1200Kg com o mesmo custo operacional, pois se o custo operacional fosse mantido isso saltaria para o custo de produção e aí teria condição de ter uma matéria-prima de baixo custo, só que isso não avançou, ‘né!’, porque **existe limitação climática no nordeste, não houve uma evolução em termos de desenvolvimento genético, em termos de uso de tecnologias em campo na região nordeste, é uma região muito tradicional e leva-se muito tempo para você fazer. E um grande custo desse processo não é exatamente plantar, é colher**, como o **Pinhão Manso, que caiu por terra por custar muito caro para colher**, pois são **matérias colhidas à mão, enquanto para a soja você mete a máquina de colheita, a mamona é colhida à mão e ela tem diferentes florações, vários momentos de colheita, em torno de 4 ou 5 vezes [...]** (Grifo nosso).

Segundo os dados publicados nos últimos Boletins Mensais da ANP, analisados os do período que compreende de fevereiro de 2015 até outubro de 2016, em média 80% do biodiesel brasileiro é produzido a partir de soja, 15% de sebo bovino e os outros 5% de outras oleaginosas e gorduras animais. Hoje o Brasil possui mais de 50 plantas para produção de biodiesel em operação, todas autorizadas e habilitadas pela ANP para produzir e distribuir este artefato. Os dados da ANP são propícios para sugerir que houve uma captura da política pública pelo setor dos sojicultores, uma vez que a soja tem tomado a frente do léxico de matérias-primas para a produção de biodiesel no Brasil.

“José” discorre sobre como a soja se tornou carro-chefe no léxico de matérias-primas para a produção de biodiesel no Brasil:

No início da construção do programa, há 10 anos, **todo mundo falava que existia a briga do pessoal do Pinhão Manso e da Mamona**, que iam dar certo, mas gente, é muito simples, o programa pode até dar certo para frente nisso tudo, **mas hoje só vai dar certo para a soja, porque a soja é onde se tem produção, tem tecnologia, logística, armazenagem, empresas instaladas com capacidade para produzir óleo, é na soja onde se tem toda essa capacidade**. E ele não tem nem uma perspectiva de mudança nisso, **a única perspectiva de mudar isso é se tivesse outra cultura na matriz energética**, se tivesse grandes **investimentos para outros tipos de cultura**, onde se conseguisse mostrar que tem uma **evolução na produção de mamona, mas é tudo ao contrário, a produção da mamona só vem caindo** (Grifo nosso).

Segundo alguns críticos, um dos principais obstáculos do PNPB é que a soja se consolidou como matéria-prima principal devido à sua viabilidade econômica. Oleaginosas como o amendoim, a mamona, o girassol, o pinhão manso, dentre outras variedades, ainda não têm condições de competir com os baixos custos e a alta produtividade das lavouras de soja. O grão de soja está tão enraizado no Brasil, sobretudo nas regiões Sul e Centro-Oeste, que até mesmo agricultores familiares têm receio de apostar em outras culturas que não sejam a soja (ONG REPÓRTER BRASIL, 2014).

A inserção do Brasil na rede sociotécnica do biodiesel suscita uma série de interconexões entre atores heterogêneos, sejam eles políticos, cientistas, técnicos,

laboratórios, matérias-primas, produtores, agricultores, entre outros. As políticas regulatórias, como a inserção do biodiesel, o aumento gradativo, e as mudanças na especificação ao longo do tempo, decorrem da associação entre as práticas de purificação e tradução inerentes às convergências e divergências entre o poder político e o poder tecnocientífico. No domínio das matérias-primas, no Brasil a soja se apresenta como principal insumo para produzir biodiesel, pois a mamona não foi adotada devido a uma série de controvérsias. A soja também se encontra no meio de uma série de controvérsias, como o uso do solo, degradação de recursos hídricos e expansão do cultivo para áreas da floresta amazônica e pantanal. Há ainda uma série de debates sobre a diversificação das matérias-primas para produzir o biocombustível de modo que os objetivos sociais, econômicos e ambientais sejam alcançados e articulados.

4.2. O “Selo Combustível Social” e a agricultura familiar no Brasil

Com o intuito de construir uma matriz energética plural e responsável, com PNPB, o programa criou um componente social importante e inédito chamado “Selo Combustível Social” (SCS), que basicamente busca estimular a compra de matérias-primas produzidas por agricultores familiares. Para obter o “Selo Combustível Social” as usinas produtoras de biodiesel devem adquirir um percentual de matéria-prima da agricultura familiar. O SCS beneficia as usinas de biodiesel com a redução de alguns impostos, como a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS) e o Programa de Integração Social (PIS/PASEP). Ficou estabelecido que o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) seria o responsável a concedê-lo às usinas produtoras de biodiesel que adquirissem o percentual mínimo de matérias-primas da agricultura familiar e também por instaurar critérios e procedimentos relativos à obtenção, manutenção, renovação, suspensão e cancelamento da concessão e uso da certificação do SCS.

Em setembro de 2015 os critérios e procedimentos relativos à concessão, manutenção e uso do "Selo Combustível Social" passaram por algumas mudanças em sua portaria. A Nova Portaria¹² do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) apresenta adequações em três pontos: 1) Cadastro Ambiental Rural (CAR), pois o Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) criou o Cadastro Ambiental Rural e estabeleceu que é obrigatório o cadastramento de todos os imóveis rurais no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), foi então introduzido na Portaria do Selo Combustível Social um alerta sobre a necessidade de que os imóveis rurais que participam do PNPB e do “Selo Combustível

¹² Disponível em <http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_img_23/Portaria%20337%2C%20de%2018%20de%20setembro%20de%202015..pdf> Acesso em 01/10/2015.

Social” deverão também estar cadastrados no CAR; 2) área considerada para fins de aquisição de matérias-primas da agricultura familiar, a quantidade de matéria-prima declarada pelas empresas produtoras de biodiesel ou cooperativas deverá ser limitada pela área constante na Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) do agricultor familiar, e a quantidade adquirida de matéria-prima apresentada pelo agricultor deve guardar coerência com a produtividade que é informada por órgãos oficiais nas regiões ou estados; 3) aquisição de matérias-primas de origem animal, que traz os procedimentos técnicos e administrativos que devem ser adotados quando houver aquisição de matéria-prima de origem animal, sobretudo para o sebo bovino, parte desses arranjos possíveis ainda será detalhada em normativos posteriores. A inovação mais interessante é a aquisição de matérias-primas de origem animal.

A Lei 11.326¹³, de julho de 2006, estabelece os seguintes critérios para ser agricultor familiar: 1) utiliza principalmente mão de obra familiar na atividade agrícola; 2) dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família; 3) tem uma área de até quatro módulos fiscais (essa área varia conforme o município, a qualidade da terra e a legislação ambiental); 4) e tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento.

