

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WELLINGTON DA SILVA PEREIRA

A PARTICIPAÇÃO DO ESTADO NO FOMENTO AO ETANOL COMO UMA  
OPORTUNIDADE ESTRATÉGICA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO:  
AS POLÍTICAS FEDERAIS DE ESTÍMULO AO ETANOL NO BRASIL E NOS EUA

CURITIBA  
2015

WELLINGTON DA SILVA PEREIRA

A PARTICIPAÇÃO DO ESTADO NO FOMENTO AO ETANOL COMO UMA  
OPORTUNIDADE ESTRATÉGICA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO:  
AS POLÍTICAS FEDERAIS DE ESTÍMULO AO ETANOL NO BRASIL E NOS EUA

Tese apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Doutor pelo Programa  
de Pós-Graduação em Políticas Públicas,  
Setor de Ciências Sociais Aplicadas,  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Maciel de  
Paula

CURITIBA  
2015

P436p

Pereira, Wellington da Silva

A participação do Estado no fomento ao etanol como uma oportunidade estratégica de desenvolvimento econômico: as políticas federais de estímulo ao etanol no Brasil e nos EUA / Wellington Pereira; orientador: Nilson Maciel de Paula. – Curitiba, 2015.

270 f.: il.

Bibliografia: f. 270-280.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências de Ciências Sociais Aplicadas, Curso de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Curitiba, 2015.

1. Etanol. 2. Políticas Públicas. 3. Inovação. 4. Desenvolvimento econômico. I. de Paula, Nilson Maciel. II. Título.

CDD 320.6

**Catálogo na Fonte UFPR – Sistema de Bibliotecas - SIBI**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

WELLINGTON DA SILVA PEREIRA

A PARTICIPAÇÃO DO ESTADO NO FOMENTO AO ETANOL COMO UMA OPORTUNIDADE ESTRATÉGICA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO: AS POLÍTICAS FEDERAIS DE ESTÍMULO AO ETANOL NO BRASIL E NOS EUA

Tese aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná pela seguinte Banca Examinadora.

---

Orientador: Prof. Dr. Nilson Maciel de Paula, UFPR  
Doutor pela University College London – Londres, Inglaterra

---

Prof. Dr. José Vitor Bomtempo Martins, UFRJ  
Doutor pela Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris – Paris, França

---

Prof. Dra. Silvia Angélica Domingues de Carvalho, UNICAMP  
Doutora pela Universidade Estadual de Campinas – Campinas, Brasil

---

Prof. Dr. Ricardo Augusto de Oliveira, UFPR  
Doutor pela Universidade Federal do Paraná – Curitiba, Brasil

---

Prof. Dr. Walter Tadahiro Shima, UFPR  
Doutor pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil

Curitiba, abril de 2015.

*A todos os professores que tive ao longo da escola da (minha) vida.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à minha família, a todos os familiares que sempre me apoiaram por toda minha trajetória. Mas, um agradecimento especial quero fazer à minha mãe, Meire, que sempre esteve ao meu lado, sempre foi o ouvido especial na hora de me ouvir, a companhia para a conversa gostosa e para o compartilhamento das alegrias, a voz que sempre procurava me animar e me levantar nos momentos das dificuldades ou de tristeza. E também ao meu pai que, mesmo com seu jeito mais retraído, sempre me ajudou e, do seu jeito, sempre esteve presente, muito mais do que eu consegui estar. Dizer muito obrigado a vocês é pouco, porque minha gratidão é eterna.

Agradeço imensamente ao melhor orientador do mundo, o prof. Nilson Maciel de Paula. Um profissional exemplar e um amigo sensacional que sempre foi o principal suporte para que esse trabalho virasse realidade. Muito obrigado por sua confiança, parceria e amizade!

Um agradecimento especial faço aos amigos do doutorado, mas que se tornaram amigos do peito e da vida. Vocês são muito especiais: Adriana, Carol, Lenina, Lígia, Lívia e Willson.

Meu muito obrigado aos amigos Felipe e Adriana por todo o suporte e amizade de sempre, e especialmente por sempre me ajudarem e sobretudo enquanto eu morava nos EUA.

Meu amigo querido Marcelo Del’Anhol, sempre parte importante da minha vida nos últimos anos. Obrigado por tudo!

Duas pessoas especiais fizeram com que minha experiência durante o doutorado sanduíche nos EUA ao longo de 2014 fosse ainda melhor: Mary Jo Kuzmick e a Ana Maria Bonomi Barufi. A Mary Jo foi a *roommate* mais querida e a Ana a parceira essencial para que meu primeiro semestre na Arizona State University (ASU) fosse mais agradável e feliz. Obrigado por vocês terem surgido na minha vida!

Agradeço à profa. Noela Invernizzi por ter me ajudado com o doutorado sanduíche e por ter aberto, para mim, as portas da ASU, nos EUA.

Meu muito obrigado ao meu supervisor nos EUA, Prof. Clark Miller, pela oportunidade.

Também faço questão de agradecer à profa. Mary Jane Parmentier por ter sido a pessoa tão maravilhosa que me integrou na ASU e se tornou uma amiga tão querida!

Agradeço ao Departamento de Economia da UFPR pela oportunidade de me licenciar para realizar meu estágio de doutorado sanduíche nos EUA. E agradeço à CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas pela bolsa que me foi concedida.

Agradeço aos professores Silvia Angélica Domingues, Huáscar Pessali e Fábio Scatolin por ter contribuído com o trabalho ao participarem da banca de qualificação. E ao professor Edelclaiton Daros pela conversa muito produtiva que tivemos sobre a RIDESA e o fomento ao etanol no Brasil.

O início do doutorado em agosto de 2011 marcou uma transição importante na minha vida. A partir de então, muitas pessoas participaram desse longo processo, cujo ciclo se completa agora. Algumas delas mais presentes no meu cotidiano, outras nem tanto, mas sempre me apoiando, estando longe ou perto. É sempre gratificante agradecer, mas também é uma ação perigosa pelo risco de se incorrer em lapsos de memória. De todo modo, todos que participaram pouco ou muito na minha vida nos últimos quatro anos, receba meu muito obrigado!