Segundo a ONG Repórter Brasil (2014) a maior produtora nacional de biodiesel é a Petrobras Biocombustível (PBio), que também é a principal responsável pela sobrevivência do PNPB no semiárido. Isso ocorre devido a PBio – que possui três usinas no semiárido – comprar mamona, esmagar as sementes e vender o óleo para indústrias de alimentos, remédios e até tintas. Assim ela tenta impulsionar a agricultura familiar ao mesmo tempo em que desfruta dos incentivos fiscais previstos pelo “Selo Combustível Social” mesmo sem produzir biodiesel de mamona.

Além do biodiesel de mamona não entrar na especificação, tem a problemática dele também não ser produzido por questão de custo. “O óleo de mamona tem um alto valor de mercado, ou seja, não é viável utilizar óleo de mamona para fazer biodiesel já que é possível produzir o combustível com o óleo de soja, que custa menos da metade” (ONG Repórter Brasil, 2014, p. 12). Por isso o óleo de mamona é vendido para as indústrias que o utilizam como insumo na produção de alimentos, cosméticos e até remédios.

Segundo a ONG Repórter Brasil (2014) o PNPB trouxe benefícios para o semiárido, sobretudo através da Pbio. Dentre os benefícios estão: 1) aumento do preço da saca de

¹³ Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm > Acesso em 03/11/2015.

mamona que se consolidou com a forte atuação da PBio na compra da produção; 2) o valor da saca de mamona praticamente dobrou; 3) os agricultores familiares já não são mais refêns dos atravessadores, que antes pagavam mais barato pela saca de mamona; 4) garantiu assistência técnica a milhares de produtores rurais; 5) comprar mamona de quase 15,7 mil agricultores familiares em seis estados diferentes (Bahia, Ceará, Minas Gerais, Pernambuco, Piauí e Sergipe) (ONG Repórter Brasil, 2014, p. 14-15).

Sobre os desdobramentos da Pbio, “José” afirma:

Esperava-se ter 200 mil agricultores inseridos, sobretudo da agricultora familiar, isso num determinado momento conseguiu 100 mil, mas hoje não passa de 38 mil inseridos nesse processo. Porque **toda aquela política que tinha programado inserir no nordeste caiu por água**, porque a Petrobrás não consegue ter, tanto é que **a Petrobrás fechou as operações e está vendendo todas as ações da Pbio**, a Petrobrás **não vai operar mais em biocombustível**, pois está vendendo todas essas operações, **porque biocombustível dá prejuízo**, porque se dava dinheiro e não se tinha retorno, ela tinha prejuízo em operar biodiesel, porque **o governo federal usou a Petrobrás como uma ponta de uma ação política social, que deveria ser feita pelo governo, e não por uma empresa** (Grifo nosso).

Notícia veiculada em 2015, no Jornal Cana¹⁴, relata que a Petrobrás estudava vender divisão de biocombustíveis, ou seja, a Pbio. A decisão, segundo a reportagem, é “parte da estratégia da estatal para estancar as perdas com a PBio, subsidiária que, desde a sua fundação, em 2008, acumula prejuízos de R\$ 1,5 bilhão”. O mau desempenho seria o resultado da influência política sobre a estratégia da estatal que acabou em má gestão da produção de biodiesel. A reportagem traz o relato de Luiz Augusto Horta, ex-diretor da ANP e especialista do tema, que colocou o problema dos investimentos da PBio por estes estarem sob a lógica do desenvolvimento agrário. “A Petrobras queria fazer biodiesel de mamona, fomentando pequenos produtores, e focou sua atuação inicial no Nordeste”, diz Horta. “Isso não vingou e agora a empresa tem que buscar soja no Centro-Oeste e produzir em suas plantas no Nordeste”, complementa. Em nota a Petrobras disse que isso são medidas para aumentar a eficiência e os investimentos realizados pela PBio que “serão recuperados ao longo do desenvolvimento e maturação dos negócios” (JORNAL CANA, 2015).

Segundo “João” a inserção da Petrobras na área de biodiesel:

É porque a Petrobrás é o seguinte: **a Petrobrás está numa situação complicadíssima**. Ela **projetou três usinas de produção de biodiesel**. **Todas as três num lugar que não tem matéria-prima**. Montes Claros não tem matéria-prima, Quixadá não tem matéria-prima, e tem um outro lá no alto lá que também não tem matéria-prima. Então o que eles estão tendo que fazer? **Estão tendo que importar matéria-prima**. Tem matéria-prima chegando do Rio Grande do Sul para abastecer uma usina aqui em Montes Claros, por exemplo. **Então ele tem uma**

¹⁴ Disponível em < <https://www.jornalcana.com.br/petrobras-estuda-vender-divisao-de-biocombustiveis/>> Acesso em 16/11/2015.

urgência muito grande e ninguém quer comprar essas usinas dela. Comprar num lugar daquele? É um elefante branco. Então ele tem que arrumar uma solução para aquilo. **A única solução seria ter a matéria-prima produzida no entorno dela,** ficaria barato para ela e tornaria sustentável a manutenção dessas usinas, passaria a ter lucro. Então o que ela quer? **Ela quer desenvolver tecnologia para que a macaúba possa se instalar na porta da empresa dela e a partir dali abastecer essas usinas,** porque eles investiram milhões de dólares nesse negócio e ninguém compra porque está fora de mão. **Ela tem que dar um jeito, ela tem que manter aquilo e está no vermelho, funcionando sempre no vermelho.** Então foi assim, uma jogada, como é que eu vou dizer assim, sem pensar, se fosse mesmo empresarial não teria feito. **Foi mais é político.** Foi uma decisão política (Grifo nosso).

Em 20 de setembro de 2016, numa notícia divulgada pela Ubrabio¹⁵, a Petrobras anuncia que deixará os setores de biocombustíveis, de petroquímicos e de fertilizantes. O novo Plano de Negócios e Gestão 2017-2021 da Petrobras prevê a retirada da estatal do setor de produção de biodiesel. Sobre a decisão da empresa de se retirar dos setores de produção de biocombustíveis, o presidente Pedro Parente explica que o objetivo da companhia é se concentrar nas atividades onde ela atua melhor, sem necessariamente ser uma empresa menor. Na reportagem, Pedro Parente justifica que a saída da empresa do setor de biocombustíveis implicará na venda dos ativos de posse da empresa, ou seja, da Pbio. Mas o fechamento das unidades da Pbio tem levantado debates, segundo uma matéria do portal Biodieselbr¹⁶, a notícia do encerramento das atividades da usina de biodiesel da Pbio em Quixadá, localizada no Ceará, vem mobilizando entidades da agricultura familiar e parlamentares estaduais para tentar evitar o fechamento, alegando os impactos econômicos, ambientais e sociais para agricultores rurais, pescadores e catadores de recicláveis.

De acordo com Oliveira e Abreu (2001) a maior parte da agricultura familiar (50%) se concentra na região Nordeste. No entanto, a área ocupada pelos agricultores familiares dessa região não é compatível com a média ocupada em outras regiões, pois: 1) a região Nordeste apresenta o menor coeficiente de área por estabelecimentos (0,706 a/nº. est.); 2) a região Centro-Oeste, mesmo tendo o menor número de estabelecimentos (5%), apresenta o maior coeficiente de área por estabelecimento, comparativamente com as demais regiões (2,40 a/nº. est). Isso representa que as maiores propriedades rurais encontram-se, teoricamente, nesta região (OLIVEIRA e ABREU, 2011, p. 69).

Em seu Caderno Temático a ONG Repórter Brasil (2014) coloca o Brasil como um dos maiores produtores de soja do mundo, pois em 2014 ficou pela primeira vez à frente dos

¹⁵ Disponível em <http://ubrablo.com.br/1891/Noticias/PetrobrasDeixaraSetoresDeBiocombustiveisPetroquimicaE_262376/> Acesso 27/09/2016.

¹⁶ Disponível em <<https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/info/mobilizacao-impedir-fechamento-usina-biodiesel-quixada-271016.htm>> Acesso em 02/11/2016.

Estados Unidos na produção de soja. No âmbito da produção o destaque é o Mato Grosso, que responde por 29% de toda a produção do país. A soja disponível fez com que o estado construísse a segunda maior produção de biodiesel do país, atrás apenas do Rio Grande do Sul. A ONG Repórter Brasil (2014) apresenta algumas questões interessantes sobre a soja no Centro-Oeste, como: 1) ao contrário do território gaúcho, onde a produção de soja da agricultura familiar é bastante expressiva e alimentam as usinas de biodiesel, a cultura do grão na região Centro-Oeste está baseada nos grandes latifúndios monocultores do agronegócio; 2) O Centro-Oeste é o maior fabricante de biodiesel (43%) do Brasil; 3) o Mato Grosso tem 20 usinas de biodiesel, o maior número do país e 13 têm o selo “Combustível Social” porque compram de agricultores familiares; 4) existem 547 assentamentos e 130 mil famílias de agricultores no Mato Grosso e desse total, apenas 15 assentamentos e mil famílias participam do PNPB; 5) a produção familiar do Mato Grosso inserida na cadeia produtiva do biodiesel vem em grande parte de projetos oficiais de reforma agrária, porém a dificuldade de acesso à água e de escoamento da produção, além de problemas fundiários, ambientais e de acesso a crédito representam obstáculos para a expansão do PNPB nas áreas de reforma agrária do estado (ONG REPÓRTER BRASIL, 2014, p. 16-17). Mas o que se apresenta como principal obstáculo para o avanço do PNPB no estado do Mato Grosso é que a viabilidade econômica da soja no Centro-Oeste depende da produção em grandes áreas, o que não se aplica aos beneficiários da reforma agrária.

Segundo a ONG Repórter Brasil (2014, p. 25) a região Sul produz 38% do biodiesel brasileiro. E tem mais: 1) é a segunda maior produtora de biodiesel do Brasil; 2) 75% das 84 mil famílias de agricultores inseridas no PNPB estão nessa região; 3) das 77 cooperativas de todo o Brasil habilitadas pelo selo “Combustível Social”, 55 encontram-se nessa região. Mas a soja tem se configurado como matéria-prima principal de praticamente todas as associações de produtores inseridas no PNPB. De acordo com a ONG Repórter Brasil (2014) outras matérias-primas, como a mamona, o girassol e o pinhão manso, já foram testadas por cooperativas do interior do Rio Grande do Sul, mas por não terem uma cadeia produtiva consolidada, essas oleaginosas não conseguem competir com a soja, que é produzida em grande quantidade e a um preço mais baixo. Outra questão é que, para serem beneficiadas pelas previsões do Selo Combustível Social, “muitas empresas localizadas em estados fora da região Sul adquirem de cooperativas gaúchas o mínimo de soja necessário para ter direito aos seus benefícios fiscais” (ONG REPÓRTER BRASIL, 2014, p. 24).

“João” comenta sobre a preponderância do uso de soja, sebo bovino e algodão, assim como de outras matérias-primas para produzir biodiesel:

Não existe. São esses três. Assim, tem alguns grupos aí que dizem que fazem isso. Mas a gente sabe que **essa é uma conversa fiada muito grande só para conseguir o tal do selo social**, porque eles têm uma vantagem muito grande com esse selo social. **Eles inventam um negócio lá, fazem de conta que estão comprando, às vezes ele compram e vendem outra coisa**, outro fim, **compram caro, porque do jeito que eles estão fazendo a colheita não pode ser barato mesmo, tem que ser caro, vendem barato só para dizer que está processando, que está comprando de agricultura familiar.** Mas óleo de macaúba mesmo lá no conteúdo do óleo do biodiesel é quase zero. Não existe [...] (Grifo nosso).

Ultimamente a principal aposta das regiões Norte e Nordeste para reduzir a dependência da soja e do sebo bovino para produzir biodiesel é o dendê – também chamado de palma. As plantações dessa oleaginosa estão se consolidando basicamente em dois estados: Bahia e Pará. A contribuição do óleo de dendê para a produção do biodiesel nacional por enquanto ainda é irrisória, mas o crescimento dessa cultura é visto com bons olhos por aqueles que desejam encontrar alternativas economicamente viáveis para a produção do combustível no Norte e no Nordeste, beneficiando os agricultores familiares. Mas no Pará são as empresas donas de grandes extensões de terra que são as responsáveis pela maior parte da produção de dendê, e não os pequenos produtores familiares (ONG REPÓRTER BRASIL, 2014, p. 28).