*It is good to have an end to journey toward, but it is the journey that matters in the end.*

Ursula Kroeber Le Guin

## RESUMO

Desde os anos 1970 o etanol de cana-de-açúcar passou a responder por parcela importante do mercado de combustíveis no Brasil. Seu potencial energético e suas características favoráveis no que se refere a custos e rendimentos o tornaram uma opção para complementar a demanda por combustíveis no Brasil. Apesar de sua importância econômica e seu potencial energético e ambiental, o setor sucroalcooleiro não tem sido estratégico no âmbito das prioridades do governo federal no período recente. Considera-se que o etanol pode ser um produto capaz de catalisar oportunidades estratégicas para o desenvolvimento econômico. Assim, o principal objetivo desta tese é verificar a postura e o interesse do governo federal no que se refere à interação, desenho e implementação de políticas públicas preocupadas em fomentar o etanol como um setor estratégico para o país, sobretudo no período que se inicia a partir de 2003 com a produção, em larga escala, de veículos *flex-fuel*. A discussão é estabelecida a partir do uso dos recursos naturais como uma forma de estimular o desenvolvimento tecnológico e econômico. No que se refere ao etanol, esta tese contém uma análise das novas oportunidades e desafios tecnológicos associados ao futuro desse mercado, e como o governo federal tem conduzido esse processo por meio de suas ações e instrumentos, definidos em suas políticas públicas. Assim, o etanol de segunda geração ou celulósico ganha destaque na análise apresentada na tese devido seu potencial transformador e aos desafios a ele associado. O Brasil foi o país pioneiro e o maior produtor de etanol, mas perdeu sua posição de liderança para os EUA. Para alcançar o objetivo proposto foram analisados informações e documentos públicos de modo a compreender a postura do Estado com políticas públicas de fomento e dimensionar o sistema setorial de produção e inovação do etanol com foco nos agentes e instituições do governo federal dos dois países. A análise das políticas públicas permite, assim, avaliar em que medida os governos federais têm demonstrado preocupação com o segmento de etanol para promover o desenvolvimento econômico. Verificou-se que há visíveis deficiências no cenário brasileiro no que se refere à postura institucional do Estado quando comparado com o caso americano.

**Palavras-chaves:** etanol, biocombustíveis, políticas públicas, Estado.



## ABSTRACT

Since the 1970s the sugarcane ethanol became responsible for a substantial share of the fuel market in Brazil. Its potential energy and its favourable characteristics regarding costs and yields have been important for the growing demand for fuels in Brazil. Despite its economic returns and its energy and environmental potential, the ethanol sector has not been strategic within the priorities of federal government in recent years. It is considered that ethanol can be a product capable to create strategic opportunities for economic development. Thus, the main objective of this thesis is to discuss the commitment and interests of the federal government concerning the design and implementation of public policies towards ethanol as a strategic sector for the country's economy, especially in after 2003, when large scale production of flex-fuel vehicles occurred. The discussion was thus focused on the use of natural resources as a way to stimulate technological and economic development, based on which attention was then given to the new technological opportunities and challenges associated with the future of the ethanol market. Furthermore, the role of federal government in this process through actions and instruments embodied in its public policies is analysed. Thus, second-generation or cellulosic ethanol is highlighted along the analysis given its potential for transformation and related challenges. Brazil was at first the pioneer and the largest producer of ethanol, but lost this position as to the US. In order to understand the strategies adopted by the State to implement public policies to encourage ethanol, this thesis reveals the agents of the sectorial system of production and innovation of ethanol in Brazil and the US among which the institutions directly linked to the federal government in both countries. In the end, by analysing public policies it is possible to assess the extent of federal governments' interest in ethanol as a means to promote economic development.

**Keywords:** ethanol, biofuels, public policies, State.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Atores que compõem o sistema setorial de produção e inovação (SSPI) .....	49
Figura 3.1 - Esquema simplificado da produção de açúcar e de etanol .....	61
Figura 3.2 – Esquema simplificado da produção de etanol de primeira e segunda gerações.....	75
Figura 5.1 - Organização dos componentes do Governo Federal selecionados .....	120
Figura 5.2 – O programa de CT&I para etanol dentre as prioridades do PACTI.....	135
Figura 5.3 – Temática das ações e instrumentos utilizados pró-etanol .....	164
Figura 6.1 – Organização dos componentes do Governo Federal selecionados .....	177
Figura 6.2 Centros de Pesquisa em Bioenergia do DOE e parceiros .....	180
Figura 7.1 – Produtos que podem ser obtidos a partir do processamento da biomassa lignocelulósica.....	262

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 - Distribuição (%) das Exportações Brasileiras por fator agregado – 1964 a 2014/nov.....	56
Gráfico 3.2 – Produção Brasileira de Açúcar (toneladas) e Etanol (litros) – 1974/75 a 2010/11	63
Gráfico 3.3 – Área Colhida e Rendimento da Cana-de-Açúcar – 1975-2014.....	65
Gráfico 3.4 – Destinação do ATR (Açúcar Total Recuperável) de cana para a produção de açúcar e etanol.....	66
Gráfico 3.5 – Cana-de-açúcar utilizada na produção de etanol – 2000/01 a 2012/13.....	67
Gráfico 3.6 – Produção de Etanol (álcool anidro e álcool hidratado) – 2000/01 a 2013/2014 ...	69
Gráfico 3.7 – Comparativo percentual médio do preço do Etanol Hidratado perante o preço da Gasolina no Brasil entre 2002 e maio/2014 .....	70
Gráfico 3.8 – Vendas e Frota de Carros à Etanol no Brasil – 1990 a 2012.....	71
Gráfico 3.9 – Exportações e Importações Brasileiras de Etanol – 1989 a 2014.....	85
Gráfico 3.10 – Exportações Brasileiras de Etanol (em dólares e em litros) – 1997 a 2014 .....	87
Gráfico 3.11 – Projeção de Demanda Interna e Externa de Etanol (bilhões de litros) – 2012 a 2021.....	88
Gráfico 6.1 – Evolução do preço do milho e parcela do milho utilizado para produzir etanol nos EUA, 1982 a 2013* .....	187
Gráfico 6.2 – Gastos acumulados realizados pelo DoE em P&D, 1978 a 2010 (valores em US\$ bi) .....	208
Gráfico 7.1 – Principais países produtores de etanol – 2002-2013 (produção em bilhões de litros) .....	228
Gráfico 7.2 – Quilograma de ATR/Tonelada de cana-de-açúcar .....	257

## LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 – Sistematização dos principais instrumentos e ações adotados em relação ao etanol a partir da esfera do governo federal .....	165
Quadro 6.1 - Histórico resumido da legislação referente ao etanol nos EUA.....	189
Quadro 6.2 – Exemplos de biocombustíveis que se enquadram nas categorias estabelecidas pela EISA de 2007 em função da respectiva capacidade de redução mínima na emissão de gases de efeito estufa .....	196
Quadro 6.3 – Programas Federais que visam reduzir os custos e estimular a produção nas biorrefinarias de biocombustíveis celulósicos.....	210
Quadro 7.1 – Características das indústrias de etanol de primeira geração no Brasil e nos EUA. ....	230