O entrevistado “Joaquim” comenta sobre o desenrolar da palma na região Norte:

A soja é uma oleaginosa produzida mais para o centro-sul do país, para o sul. Por **outras regiões, o nordeste, o norte, você tem outras aptidões. Para o norte foi indicada a palma** - no caso sou contra -, **nordeste tem a questão da mamona até onde vocês entraram nessa agricultura familiar**, mas isso foi indicado. [...] Aqui para o norte, nesse programa estadual **foram criados dois grupos**. Um é **EMBRAPA** e o outro é a gente da **UFAM com INPA**. A EMBRAPA já tem uma tradição popular que já foi com o Edison Bacelos, foi um dos grandes fomentadores do dendê, da palma aqui na região norte. **Existem lá no Pará várias empresas que investem na produção de palma, mas sempre foi com o intuito não é de gerar combustível, é para gerar alimento, óleo de dendê para área alimentícia.** Então **a EMBRAPA tinha, têm muitos anos de pesquisa nessa área de domesticação da palma, do dendê para a região da Amazônia e é o grande projeto dele**, tanto que esses grandes projetos da Amazônia, por exemplo, de fronteiras, eles têm a proposta de plantar o dendê nessas áreas de fronteira, ocupação. [...] **A palma é exótica. Vai depender de onde o pessoal plantar.** Que eu saiba aqui na Amazônia não tenho muito conhecimento. Sei lá, no Pará, tem até aquela empresa Agropalma que produz bastante, Tocantins parece que tem alguma coisa, mas aqui no estado da Amazônia eu não conheço não. Tanto é que **a proposta da EMBRAPA é de fazer um fomento do governo pra implementar o cultivo da palma, só que são um processo complicado. Uma palmeira pra começar a ser produtiva chega quase há 10 anos. Então vai ter que ser um processo empresarial mesmo. Não daria pra ser como eles querem fazer, usando agricultura familiar** (Grifo nosso).

Os desafios da cultura do dendê enfrentam os mesmos obstáculos enfrentados pela cultura da mamona, que é a falta de assistência técnica e a descapitalização dos agricultores

familiares. Segundo a ONG Repórter Brasil (2014) até mesmo os agentes financiadores públicos – como o Banco do Nordeste e o Banco do Brasil – têm receio de financiar o plantio das oleaginosas por questionarem a viabilidade econômica da agricultura familiar. Embora o número de agricultores familiares que se dedicam ao dendê no Pará vem crescendo, na medida em que se incrementam o crédito bancário e a assistência técnica, normalmente eles estabelecem parcerias com indústrias de óleo de dendê. Essas parcerias envolvem todos os tipos de consequências, como: 1) comprar a produção e prestar assistência técnica e vender insumos, como adubos; 2) os contratos firmados entre indústrias e produtores rurais contêm cláusulas consideradas abusivas (eles são proibidos, por exemplo, de consorciar o plantio de dendê com outras culturas); 3) isso inviabiliza a diversificação e o cultivo de gêneros alimentares essenciais na região, como a mandioca; 4) seguir à risca as normas de plantio impostas pelas empresas e ainda eles são obrigados a liberar a qualquer momento a entrada de representantes das indústrias em suas propriedades para verificar o cumprimento do contrato (ONG REPÓRTER BRASIL, 2014, p. 30-31).

Uma ideia inicial do PNPB era que fosse implantada nas pequenas propriedades pequenas extratoras de óleo. Segundo “José”:

[...] algumas vezes nós fomos convidados a participar para apresentar para qual caminho ia ir, por exemplo, **a agricultura familiar gostaria que fosse implantada pequenas extratoras em cada propriedade, pequenas propriedades teriam implantadas pequenas extratoras de óleo. E os empresários, do outro lado, a Petrobrás, a ANP diziam que isso era impossível, não na organização produtiva, mas em função da qualidade que os consumidores finais teriam do produto biodiesel, então como ia garantir isso na estrutura de um produto que em sua base ia apresentar problemas de qualidade?** (Grifo nosso).

Em 2015 um Projeto de Lei do Senado que estimula a construção de microusinas para a produção de biocombustíveis foi à Câmara dos Deputados, segundo uma reportagem do Portal Notícias do Senado¹⁷. O Projeto de Lei do Senado (PLS) 252/11¹⁸, do senador Acir Gurgacz (PDT-RO), que institui política para incentivar a produção de biocombustíveis por microusinas, especialmente as operadas por agricultores familiares, foi aprovado pela Comissão de Agricultura e Reforma Agrária (CRA) e seguiu para a Câmara dos Deputados. O PLS 252/11 estabelece que: 1) microusinas de biocombustíveis são aquelas com capacidade de produção de até cinco mil litros biodiesel, etanol ou outro combustível produzido a partir da transformação de biomassa renovável; 2) poderão ser criadas linhas de crédito com juros e

¹⁷ Disponível em <<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/10/29/projeto-que-estimula-microusinas-de-biocombustiveis-vai-a-camara>> Acesso em 03/11/2015.

¹⁸ Disponível em <<http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/100205>> Acesso em 04/11/2015.

prazos favorecidos para atividades agrícolas, industriais e de distribuição de biocombustíveis produzidos nas microusinas; 3) agricultores familiares terão prioridade no acesso aos benefícios; 4) também serão favorecidas microusinas em localidades de menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e aquelas que utilizam como matéria-prima plantas nativas, cultivadas em associação com outras culturas agrícolas e florestais; 5) poderão ser direcionados recursos para fundos perdidos para pesquisas sobre biocombustíveis e para assistência técnica aos produtores; 6) os biocombustíveis produzidos nessas unidades poderão ser comercializados diretamente com cooperativas rurais e distribuidoras de combustíveis, devendo atender especificações da ANP, sob a égide de possíveis penalidades de responsabilização administrativa, civil e penal estabelecidas pela agência.

O futuro desse projeto é um tanto quanto incerto, caso ele seja aprovado e implementado. De acordo com “José”:

[...] nos dois, três primeiros anos, foi intenso entre todos os agentes, e num determinado momento, mesmo a gente falando ‘olha, isso não vai dar certo’, **o Governo Federal distribuiu pequenas prensas para vários Estados que tem produtores e assentados no Brasil inteiro, que estão hoje todas paradas.** “Ah, mas estão paradas por quê?”, por causa de uma coisa muito simples, **eles pegam lá a matéria-prima deles e esmagam e fazem o óleo, o óleo então acidifica, ou seja, perde qualidade.** Depois eles não têm para quem vender, por que um **produto de baixa qualidade ninguém vai comprar**, eu não compraria de uma empresa um óleo de baixa qualidade. Então a única forma de fazer isso significa a **perda efetiva de produto e aumento de custo nesse processo, pois quando pegamos esse óleo de baixa qualidade temos de fazer todo um processo de melhoria de qualidade que significaria uma perda de 20 a 25% do óleo produzido, e o preço não é competitivo entre outras empresas que fornecem um óleo dentro de um padrão de qualidade** (Grifo nosso).