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Classificação Industrial por Níveis Tecnológicos – NSB (2006) e OECD (2005).	29
Tabela 2.2 – Classificação <i>Commodity Trade Pattern</i> e Níveis Tecnológicos .....	31
Tabela 3.1 – Projeção de Demanda Energética de etanol hidratado e anidro (milhões de litros) para 2016 e 2021 .....	72
Tabela 3.2 – Roteiro da produção de biocombustíveis de primeira e segunda gerações a partir de diferentes matérias-primas e tecnologias. ....	79
Tabela 3.3 - Número de grupos de pesquisa relacionados às palavras-chaves, 2000-2010 .....	81
Tabela 3.4 – Produção mundial de etanol (milhões de litros) e Taxa de Crescimento Anual (%) entre 2013-2007 .....	84
Tabela 3.5 – Exportações Brasileiras (US\$ milhões) de Etanol para os Principais Países Parceiros – Anos Selecionados .....	87
Tabela 4.1 - Principais fases da agroindústria canavieira no Brasil .....	105
Tabela 5.1 – Projetos aprovados nas chamadas de subvenção econômica da FINEP relacionados ao uso da cana-de-açúcar – 2007 a 2010 (valores em R\$). ....	132
Tabela 5.2 – Caracterização dos Fundos Setoriais .....	134
Tabela 5.3 – Quantidade de projetos e valores contratados (R\$ mi) com recursos dos Fundos Setoriais – 2001 a 2013 .....	136
Tabela 5.4 – Participações relativas no total de projetos e nos valores contratados a partir dos Fundos Setoriais .....	136
Tabela 5.5 – Projetos e valores contratados para o programa do etanol conforme unidade orçamentária.....	138
Tabela 5.6 – Projetos e valores contratados para o programa do etanol conforme tipo de instrumento adotado .....	138
Tabela 5.7 – Projetos e valores contratados para o programa do etanol via Encomenda.....	138
Tabela 5.8 – Projetos e valores contratados para o programa do etanol – casos referentes ao etanol de segunda geração.....	139
Tabela 5.9 – Projetos e valores contratados referentes ao etanol celulósico.....	140
Tabela 5.10 – Distribuição planejada dos repasses aos 35 projetos aprovados no PAISS, 2012-2015 (R\$ mil) .....	153
Tabela 5.11 – Situação dos projetos contratados no PAISS pelo BNDES e FINEP (valores em R\$ mi).....	154
Tabela 5.12 - Resultado Final do PAISS Agrícola.....	156
Tabela 6.1 – Preferências Tarifárias relacionadas à Energia nos EUA - 2011.....	190
Tabela 6.2 – Determinação do percentual de redução na emissão de gases causadores do efeito estufa para enquadramento nas categorias de biocombustíveis estabelecidas na EISA de 2007 .....	195
Tabela 6.3 – Quantidades (mandatos) estabelecidas pela EISA para produção de biocombustível até 2022 .....	197
Tabela 6.4 – Subsídios e apoio a diferentes tipos de energia – orçamento federal dos EUA (2007 e 2010), (valores em US\$ milhões) .....	206
Tabela 6.5 – Subsídio total e subsídios por tipo de fonte de energias que não foram direcionadas para uso na produção de energia elétrica em 2010 (valores em US\$ mi) .....	207
Tabela 6.6 – Subsídios (créditos fiscais) direcionados a combustíveis renováveis por modalidade, 2007 e 2010 (valores em US\$ mi) .....	208
Tabela 6.7 – Gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D) em energias renováveis, 2007 e 2010 (valores em US\$ mi) .....	208

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1G	1ª Geração de biocombustíveis
2G	2ª Geração de biocombustíveis
ABPP	Advanced Biofuel Payment Program
AFRI	Agriculture and Food Research Initiative
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APEX	Agência de Promoção às Exportações
ARPA-E	Advanced Research Projects Agency - Energy
ARRA	American Recovery and Reinvestment Act
ATR	Açúcar Total Recuperável
BAP	Biorefinery Assistance Program
BCAP	The Biomass Crop Assistance Program
BESC	BioEnergy Science Center
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRDI	Biomass research and development initiative
C&T&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CEPAL	Comissão para Econômica para América Latina e Caribe
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CIMA	Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CNPEM	Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CRADA	Cooperative Research and Development Agreement
CTBE	Centro de Ciência e Tecnologia em Bioetanol
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
CTP	Commodity Trade Pattern
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DCAA	Departamento de Cana-de-Açúcar e Agroenergia
DoD	Departamento de Defesa dos EUA
DoE	Departamento de Energia dos EUA
E85	Biocombustível com 85% de etanol
EERS	Office of Energy Efficiency and Renewable Energy
EISA	Energy Independence and Security Act
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos EUA
EUA	Estados Unidos da América
EXPIRE	Expiring Provisions Improvement Report and Efficiency
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GLBRC	Great Lakes Bioenergy Research Center
GOCNAE	Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais
IAA	Instituto do Açúcar e do Alcool
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPVA	Imposto sobre a propriedade de veículos automotores

ISIC	International Standard Industrial Classification
JBEI	BioEnergy Institute
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério de Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MTBE	Éter metil-terciário butílico
NIFA	National Institute of Food and Agriculture
NREL	National Renewable Energy Lab
NSB	National Science Board
NSF	National Science Foundation
OECD	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P&D&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PACTI	Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação
PAISS	Plano de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico
PASS	Programa de Apoio ao Setor Sucroalcooleiro
PBM	Programa Brasil Maior
PIS	Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PLANALSUCAR	Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar
PMGCA	Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar
PROALCOOL	Programa Nacional do Alcool
RAP	Repowering Assistance Program
RFS	Renewable Fuel Standard
RIDESA	Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético
SDR	Secretaria de Desenvolvimento Regional
SECEX	Secretaria de Comércio Exterior
SEPTC	Small Ethanol Producer Tax Credit
SPAEC	Secretaria de Produção e Agroenergia
SSPI	Sistema Setorial de Produção e Inovação
STARS	Spectral-Temporal Analysis by Response Surface
UNICA	União da Indústria da Cana-de-Açúcar
USDA	Departamento de Agricultura dos EUA
VEETC	Volumetric Ethanol Excise Tax Credit

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OS RECURSOS NATURAIS E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO .....</b>	<b>10</b>
2.1 O DEBATE ESTRUTURALISTA SOBRE A ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS NA AMÉRICA LATINA .....	11
2.2 OS RECURSOS NATURAIS NA DISCUSSÃO SOBRE DESENVOLVIMENTO DE LONGO PRAZO .....	17
2.1.1 A busca por retornos crescentes.....	18
2.2.2 A importância da formação de competências locais e da cumulatividade de conhecimentos para o desenvolvimento de longo prazo .....	22
2.2.3 Análise sobre conteúdo tecnológico em produtos baseados em recursos naturais .....	28
2.3 JANELAS DE OPORTUNIDADES E OS RECURSOS NATURAIS .....	35
2.3.1 Os recursos naturais no contexto das políticas públicas: uma visão estratégica de desenvolvimento .....	40
2.3.2 Sistema setorial de produção e inovação (SSPI).....	46
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	52
<b>3. PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO ETANOL NO BRASIL.....</b>	<b>54</b>
3.1 A RETOMANDA DA PREDOMINÂNCIA DAS <i>COMMODITIES</i> NAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS .....	55
3.2 O SISTEMA PRODUTIVO EM TORNO DA CANA-DE-AÇÚCAR .....	58
3.2.1 Etapas da produção e componentes do mercado .....	60
3.2.2 Evolução da produção de açúcar e etanol .....	63
3.2.2.1 Características relacionadas ao mercado de etanol no Brasil .....	68
3.3 TIPOLOGIA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS E AS NOVAS ROTAS TECNOLÓGICAS DE PRODUÇÃO .....	73
3.3.1 As rotas tecnológicas predominantes no Brasil .....	80
3.4 O BRASIL NO MERCADO INTERNACIONAL DE ETANOL .....	84
3.5 CONCLUSÕES .....	89
<b>4. A TRAJETÓRIA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E A REORGANIZAÇÃO DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL .....</b>	<b>91</b>
4.1 A FORMAÇÃO DO PARQUE PRODUTIVO DE ETANOL AO PRÓALCOOL .....	92
4.2 O FIM DA DESREGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE ETANOL NOS ANOS 1990 .....	99
4.3 A AGENDA DE POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS AO ETANOL NO BRASIL APÓS 2000 .....	106
4.4 CONCLUSÕES .....	113
<b>5. INSTITUIÇÕES E POLÍTICAS FEDERAIS DE ESTÍMULO AO ETANOL NO BRASIL .....</b>	<b>115</b>
5.1 O SISTEMA SETORIAL DE PRODUÇÃO E INOVAÇÃO DO ETANOL NO BRASIL .....	116
5.1.1 Componentes do SSPI no Brasil.....	116
5.2 INSTRUMENTOS E AÇÕES DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE APOIO AO ETANOL .....	119
5.2.1 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).....	120
5.2.1.1 EMBRAPA .....	124
5.2.2 Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).....	126
5.2.2.1 FINEP .....	129
5.2.2.2 Fundos Setoriais.....	133
5.2.2.3 CTBE .....	141
5.2.2.4 INPE .....	144
5.2.3 Ministério da Educação (MEC).....	146
5.2.3.1 RIDESA.....	147
5.2.4 Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) .....	149
5.2.4.1 BNDES .....	151
5.2.4.2 APEX.....	157
5.5.1 Ministério de Minas e Energia (MME) .....	158
5.5.1.1 ANP .....	160
5.5.1.2 PETROBRAS .....	161
5.3 AÇÕES E INSTRUMENTOS FEDERAIS PRÓ-ETANOL: SÍNTESE E ANÁLISE .....	163

5.4 CONCLUSÕES .....	172
<b>6. O FOMENTO AO ETANOL NOS EUA: HISTÓRICO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E ESTÍMULOS RECENTES AO ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO .....</b>	<b>174</b>
6.1 AGENTES FEDERAIS DE FOMENTO À INOVAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ETANOL NOS EUA.....	175
6.1.1 Componentes do sistema de produção e inovação de etanol.....	176
6.1.2 Agentes federais responsáveis pela promoção do etanol nos EUA.....	178
6.1.2.1 Departamento de Energia (DoE).....	178
6.1.2.2 Departamento de Agricultura (USDA).....	181
6.1.2.3 Agência de Proteção Ambiental (EPA).....	183
6.1.2.4 Departamento de Defesa (DoD).....	184
6.2 HISTÓRICO DAS AÇÕES FEDERAIS DE FOMENTO AO ETANOL .....	186
6.2.1 Leis e Estímulos Federais.....	190
6.2.1.1 Energy Tax Act (1978) .....	191
6.2.1.2 Clean Air Act Amendments (1990).....	191
6.2.1.3 Energy Policy Act (1992 e 2005) e American Jobs Creation Act (2004).....	192
6.2.1.4 Energy Independence and Security Act (EISA) (2007) .....	194
6.2.1.4 Food, Conservation and Energy Act (Farm Bill) (2008).....	198
6.3 VOLUME FINANCEIRO DO FOMENTO AO ETANOL NOS EUA .....	204
6.4 FRONTEIRA TECNOLÓGICA E ESTÍMULOS AO ETANOL CELULÓSICO NOS EUA .....	209
6.4.1 O uso de algas para produção de biocombustíveis .....	213
6.4.1.1 O programa do Departamento de Energia (DoE).....	214
6.4.1.2 O programa do Departamento de Defesa (DoD).....	215
6.5 OS DESAFIOS QUE OS EUA ENFRENTAM PARA ALCANÇAR SUAS METAS .....	216
6.5.1 As persistentes revisões dos mandatos da RFS2 .....	219
6.6 CONCLUSÕES .....	222
<b>7. DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O ETANOL.....</b>	<b>227</b>
7.1 UMA ANÁLISE COMPARATIVA DOS DESAFIOS PARA OS EUA E BRASIL .....	228
7.1.1 Estruturas de mercado do etanol.....	230
7.1.2 Postura e engajamento dos governos federais .....	234
7.1.3 Restrições para o desenvolvimento do SSPI do etanol.....	239
7.2 OS DESAFIOS PARA O MERCADO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NOS EUA E BRASIL APÓS A EXPANSÃO DAS RESERVAS DE PETRÓLEO E GÁS.....	240
7.2.1 O argumento do bem público na defesa das energias renováveis.....	247
7.3 O COMPORTAMENTO DO SETOR PRIVADO BRASILEIRO FRENTE AOS DESAFIOS NO MERCADO DE ETANOL .....	252
7.3.1 As biorrefinarias como uma janela de oportunidade para o Brasil.....	259
7.4 CONCLUSÕES .....	263
<b>8. CONCLUSÕES .....</b>	<b>265</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>270</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Há muito tempo se debate sobre a trajetória de desenvolvimento econômico de países que possuem abundância de recursos naturais. De um lado se argumenta que a história mostra a recorrência de atraso ou ausência do desenvolvimento de atividades produtivas que incorporem mais tecnologia ou processos mais complexos naqueles países que são fortemente dependentes do comércio de *commodities* agrícolas e minerais, por exemplo. Mas, por outro lado, existem exemplos de países que ao longo de seu processo de transformação produtiva basearam fortemente suas economias em recursos naturais e nem por isso deixaram de avançar em diversos aspectos do desenvolvimento econômico interno, incorporando atividades produtivas que promoveram progresso tecnológico e acumulação de conhecimento, inclusive nos processos produtivos baseados em recursos naturais.

Nesse sentido, a ideia de desenvolvimento econômico adotada neste trabalho considera o potencial de gerar retornos econômicos por parte de segmentos baseados em recursos naturais, ao mesmo tempo que isso estimula demandas por pesquisas e desenvolvimento, novas tecnologias e capital humano qualificado que podem ser variáveis com capacidade de prover dinâmica ao sistema setorial produtivo e inovativo. Ou seja, o desenvolvimento econômico é, assim, um processo no qual há uma transformação positiva e dinâmica da economia e da sociedade em que atividades econômicas podem contribuir para avanços e resultar em retorno econômico, social (com mais conhecimento, tecnologia e empregos qualificados) e ambiental.

O mercado brasileiro de etanol de cana-de-açúcar se consolidou como o pioneiro e o maior do mundo desde a década de 1970. A formação desse mercado foi marcada diretamente pela presença do Estado, cujas ações foram determinantes para garantir a produção e consumo do etanol, embora sujeitas a avanços e retrocessos na dinâmica de produção e de investimentos. Desde os anos de 1990 essa evolução esteve condicionada por diversos acontecimentos que influenciaram na reorganização desse segmento. Ainda que o Estado tenha se afastado dessa atividade, abandonando várias das funções assumidas desde o lançamento do PROALCOOL nos anos de 1970, os anos 1990 marcam uma fase de rearranjo na relação entre Estado e empresas, afetando o conjunto do sistema produtivo construído em torno do etanol no Brasil. Atualmente, mais de metade da frota brasileira de automóveis é apta a utilizar etanol, sendo que a maioria dos carros novos é *flex-fuel*. Nem por isso o etanol se tornou o combustível



predileto dos consumidores ou prioritário no âmbito da política energética do governo brasileiro num cenário marcado por desafios tecnológicos e ações insuficientes do Estado com baixo grau de prioridade ao etanol perante outros combustíveis mais poluentes e ambientalmente menos sustentáveis.