O SCS se configura na rede sociotécnica como um importante componente social, e seu desenho foi para estimular a compra de matérias-primas da agricultura familiar, porém aparecem as controvérsias sobre o Nordeste ser a região brasileira em que mais se concentram grupos da agricultura familiar, e as regiões Sul e Centro-Oeste são as principais regiões que mais produzem biodiesel. Aparece também a questão de produtoras de outras regiões, como Centro-Oeste e Sudeste, “importarem” soja das cooperativas de agricultores familiares da região Sul para usufruírem dos benefícios fiscais oriundos do SCS. A venda da Pbio também aflora querelas, pois ao mesmo tempo em que aponta ser relevante para a manutenção da agricultura familiar no semiárido, também sinaliza os dispêndios da estatal para tal manutenção. Sobre a implantação de microusinas produtoras de biodiesel em pequenas propriedades da agricultura familiar, este aspecto também levanta controvérsias sobre os óleos produzidos nesses lugares entrarem na especificação da ANP, destacando mais uma vez as

controvérsias inerentes às interações entre humanos e inumanos da rede sociotécnica do biodiesel no Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao partir da Teoria Ator-Rede (ANT) articulada com a metodologia cartografia de controvérsias, compreende-se a concepção e a adoção tecnológica como uma rede composta de atores, interesses e conhecimentos que circulam nas malhas dessa rede e interagem entre si. Da interação desses atores, sejam eles humanos ou inumanos, acordos, complementariedades, disputas e conflitos são firmados, e estes fazem parte da associação entre as atividades científica, tecnológica, política, econômica e ambiental, sem delimitar fronteiras rígidas entre essas atividades.

O início da concepção do artefato biodiesel remonta ao final do século XIX. O primeiro motor desenvolvido por Rudolf Diesel utilizava óleo vegetal, ou seja, biodiesel sem passar pelo processo de transesterificação, mas as indústrias de motores, na década de 1910, voltaram os seus trabalhos para o desenvolvimento de motores a diesel fóssil, pois consideravam esse mais eficiente, econômico e potente. O biodiesel, no decorrer desse processo de concepção e adoção, mobilizou e ainda mobiliza uma rede de negociações entre atores heterogêneos que tem por objetivo definir não só seu padrão de qualidade, mas também o seu padrão de identidade, purificando o produto para que não haja problemas no funcionamento de motores diesel, na sua comercialização mundial e nas emissões de gases do efeito estufa.

As discussões que culminaram no documento *White Paper* (2007) foram cruciais no sentido de racionalizar, nivelar e internacionalizar as especificações inerentes aos processos de produção e consumo do biodiesel, atores não humanos relevantes na rede sociotécnica. Isso decorreu das negociações referentes às controvérsias que envolveram e ainda envolvem os padrões estabelecidos para governar a qualidade do biodiesel no mercado mundial, e que foram baseadas na variedade de fatores também inumanos, como as matérias-primas, clima e motores, que variam de região para região do mundo. Alguns padrões do biodiesel foram decididos essencialmente na base da matéria-prima disponível para a obtenção do óleo para fabricar o biodiesel. Os padrões físico-químicos do biodiesel também foram desenvolvidos a partir das características dos padrões do diesel fóssil utilizado em cada região, que são diferentes, entrelaçando o próprio diesel fóssil como mais um ator não humano nessa teia.

O que foi discutido no *White Paper* (2007) veio a fazer parte da atual especificação do biodiesel brasileiro. A ANP, como agente regulador do biodiesel, incorpora em sua especificação elementos das discussões internacionais em sua Política Pública Regulatória, mas também não deixa de seguir um caminho próprio no índice de iodo, um parâmetro inexistente na especificação do EUA e com teor abaixo do padrão da UE. Esse caminho próprio da especificação brasileira, referente ao número de iodo, decorre de uma necessidade da soja.

As comparações entre Brasil, UE e EUA foram feitas a partir das normas que estavam em vigor no final do ano de 2007 e terminou em um processo que a colocou as normas brasileiras em frequente revisão e atualização, isto é, num constante processo de purificação e tradução, tanto política quanto tecnocientífica, no entanto, uma completa harmonização dos padrões que se configuram como uma única especificação do biodiesel ainda não foi possível. Apesar dos esforços para que atingisse uma única especificação, os interesses que envolvem esta harmonização estabelecem controvérsias que vão desde a predominância de determinadas matérias-primas em regiões específicas e ausência em outras, até a pressão das indústrias de motores para a produção de um combustível de alto desempenho localizado.

Dentre as controvérsias que permeiam as práticas de purificação das matérias-primas iminentes à concepção e à adoção desta tecnologia, os biocombustíveis de primeira e segunda geração têm sofrido ceticismo por parte da comunidade científica, o que tem tornado complexo as traduções científicas. Parte deste ceticismo é oriundo tanto de alguns problemas para a obtenção das matérias-primas quanto dos impactos diretos e indiretos que provocam no meio ambiente. A produção dos biocombustíveis de primeira e segunda geração baseia-se, principalmente, em produtos e subprodutos agrícolas, onde a terra se apresenta como um fator fundamental. Para alguns cientistas a utilização do solo e a degradação dos recursos hídricos colocam dúvidas sobre a viabilidade desses biocombustíveis. Devido a essas limitações, a procura de uma matéria-prima que poderia ser mais sustentável para a produção de biodiesel continuou e, nos últimos anos, tem-se investido nas microalgas como potencial matéria-prima, ou melhor, nos biocombustíveis de terceira geração.

Entretanto, outras pesquisas argumentam que apesar das microalgas emergirem como matéria-prima de grande potencial para produzir biocombustíveis e conseqüentemente substituir os combustíveis fósseis, o biodiesel de terceira geração ainda sofre alguns constrangimentos que suscitam diversas controvérsias, tais como: a necessidade de aperfeiçoar os processos de cultivo e de colheita da biomassa microalgal; a seleção das

espécies que conseguem manter uma elevada produtividade de biomassa e óleo em condições limitadas de azoto; e o desenvolvimento de novos métodos para extração de óleo com menores consumos energéticos e menores impactos ambientais.

Do ponto de vista do aquecimento global, que também diz respeito sobre relação não separada entre natureza e cultura nas práticas de purificação e tradução, há majoritariamente uma preocupação com o futuro da produção mundial de fontes alternativas de energia. Um dos maiores impactantes da ação antrópica para o potencial de aquecimento global, segundo o relatório PBMC (2014), é a mudança da cobertura e uso do solo associado à agricultura e pecuária. Pesquisadores argumentam que o aumento da demanda por biocombustíveis, no Brasil, pode aumentar a mudança da cobertura vegetal em regiões desmatadas, além reduzir a área de plantio destinada à alimentação, e gerar efeitos diretos e indiretos a partir do uso do solo, sobretudo na Amazônia, devido à intensificação do desmatamento. O relatório do PBMC (2014) também insere a problemática dos efeitos decorrentes das ações humanas serem difusos e misturados aos decorrentes de fatores naturais, como os intensificados pelo aumento da temperatura média da atmosfera global.