A evolução do mercado de etanol permite entender que a dotação de tecnologia não é uma condição específica de produtos manufaturados, uma vez que as *commodities*, mesmo sendo produtos homogêneos, podem ter em seu processo produtivo várias aplicações e relações intensivas em conhecimento e tecnologia, desde o desenvolvimento básico das matérias-primas até seu processamento final. As relações produtivas e tecnológicas que precedem a produção e comercialização *ad hoc* de produtos à base de recursos naturais são condições para a competitividade, pelas possibilidades competitivas e dinâmicas de segmentos produtivos que se formam a montante da produção de *commodities* agrominerais. Tal discussão pode ser aplicada ao caso do etanol. A maior ou menor dinâmica tecnológica associada a um segmento não é resultado isolado e estático do seu modelo de produção passado ou das matérias-primas utilizadas, mas da capacidade de articulação no âmbito do seu sistema produtivo, da possibilidade de superar desafios por meio da acumulação de conhecimentos e uso de tecnologias que permitam dar saltos de produtividade.

Nesse contexto, o Estado assume um papel estratégico por ter condições de proporcionar avanços e benefícios a segmentos específicos, sobretudo aqueles com longo histórico de atuação, com implicações diretas para o desenvolvimento do país. O mercado de etanol chama atenção devido à sua concorrência com os combustíveis fósseis, historicamente consolidados em torno do interesse de grandes empresas. Assim, a própria formação de um mercado de biocombustíveis demandou ações estratégicas do Estado para ampliar o potencial do sistema produtivo e inovativo baseado na cana-de-açúcar, proporcionando novas oportunidades ao país. A amplitude do mercado de etanol pode demandar ações estratégicas pelo Estado de modo a favorecer a expansão e o proveito da fronteira de possibilidades tecnológicas e produtivas relacionadas ao futuro do segmento.

Considerando esse papel do Estado, o principal objetivo desta tese é verificar a postura e o interesse do governo federal no que se refere à interação, desenho e implementação de políticas públicas de fomento ao etanol como um setor estratégico para a economia do país. Sobretudo no período pós-2000, quando esse segmento volta a ganhar destaque nos meios oficiais e no setor privado devido às expectativas positivas

com o aumento da frota de automóveis *flex-fuel* no Brasil e ao potencial energético ambientalmente mais sustentável do etanol de cana-de-açúcar, pois o mundo se mostrava cada vez mais preocupado com as emissões de gases poluentes.

De forma a melhor ordenar as etapas da pesquisa que resultou nessa tese, a partir do objetivo central apontado acima, foram definidos três objetivos complementares e específicos. O primeiro deles é verificar se as políticas têm mostrado efetiva preocupação em estimular e favorecer esse segmento por meio de ações que permitam explorar as potencialidades aí surgidas. Para isso foram selecionados os órgãos e atores subordinados ao governo federal, cujas ações foram analisadas sob a perspectiva de uma política orientada para a produção e comercialização do etanol brasileiro, tratando-o como uma plataforma estratégica de desenvolvimento econômico. Frente aos desafios tecnológicos e competitivos atuais e futuros dessa atividade é importante avaliar se as políticas públicas federais relacionadas ao segmento sucroalcooleiro, em especial ao etanol, vêm criando condições que favoreçam potencialidades de desenvolvimento, abrindo janelas de oportunidades e alavancando a competitividade da sua produção no Brasil.

O segundo objetivo específico é examinar o cenário americano como contraponto ao brasileiro. Mas isso não se resume a uma simples comparação entre Brasil e EUA, mas sim ao interesse de obter uma análise paralela dos dois grandes mercados de etanol no mundo, identificando os elementos que compõem os argumentos e ideias envolvendo o papel do governo federal e das políticas públicas para o etanol. Os argumentos associados à segurança nacional e aos interesses estratégicos voltados para o desenvolvimento econômico por parte do governo federal americano, justificaram o elevado montante de recursos utilizados em subsídios fiscais e comerciais para os produtores de etanol e para as refinarias que adicionam o etanol na gasolina. Além da “preocupação” ambiental, o aspecto político e estratégico na defesa do aumento da diversificação energética é fundamental para o desenvolvimento dessa atividade naquele país. O que se soma ao interesse voltado às novas possibilidades produtivas a partir do uso da biomassa (do material lignocelulósico)<sup>1</sup> para produção de biocombustíveis de

---

<sup>1</sup> Tanto a produção de etanol de primeira como de segunda geração se utilizam de biomassa para sua produção. Por exemplo, a cana-de-açúcar é a biomassa utilizada para se produzir etanol de primeira geração (o etanol tradicionalmente produzido em larga escala até hoje), como também seu resíduo ou seu material lignocelulósico que “sobra” pode ser utilizado para se produzir complementarmente etanol de segunda geração ou celulósico. Assim, ao longo do texto a palavra biomassa pode ser aplicada a ambos os casos, cabendo observar que a forma e estágio do uso da biomassa podem diferir dependendo do caso discutido.

segunda geração, tema central na discussão sobre as políticas públicas e ações voltadas para o sucesso e competitividade futura do etanol nos EUA e no Brasil.

O terceiro objetivo específico está relacionado à própria ideia de política pública utilizada no trabalho. Considera-se que ela é tudo o que os governos decidem fazer ou não, em relação a temas específicos e que expressam seus interesses. As informações apresentadas ao longo da tese são utilizadas de modo a mostrar escolhas e posturas adotadas perante o tema que define e estrutura esse trabalho. Assim, objetiva-se verificar em que medida as políticas públicas e instituições de âmbito federal têm se voltado efetivamente para as potencialidades do etanol, na perspectiva de desenvolvimento estratégico – o que é um ponto central na tese. Por isso, a trajetória envolvendo a reorganização do setor e a ação direta do Estado, cuja intensidade varia ao longo do tempo, contribuíram para manter a produção e consumo de etanol no Brasil nas últimas décadas. Avaliar o interesse e direcionamento das políticas públicas voltadas ao fortalecimento do sistema produtivo e inovativo do etanol permite desvendar as potencialidades do país em atividades econômicas direta e indiretamente relacionadas àquela *commodity*.