A respeito das traduções laboratoriais, produzidas nas centrais de cálculos, a maior parte das pesquisas apontam que as emissões regulamentadas, como MP, NO_x, CO, HC e CO₂, assim como as emissões não regulamentadas como compostos aromáticos e poliaromáticos e os compostos de carbonilo, dependem de uma série de fatores que vão desde a matéria-prima até os componentes dos motores e aditivos. Porém não há um consenso generalizado, por parte da comunidade científica analisada, sobre as questões das emissões e seus possíveis benefícios, sobretudo quando o assunto trata do CO₂. Salvo as emissões de NO_x e compostos carbonilo, o biodiesel traz vantagens em termos de emissões, uma vez que emite uma quantidade menor dos demais compostos, como MP, CO, HC e compostos aromáticos e poliaromáticos, mas as emissões também não são zero. Também têm os debates sobre as emissões de NO_x, que parte da comunidade científica entende como um gás com maior potencial de aquecimento global e o próprio CO₂. Os motores também aparecem como atores inumanos resistentes nesse processo, uma vez que eles aparecem no meio das interconexões da rede entre os impactos econômicos, ambientais e sociais. A frequente diminuição dos gases do efeito estufa demanda frequência nas práticas de purificação intrínsecas ao processo de concepção, que é concomitante ao de adoção, tanto no âmbito do biodiesel como no de motores.

Para alguns críticos dos rumos atuais do PNPB, um dos principais obstáculos ao cumprimento das metas iniciais é que a soja se consolidou como matéria-prima principal. Esse ator inumano acaba por constranger outros, como o amendoim, a mamona, o girassol, o pinhão manso, dentre outras variedades, pois são vistas como incapazes de competir com os baixos custos, a viabilidade técnica e a alta produtividade das lavouras de soja, levantando uma série de controvérsias sobre a diversificação dos insumos para articular o social, o ambiental e o econômico nesse âmbito da rede sociotécnica do biodiesel.

De acordo com alguns analistas, o “Selo Combustível Social” ainda está distante de abranger o número de agricultores familiares que o governo tinha previsto no início do programa até este momento, isto é, alcançar a inclusão social especulada pelo governo com a criação do PNPB permanece aquém de suas metas e das reais necessidades. Há unidades produtoras de biodiesel distribuídas nas cinco regiões brasileiras, mas a região Centro-Oeste possui o maior número de unidades do total, ao mesmo tempo em que possui a maior produção de soja do país, enquanto a região Nordeste é a que conta com um maior número de agricultores familiares que as demais regiões, o que aparece como disparidade entre a oferta de agricultores familiares por região e a localização das usinas de biodiesel. Aparecem também os debates sobre a decisão da Petrobrás vender a PBio, pois, para alguns, isso pode solucionar o problema econômico que a mesma enfrenta, mas ao mesmo tempo insere desafios que podem colocar em xeque uma gama de agricultores familiares que dependem da mesma, segundo outros críticos. A ideia do PLS 252/11 de construir uma microusina em cada pequena propriedade rural pode ser apontada como uma solução social, mas a ideia desperta mais controvérsias para pesquisadores e produtores, pois introduz a necessidade de encontrarem soluções para que o óleo produzido atenda a especificação estabelecida pela ANP, o que sugere a demanda para que mais práticas de purificação sejam despendidas com o intuito de solucionar esse debate.

O PNPB está em pleno desenvolvimento, sendo disputado por atores heterogêneos que atuam em esferas diferentes e mobilizam interesses divergentes. Os argumentos econômicos, ambientais e sociais mobilizados para influenciar no direcionamento futuro do programa e de sua operacionalização, recrutam e enredam informações e dados técnicos e científicos de áreas do conhecimento como economia, engenharia ambiental, engenharia de motores, agronomia, dentre outros. Cientistas de laboratórios credenciados na ANP e de laboratórios universitários independentes, técnicos da Embrapa, técnicos da área ambiental e atores da agroindústria e da indústria de motores buscam aliados para fechar uma definição em torno do

que é o biodiesel, qual o limite de sua adoção no Brasil, e qual a matéria-prima mais adequada, de modo que este artefato seja enclausurado como uma caixa-preta. Nesse sentido, o fechamento da caixa-preta não é estritamente científico.

O fluxo magmático da vida coletiva demanda a renegociação de laços de redes antigas e surgimento de novas redes que redefinem a identidade dos atores humanos e inumanos dessa rede sociotécnica, de modo que o sólido e o líquido coexistem em mútua e incessante transformação. Assim se configura a rede da dinâmica do biodiesel, que ao se configurar como uma rede simultaneamente de concepção e adoção, ela constrói, desconstrói e reconstrói o social que a envolve a partir da hibridização de agentes humanos e não humanos. Logo, com o objetivo de se consolidar como uma caixa-preta, essa rede mobilizou e ainda mobiliza redes de negociações entre diversos atores heterogêneos, demandando continuamente a renegociação de laços de redes antigas e o surgimento de novas redes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, Helena M.; MACEDO, Ângela C.; MALCATA, F. Xavier. Microalgae: an alternative as sustainable source of biofuels?. **Energy**, v. 44, n. 1, p. 158-166, 2012.

BAUER, Martin W.; GASKELL, George. Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. In: **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Vozes, 2010.

BLOOR, David. **Conocimiento e imaginário social**. Barcelona: Gedisa Editorial, 2003.

BRASIL. **Decreto N° 5.448, de 20/05/2005**. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/decretos/2005/dec%205.448%20-%202005.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/decretos/2005/dec%205.448%20-%202005.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)>. Acesso em 21/07/2015.

_____. **Lei n° 11.097, de 13/01/2005 - Lei do Biodiesel**. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/leis/2005/lei%2011.097%20-%202005.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/leis/2005/lei%2011.097%20-%202005.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)>. Acesso em 21/07/2015.

_____. **Lei N° 13.033, de 24/09/2014**. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/leis/2014/lei%2013.033%20-%202014.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/leis/2014/lei%2013.033%20-%202014.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)> Acesso em 23/07/2015.

_____. **Resolução ANP N° 45 de 25/08/2014 - Especificação do Biodiesel**. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2014/agosto/ranp%2045%20-%202014.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2014/agosto/ranp%2045%20-%202014.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)>. Acesso em 22/07/2015.

BRASIL, B.; BRUNALE, P. Potencial e perspectivas da utilização de microalgas para produção de biocombustíveis. **Comunicado Técnico EMBRAPA Agroenergia**, n°. 09, ISSN

2177-4447, Brasília, DF, 2014. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/115787/1/cot09-01.pdf>> Acesso em 04/08/2016.

BRENNAN, L.; OWENDE, P. Biofuels from microalgae—a review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 14, n. 2, p. 557-577, 2010.

CALLON, Michel. **Technological Conception and Adoption Networks**: Lessons for the CTA Practitioner in “Managing Techology in Society”: Arie Rip, Thomas J. Misa and Johan Schot, editors, 1995, Pinter Publishers, London & New York.

COSTA, R. A. B., **Estudo das eficiências de operação e consumo de energia em plantas de produção de biodiesel**. 2009. 102f. Dissertação (Mestre em Engenharia Química), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2009.

DABDOUB, M.J.; BRONZEL, J.L.; RAMPIN, M.A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**. v. 32, n.3, p. 776-792, 2009.

DOMINGUES, Mariana Soares; BERMANN, Célio. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2012.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa: Coleção Pesquisa qualitativa**. Bookman Editora, 2009.

GIDDENS, Antony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Unesp, 1991.

_____. **A política da mudança climática**. Zahar: Rio de Janeiro, 2010.

GUERRERO, Rosalba Casas & LEDESMA, Matilde Luna. De redes y espacios de conocimiento, significados conceptuales y de política. In: HERNÁNDEZ, Antonio Arellano e KREIMER, Pablo. (dir.) **Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología desde América Latina**. Siglo del Hombre Editores, 2011.

JORQUERA, Orlando *et al.* Comparative energy life-cycle analyses of microalgal biomass production in open ponds and photobioreactors. **Bioresource technology**, v. 101, n. 4, p. 1406-1413, 2010.

KHOO, H. H. *et al.* Life cycle energy and CO₂ analysis of microalgae-to-biodiesel: preliminary results and comparisons. **Bioresource technology**, v. 102, n. 10, p. 5800-5807, 2011.

KOSMEHL, S. O. & HEINRICH, H. (1997). The Automotive Industry's View on the Standards for Plant Oil-Based Fuels, In: **Plant Oils as Fuels. Present State of Science and Future Developments**, N. Martini & J. Schell (Eds.), 18-28, ISBN 3540647546 9783540647546, Berlin, Germany.

LARDON, Laurent *et al.* Life-cycle assessment of biodiesel production from microalgae. **Environmental science & technology**, v. 43, n. 17, p. 6475-6481, 2009.

LATOURE, Bruno. **Ciência em Ação**. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Unesp, 2000.

_____. **Jamais Fomos Modernos**: ensaio de antropologia simétrica / Bruno Latour: tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994, 152 p.

_____. **Políticas da natureza**. Como fazer ciência na democracia. Bauru, SP : Edusc, 2004.

_____. **Reassembling the Social**: An Introduction to Actor-Network- Theory. Oxford/New York: Oxford University Press, 2005.

LAW, John. **Notes on the Theory of the Actor Network**: Ordering, Strategy and Heterogeneity. Lancaster: 1992.

MARRES, Noortje. Why map issues? On controversy analysis as a digital method. **Science, technology & human values**, v. 40, n. 5, p. 655-686, 2015.

MIRANDA, João Ricardo Pereira de Cabral. **Produção de bioetanol a partir da microalga Scenedesmus obliquus**. 2011. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

MITTELBAACH, Martin. Diesel fuel derived from vegetable oils, VI: specifications and quality control of biodiesel. **Bioresour. Technol.**, New York, v. 56, n. 1, p. 7-11, Apr. 1996.

MITTELBAACH, M. & GANGL, S. Long storage stability of biodiesel made from rapeseed and used frying oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Vol. 78, No 6 (2001), pp. 573-577, ISSN 1558-9331.

MUNK, Anders Kristian. Mapping Wind Energy Controversies Online: Introduction to Methods and Datasets. **Available at SSRN 2595287**, 2014.

OLIVEIRA, Hugo Rivas de; ABREU, Yolanda Vieira de. Biodiesel, Selo Combustível Social E Agricultura Familiar No Brasil. **Revista Brasileira de Energia**, Vol. 17, No. 2, 2o Sem. 2011, pp. 59-80.

ONG Repórter Brasil. **Biodiesel, 10 anos**: os desafios da inclusão social e produtiva. Caderno Temático do Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis, 2014.

PARENTE, EJ de S. *et al.* Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. **Fortaleza: tecbio**, 2003.

PBMC, 2014: **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro De Mudanças Climáticas (PBMC) ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp, 2014. ISBN: 978-85-285-0207-7.

PACHAURI, Rajendra K. *et al.* **Climate Change 2014: Synthesis Report**. "Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". 2014.

REBELO, Ricardo Palácios Tomás Moniz. **Produção de biodiesel a partir de microalgas**. Revisão bibliográfica e contribuição para a sua produção em Portugal. 2014. Dissertação (Mestre em Engenharia do Ambiente). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciência e Tecnologia.

RAMALHO, Fábio Manuel Pereira. 2013. **Avaliação Ambiental Do Uso de Microalgas Na Produção de Biodiesel: Revisão Bibliográfica Sistemática**. Dissertação (Mestre em Engenharia do Ambiente). Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciência e Tecnologia.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Para um novo senso comum: a ciência, o direito e a política de transição paradigmática**. São Paulo: Cortez, 2011. Volume 1. A crítica da razão indolente. Contra o desperdício da experiência. p.47- 117.

SCHAFER, A.; NABER D. & GAIRING M. Biodiesel als alternativer Kraftstoff für Mercedes-Benz-Dieselmotoren. **Mineralöltechnik**, Vol. 43 (1997), pp. 1-32, ISSN: 0307-6490.

SHINN, Terry; RAGOUEZ, Pascal. **Controvérsias sobre a ciência**. Por uma sociologia transversalista da atividade científica. São Paulo: Editora 34, 2008.

STEPHENSON, A.L., KAZAMIA, E., DENNIS, J.S., HOWE, C.J., SCOTT, S.A. (2010) Life-cycle assessment of potential algal biodiesel production in the United Kingdom: a comparison of raceways and air-lift tubular bioreactors. **Energ Fuel**, 24, 4062–4077.

STRATHERN, Marilyn. “Cutting the Network”. In: **Journal of the Royal Anthropological Institute** vol.2, n.3, p. 517-535, 1996.

THOMAS, Hernán; BUCH, Alfonso (coord.). Introdução. In: **Actos, actores y artefactos: sociología de La tecnología**. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2008. p.9-18.

VENTURINI, Tommaso. **Diving in magma**: how to explore controversies with actor-network theory. *Public Understanding of Science*, v. 19, n. 3, 2010.

_____. **Building on faults**: How to represent controversies with digital methods. *Public Understanding of Science*, v. 21, 2012.

VENTURINI, Tommaso *et al.* Designing Controversies and their Publics. **Design Issues**, v. 31, n. 3, p. 74-87, 2015.