O desenvolvimento da tese se ampara em um pressuposto relevante para o alcance do objetivo proposto. Considera-se que após o processo de desregulamentação ocorrido no segmento sucroalcooleiro ao longo da década de 1990, o mercado<sup>2</sup> tem sido incapaz de superar os desafios tecnológicos, produtivos e comerciais vislumbrados no futuro do etanol. Nesse contexto, além da importância estratégica do etanol como um produto à base de recursos naturais, o governo pode contribuir para promover externalidades positivas que essa atividade é capaz de gerar para o conjunto da economia. Assim, a construção de um sistema produtivo e inovativo que supere os desafios competitivos atuais do etanol requer maior engajamento do Estado (e não a sua ausência), por meio de políticas públicas que viabilizem novas janelas de oportunidades associadas a esse produto. Nesse sentido, considera-se que o etanol é um produto que, ainda que seja uma *commodity* agrícola, possui condições de influenciar a trajetória de desenvolvimento econômico do país resultando em competências locais formadas a partir do acúmulo e da aplicação de conhecimento e tecnologias.

---

<sup>2</sup> A ideia de mercado aqui incorpora todas as relações presentes no segmento sucroalcooleiro no que tange às ações dos capitais privados, não restrito somente às usinas, mas também fornecedores e outros agentes que atuam diretamente com os agentes dos segmentos, inclusive no que tange ao desenvolvimento de pesquisas e outras atividades de suporte.

Os exemplos de externalidades positivas associadas ao fomento ao etanol dizem respeito às novas atividades produtivas e/ou à reestruturação de atividades existentes para o uso de novas matérias-primas provenientes da exploração da cana-de-açúcar, por exemplo. A fronteira tecnológica da produção de biocombustíveis já avançou muito, sendo que atualmente o uso de materiais lignocelulósicos para produção de biocombustíveis (segunda geração) e novos produtos (uso das fibras, produtos químicos, “plástico verde”, etc) é parte efetiva desse processo. Ademais, as externalidades positivas também estão associadas às novas demandas que surgem no âmbito das atividades de pesquisa e desenvolvimento, aprimoramento de materiais e novos maquinários, formação e qualificação de capital humano etc. que são variáveis necessárias para o desenvolvimento econômico e abrem espaço para novas possibilidades de exploração econômica que poderão ir além do etanol.

Portanto, faz-se necessário que as ações e políticas públicas para etanol sejam uma opção nacional e estratégica, ambientalmente preferível e com potencialidade para abrir novos caminhos para exploração econômica. No entanto, questiona-se se há real interesse por parte do governo federal em estimular o etanol como uma alternativa viável para superar os desafios energéticos atuais no que se refere à grande dependência de combustíveis fósseis, mais poluentes e finitos, ainda que vastas reservas de petróleo tenham sido descobertas recentemente no Brasil.

O etanol ainda é uma *commodity* obtida a partir de recursos naturais capaz de gerar externalidades positivas e transbordamentos para outras atividades. Em outras palavras, o pioneirismo do Brasil no desenvolvimento e produção de etanol é um ativo importante e que credita ao país uma posição de destaque nesse mercado, mesmo que essencialmente interno. Contudo, o cenário mais promissor para o etanol dependerá de ações, no sentido de políticas públicas, que mantenham a condição pioneira do país no seu desenvolvimento tecnológico, na produção e na comercialização, em consonância com exigências de sustentabilidade ambiental.

Os procedimentos metodológicos para a realização desta pesquisa incorporam a revisão bibliográfica de estudos aplicados à temática do etanol e a consulta e exame de documentos públicos disponibilizados, pelas instituições estudadas, em seus *websites* como também fontes impressas, quando disponíveis. Assim, toda a documentação relacionada ao fomento ao etanol no Brasil e EUA disponibilizada por órgãos ligados ao governo federal foi objeto de análise. Apesar de várias tentativas para agendamento de entrevistas com as instituições brasileiras aqui analisadas, envolvidas às ações de P&D

em etanol, o único caso em que tal contato se deu foi com o coordenador da RIDESA. De qualquer forma, a não realização das entrevistas não prejudica os resultados obtidos a partir da análise de informações e documentos públicos porque o exame e as conclusões apontadas ficam imunes a “interferências” de visões ou opiniões que poderiam surgir nas entrevistas. Assim, os dados e informações na tese apresentados são aqueles disponíveis publicamente o que contribui para que a análise apresentada na tese esteja baseada diretamente ao material consultado.

A metodologia da pesquisa incorporou também as informações referentes ao sistema de produção e inovação do etanol nos EUA, as quais foram essenciais para uma melhor compreensão da realidade brasileira. Por isso analisou-se o aparato federal e as políticas públicas dos EUA, com suas respectivas diretrizes, para os biocombustíveis. Os EUA se tornaram o maior produtor e o maior mercado mundial de etanol desde 2005, deixando o Brasil na segunda posição. O Estado americano também teve um papel importante na construção do mercado para o etanol, participando e orientando o crescimento de sua produção e consumo a partir do milho, também contribuindo para avanços na fronteira tecnológica e para superar desafios do setor. Durante o ano de 2014, parte da pesquisa para esta tese foi realizada na Arizona State University/USA, junto ao *Consortium for Science, Policies and Outcomes* (CSPO). Durante este estágio foi possível entender mais claramente o funcionamento do mercado e das políticas federais relacionadas ao etanol nos EUA, o que contribuiu para analisar o caso brasileiro paralelamente. Isso funcionou como uma estratégia metodológica para análise e compreensão do caso brasileiro. Além de conhecer pesquisadores, ter acesso a literatura e documentos oficiais, realizou-se visita a uma planta piloto para produção de etanol de algas.

Como o etanol pode catalisar oportunidades estratégicas para o desenvolvimento econômico, a análise das informações e documentos partiu de duas questões básicas. Em primeiro lugar, o Estado, por meio de suas políticas públicas e demais ações desempenhadas por seus órgãos subordinados tem estimulado a produção, consumo e a competitividade do etanol como uma plataforma estratégica de desenvolvimento econômico? Em segundo lugar, até que ponto as ações e políticas públicas, quando adotadas, foram coerentes com o discurso político de defesa do etanol como um combustível preferível (ou prioritário) frente àqueles de origem fóssil cujos efeitos econômicos e ambientais são danosos? Esse questionamento é relevante porque se sabe que os resultados que o setor vem enfrentando nos últimos anos, sobretudo

desde 2009, demonstram perda de competitividade e o surgimento de desafios tecnológicos que podem ser superados e transformados em oportunidades estratégicas.

Assim, a tese é uma contribuição para a compreensão das relações entre Estado, por meio de suas políticas federais, e o mercado de etanol no Brasil, levando em consideração a realidade observada nos EUA, atualmente, o maior e mais dinâmico mercado de etanol no mundo. Ao verificar se tem existido uma preocupação efetiva em promover o etanol e seu potencial tecnológico como uma opção estratégica de desenvolvimento econômico no Brasil, notou-se que essa percepção não é recorrente uma vez que tentativas para seu fomento foram limitadas, oscilantes e não articuladas. O etanol é um biocombustível fundamental para complementar as demandas internas e para gerar avanço tecnológico a partir de oportunidades associadas ao futuro do segmento sucroalcooleiro, seja no Brasil ou nos EUA. Além de se destacar devido ao porte de seu mercado e sua dinâmica tecnológica, a ação federal naquele país tem sido fundamental para fomentar novas oportunidades relacionadas ao etanol e o uso complementar de materiais lignocelulósicos para produção de biocombustíveis de segunda geração.