XUE, Jinlin; GRIFT, Tony E.; HANSEN, Alan C. Effect of biodiesel on engine performances and emissions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 2, p. 1098-1116, 2011.

WHITE PAPER ON INTERNATIONALLY COMPATIBLE BIOFUEL STANDARDS. **Tripartite Task Force: Brazil, European Union & United States of America**. 2007. Disponível em: <www.inmetro.gov.br/painelsetorial/biocombustiveis/whitepaper.pdf>. Acesso em: 21/07/2015.

ANEXOS

Tabela 1: Comparação entre as especificações em 2007, na época das discussões do *White Paper*.

Parâmetro	Unidade Medida	Brasil	UE	EUA
Massa esp. 20°C	Kg/m ³	Reportar	860 a 900	Reportar
Viscosidade	mm ² /s	Reportar	3,5 a 5,0	1,9 a 6,0
Teor de água	mg/kg máx	Conjunto com contaminação total	500	Conjunto com contaminação total
Contaminação total	mg/kg	0,050%	24	0,050%
Ponto de fulgor	°C	100	120	93
Teor de éster	% massa	Reportar	96,5	Não tem
Cinzas sulfatadas	% massa	0,02	0,02	0,020
Enxofre	mg/kg	Reportar	10	15/500
Sódio e Potássio	mg/kg	10	5	5
Cálcio e Magnésio	mg/kg	Reportar	5	5
Fósforo	mg/kg	10	10	10
Corrosividade ao cobre	-	3	1	1
Nº cetano	-	≥47	≥51	≥42
Ponto entupimento frio	°C	≥ 12	nacional	estadual
Índice de acidez	mg KOH/g	0,80	0,50	0,50
Glicerol livre	% massa	0,02	0,02	0,020
Glicerol total	% massa	0,38	0,25	0,24
Monoalcilglicerol	% massa	Reportar	0,80	Não tem
Dialcilglicerol	% massa	Reportar	0,20	Não tem
Trialcilglicerol	% massa	Reportar	0,20	Não tem
Teor de metanol/etanol	% massa	0,50	0,20	0,2
Índice de iodo	g de I ₂ / 100g	Reportar	120	Não tem
Resíduo de carbono	0,10% m/m	0,10 (100% amostra)	0,30 (10% amostra)	0,05 (100% amostra)
Estabilidade à oxidação a 110°	Horas/mínimo	6	6	3

(Tabela 1: elaborada pelos autores a partir do documento White Paper).

Tabela 2: Comparação entre as especificações vigentes nos EUA, União Europeia e Brasil.

Parâmetro	Unidade Medida	ASTMD6751/2012 ¹⁹	EN14214/2008 ²⁰	ANP 2014
Massa esp. 20°C	Kg/m ³	Reportar	860 a 900	850 a 900
Viscosidade	mm ² /s	1,9 a 6,0	3,5 a 5,0	3 a 6,0
Teor de água	mg/kg máx	Conjunto com contaminação total	500	200,0
Contaminação total	mg/kg	0,050%	24	24
Ponto de fulgor	°C	130	101	100
Teor de éster	% massa	Não tem	96,5	96,5
Cinzas sulfatadas	% massa	0,020	0,02	0,020
Enxofre	mg/kg	15/500	10	10
Sódio e Potássio	mg/kg	5	5	5
Cálcio e Magnésio	mg/kg	5	5	5
Fósforo	mg/kg	Não tem	4	10
Corrosividade ao cobre	-	3	1	1
Nº cetano	-	≥47	≥51	Reportar
Ponto entupimento frio	°C	≥ 12	nacional	Estadual
Índice de acidez	mg KOH/g	0,50	0,50	0,50
Glicerol livre	% massa	0,020	0,02	0,02
Glicerol total	% massa	0,24	0,25	0,25
Monoalçilglicerol	% massa	Não tem	0,70	0,7
Dialçilglicerol	% massa	Não tem	0,20	0,20
Triaçilglicerol	% massa	Não tem	0,20	0,20
Teor de metanol/etanol	% massa	0,2	0,20	0,20
Índice de iodo	g de I ₂ / 100g	Não tem	120	Reportar
Estabilidade à oxidação a 110°	Horas/mínimo	3	6	6
Polyunsaturated methyl esters	% (m/m)	Não tem	1	Não tem
Linolenic acid methyl ester	% (m/m) máx	Não tem	12	Não tem
Cold Soak Filtration	Máx/segundo	200	Não tem	Não tem

(Tabela 2: elaborada pelos autores a partir das especificações vigentes)

¹⁹ Disponível em <[www.biodiesel.org/docs/default-source/ffs-specs/astm-d6751-\(b100\)specification.pdf?sfvrsn=14](http://www.biodiesel.org/docs/default-source/ffs-specs/astm-d6751-(b100)specification.pdf?sfvrsn=14)> Acesso em 08/10/2015.

²⁰ Disponível em <www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/ust/alt_comp_opt/soc/brugg_biodiesel.pdf> Acesso em 15/10/2015.

Tabela 3: Mudança da especificação brasileira ao longo do tempo.

Parâmetro	Unidade Medida	ANP 2004	ANP 2008	ANP 2014
Massa esp. 20°C	Kg/m ³	Reportar	850 a 900	850 a 900
Viscosidade	mm ² /s	Reportar	3 a 6,0	3 a 6,0
Teor de água	mg/kg máx	Conjunto com contaminação total	500	200
Contaminação total	mg/kg	0,050%	24	24
Ponto de fulgor	°C	100	100	100
Teor de éster	% massa	Reportar	96,5	96,5
Cinzas sulfatadas	% massa	0,02	0,020	0,020
Enxofre	mg/kg	Reportar	50	10
Sódio e Potássio	mg/kg	10	5	5
Cálcio e Magnésio	mg/kg	Reportar	5	5
Fósforo	mg/kg	Reportar	10	10
Corrosividade ao cobre	-	1	1	1
Nº cetano	-	Reportar	Reportar	Reportar
Ponto entupimento frio	°C	Igual do diesel	estadual	estadual
Índice de acidez	mg KOH/g	0,80	0,50	0,50
Glicerol livre	% massa	0,02	0,02	0,02
Glicerol total	% massa	0,38	0,25	0,25
Monoalcilglicerol	% massa	Reportar	Reportar	0,7
Dialcilglicerol	% massa	Reportar	Reportar	0,20
Trialcilglicerol	% massa	Reportar	Reportar	0,20
Teor de metanol/etanol	% massa	0,50	0,20	0,20
Índice de iodo	g de I ₂ / 100g	Reportar	Reportar	Reportar
Resíduo de Carbono	0,10% m/m	0,10	0,05	Não tem
Estabilidade à oxidação a 110°	Horas/mínimo	6	6	6

(Tabela elaborada pelos autores)