A tese está estruturada em seis capítulos, além dessa introdução e das conclusões. O segundo capítulo contém uma revisão teórica sobre a relação dos recursos naturais com o desenvolvimento econômico. Inicia-se o debate com a discussão estruturalista sobre a especialização da América Latina em *commodities* agrominerais e seus efeitos na trajetória econômica desses países. Em seguida é resgatada a abordagem neoschumpeteriana/evolucionista por considerá-la um referencial teórico adequado para a discussão dos determinantes centrais na formação de competências produtivas e tecnológicas que também poderiam ser aplicadas ao caso dos produtos à base de recursos naturais. Essa é a base para a discussão sobre o aproveitamento de janelas de oportunidades por países que dispõem de condições de desenvolvimento a partir das vantagens relativas em recursos naturais. No entanto, está em discussão aqui a criação de vantagens dinâmicas a partir das bases locais e da formação de condições propícias para tal. Por fim, incorpora-se o referencial teórico relacionado ao uso de políticas industriais como uma forma de intervenção/ação do Estado por meio de políticas públicas que possam fomentar segmentos baseados em recursos naturais, e a abordagem dos sistemas setoriais de inovação, como referência para a definição dos componentes ou órgãos do governo federal, identificados com políticas públicas voltadas à promoção do etanol.

O terceiro capítulo tem como objetivo situar a importância do etanol no contexto recente em que as *commodities* naturais voltam a se destacar fortemente nas exportações brasileiras. Assim, o capítulo apresenta as etapas e características da produção sucroalcooleira, para na sequência abrir uma discussão sobre a evolução da produção e comercialização de etanol. Apesar de a análise estar amparada nos movimentos conjunturais que afetam os resultados observados nas estatísticas, ela é base para a reflexão sobre as oscilações que afetam o mercado interno de etanol paralelamente à reação das políticas públicas ao longo das últimas décadas – em outras palavras, a relação entre mercado e Estado.

O quarto capítulo parte dos elementos caracterizados a partir da análise das estatísticas demonstradas anteriormente e avança no sentido de reconstruir a trajetória das políticas públicas que afetaram a formação e a reorganização do mercado sucroalcooleiro no Brasil. Assim, o objetivo do capítulo é apresentar uma sistematização temporal das ações e instrumentos utilizados pelo governo federal que influenciaram o mercado de etanol no Brasil. A discussão cobre o período da década de 1970, quando da implementação do PROÁLCOOL (Programa Nacional do Alcool) pelo governo federal, até a década de 2000, reservando especial atenção ao período mais recente.

O quinto capítulo apresenta as instituições e as políticas federais relacionadas ao etanol com enfoque no período pós-2000. O capítulo está estruturado em três partes. Na primeira delas, há a identificação do sistema setorial de produção e inovação (SSPI) do etanol no Brasil, a partir do qual são apresentados os agentes e instituições do governo federal que tenham alguma relação com o segmento sucroalcooleiro. Na segunda parte essas instituições e as ações federais de apoio ao etanol são discutidas, incluindo um breve histórico da ação dessas instituições para entender como o governo federal vem se posicionando em relação ao tema. Na terceira parte realiza-se uma síntese e análise dos resultados verificados no que tange à atuação dos agentes federais. Para avaliar se as políticas públicas recentes tiveram a intenção de promover a competitividade tecnológica, produtiva e comercial do etanol, as informações e documentos oficiais e públicos das instituições selecionadas foram examinados.

O sexto capítulo apresenta a mesma proposta de análise apresentada para o caso brasileiro, mas agora aplicada ao governo federal dos EUA. O objetivo desse capítulo é analisar como tem ocorrido o fomento ao desenvolvimento e produção de etanol nos Estados Unidos a partir das ações, instrumentos utilizados pelo governo

federal. Esse país passou a ocupar a primeira posição mundial na produção de etanol por meio do processamento do milho, tendo imposto barreiras comerciais e subsídios diretos aos produtores de etanol por mais de trinta anos. O governo federal dos EUA atuou diretamente no fomento ao etanol de milho, e na fase mais recente tem deslocado seus estímulos ao desenvolvimento tecnológico de etanol de segunda geração (celulósico). Assim, as ações federais nesse sentido estariam contribuindo para que os EUA se consolidem como o maior produtor de etanol no mundo e na dianteira tecnológica, superando o Brasil. Esta análise também se amparou em pesquisa documental e bibliográfica sobre políticas federais de promoção do etanol por parte do governo federal americano, de modo a verificar se há promoção efetiva do etanol como uma janela de oportunidade para o desenvolvimento econômico.

O sétimo capítulo tem como objetivo apresentar diferenças, desafios e oportunidades que marcam o futuro do mercado de etanol e bicompostíveis nos EUA e Brasil. Primeiramente são discutidas as diferenças e similaridades em diversos aspectos que definem o papel do Estado no sistema setorial do etanol nos dois países. Adicionalmente, discute-se a evolução recente das reservas de petróleo e gás nos EUA e Brasil, e seus efeitos nas expectativas e ações dos governos em relação ao etanol. Por fim, faz-se uma breve discussão sobre o comportamento e características do setor privado frente aos desafios existentes no mercado de etanol, apontando outras janelas de oportunidade que podem ser aproveitadas gerando desenvolvimento tecnológico, produtivo, comercial e ambiental de longo prazo.



## **2. OS RECURSOS NATURAIS E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**

O objetivo deste capítulo é apresentar os argumentos de cunho teórico que perpassam as preocupações e questões discutidas ao longo do trabalho cujo eixo central se refere às interpretações do papel dos recursos naturais para o desenvolvimento econômico. Existe um debate de longa data sobre os resultados obtidos pelos países onde os recursos naturais são mais abundantes, comparativamente aos países mais industrializados. Assim, recupera-se essa discussão com o intuito de reinterpretar esta característica, tradicionalmente associada a um viés negativo do ponto de vista do desenvolvimento econômico. Os argumentos aqui apresentados estão imersos neste debate de modo a entender como os países em desenvolvimento, em especial da América Latina, podem evoluir positivamente a partir do desenvolvimento de habilidades, conhecimentos e tecnologias aplicados às atividades econômicas baseadas em recursos naturais.

A referência inicial para analisar a passagem de um ambiente competitivo marcado por vantagens comparativas estáticas advindas de exportações de commodities naturais, para outro em que a competitividade deriva de vantagens comparativas dinâmicas, está na abordagem cepalina. Para a CEPAL a industrialização seria a estratégia para os países romperem a ‘inércia’ exportadora baseada em dotação de recursos naturais. Resulta daí um certo maniqueísmo segundo o qual a atividade industrial é estranha à exploração agrícola e de reservas minerais.

Um argumento importante e que sedimentou esse argumento cepalino se refere ao fato de que as atividades industriais geram retornos crescentes de escala, e por isso estão associadas à geração de capacidades dinâmicas para fomentar o desenvolvimento de um país. Para discutir essa argumentação, na parte seguinte deste capítulo é feita uma sistematização dos elementos envolvidos na interpretação que opõe os retornos crescentes obtidos na indústria e a suposta ausência de dinamismo das atividades baseadas em recursos naturais. No entanto, a atividade industrial não é, por natureza, geradora de retornos crescentes, assim como nem toda atividade dependente de dotação de fatores está presa à monotonia de retornos constantes e à incapacidade de gerar externalidades. Na realidade o que possibilita às atividades econômicas se tornarem mais dinâmicas e sustentarem o desenvolvimento econômico é a formação de competências, o acúmulo e uso de conhecimentos. Para isso, resgata-se a abordagem

neoschumpeteriana/evolucionista segundo a qual a qualificação das estruturas produtivas, sua base técnica e a acumulação de competências são os elementos centrais a serem considerados nessa discussão. Ou seja, a superação de gargalos e criação de vantagens dinâmicas se dá com o apoio do conhecimento e tecnologia aplicados às atividades econômicas, inclusive àquelas baseadas em recursos naturais. Esse referencial teórico permite trazer à tona os fatores presentes no avanço das competências e da capacidade tecnológica, os quais definem o perfil da estrutura produtiva de cada país e sua posição competitiva no contexto internacional.

Nesse sentido, tendo em vista as classificações internacionais de produtos, a análise da posição de países que produzem e comercializam produtos derivados de recursos naturais é marcada por um viés negativo. Assim, a predominância desses na estrutura produtiva e nas relações comerciais, segundo o que se observa nas classificações tradicionais, tende a ser interpretada como expressão de baixo nível de desenvolvimento, com pouca contribuição para o progresso tecnológico e econômico.

Por fim, o referencial aqui proposto se volta à discussão sobre as possíveis “janelas de oportunidades” e formas de incorporar os recursos naturais no processo de desenvolvimento tecnológico e econômico dos países nos quais esses recursos são relativamente mais abundantes. Tais oportunidades representam caminhos alternativos à oposição clássica entre setor secundário e primário, respectivamente sediados na indústria e campo, na medida em que contemplam perspectivas de desenvolvimento econômico e conquista de espaço competitivo em países mais dotados de recursos naturais. Essa discussão é feita a partir da suposição de que uma visão estratégica de desenvolvimento deve delinear as diretrizes adotadas por políticas públicas para que elas possam, assim, afetar positivamente e promover o desenvolvimento a partir da articulação do sistema setorial de produção e inovação dos produtos à base de recursos naturais, como é o caso do etanol – foco deste trabalho. Assim, a discussão que se encaminha mostra essa percepção alternativa de modo que o desenvolvimento econômico não fica refém do foco isolado na indústria ou nas atividades agrícolas, unicamente.

## 2.1 O DEBATE ESTRUTURALISTA SOBRE A ESPECIALIZAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS NA AMÉRICA LATINA

O debate iniciado em 1949 por Prebisch (2000), quando do lançamento de seu texto inaugural da CEPAL sobre o problema da deterioração dos termos de troca para os

países dependentes da venda de *commodities*, persiste até hoje. O argumento defendido era de que os países em desenvolvimento da América Latina e Caribe<sup>3</sup>, ao se especializarem em produtos básicos e se tornarem dependentes de importação de produtos manufaturados advindos de países desenvolvidos, não conseguiriam se desenvolver dada a tendência histórica de desvalorização dos produtos primários e conseqüentemente dos termos de troca. Mantinha-se, assim, uma competitividade insustentável baseada em vantagens comparativas estáticas.

Prebisch (2000) atacou diretamente a visão de origem ricardiana, segundo a qual os países que possuíam produtividade do trabalho maior em produtos de base agrícola relativamente a países que possuíssem a mesma característica na produção de produtos manufaturados, deveriam se guiar por esses indicadores para definir sua especialização produtiva interna, e assim, seu padrão de comércio. Dessa forma, países com maior produtividade do trabalho em produtos de origem natural, obteriam vantagens se explorassem mais intensamente esses recursos, estabelecendo, assim, uma troca com países cuja especialização se daria na produção de manufaturados. Essa abordagem indica que ambos os lados ganhariam, ao produzir e comercializar, por terem se especializado com base em suas vantagens comparativas.

O que Prebisch (2000) registra de forma crítica é que esse formato da divisão internacional do trabalho poderia ser benéfico se não fosse baseada em argumentos falsos. O primeiro é que os benefícios da produtividade não chegam à periferia, ou aos países em desenvolvimento, na mesma intensidade que se verifica nos países que se especializam relativamente na produção de manufaturas. E o segundo, que a indústria seria o único meio de capturar os frutos do progresso técnico, de modo que isso possibilitaria elevar o padrão de vida da população nos países exportadores de produtos básicos.

---

<sup>3</sup> Os termos utilizados para classificar os grupos de países conforme seu grau de desenvolvimento foi se alterando ao longo do tempo e também em função do critério adotado. Após a II Guerra Mundial a literatura do crescimento econômico, com destaque para o caso dos trabalhos de origem na CEPAL e de viés estruturalista, referia-se aos países da América Latina como países periféricos ou subdesenvolvidos, enquanto os países industrializados eram classificados como centrais ou desenvolvidos. A condição de subdesenvolvimento sempre trouxe um viés de subserviência às posições dos países da América Latina, por exemplo, dentro da distribuição internacional da produção. Mais recentemente, a literatura passou a adotar a terminologia que classifica o mundo entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Essa mudança traz consigo a ideia de possibilidade de alteração de posição, ou seja, de dinamismo nas relações e posições dos países na economia mundial – uma flexibilidade possível na classificação do grau de desenvolvimento. Nesse sentido, cabe adicionar que dentre os chamados países em desenvolvimento, atualmente estão aqueles considerados “emergentes”, ou seja, países que têm se destacado em diversas variáveis econômicas, o que tem estimulado uma aceleração em seu ‘grau’ de desenvolvimento. No decorrer do texto se utilizará a terminologia de países em desenvolvimento.

O argumento defendido a partir da ótica das vantagens comparativas pretende mostrar que uma maior intensidade de progresso técnico tenderia a reduzir os preços dos produtos industrializados, produzidos nos países desenvolvidos, o que traria reflexos positivos para os países em desenvolvimento. No entanto, esses efeitos devem ser vistos no contexto dos ciclos econômicos. No auge do ciclo há resultados positivos para os preços dos produtos básicos, tal como para os produtos manufaturados – assim, os ganhos seriam verificados em ambos os lados da especialização relativa. Assim, na fase crítica do ciclo verificou-se uma pressão de ajuste para baixo nos preços, muito mais no caso das exportações de produtos básicos, relativamente ao verificado no caso das importações de bens manufaturados provenientes dos países desenvolvidos. Ou seja, os ganhos de produtividade na produção de produtos industrializados não se traduziam, necessariamente, numa redução de seus preços relativos no comércio internacional.

Adicionalmente ao trabalho de Prebisch (2000)<sup>4</sup> sobre o padrão de comércio entre países exportadores de produtos básicos, tem-se o artigo também seminal de Hans Singer publicado em 1950 (SINGER, 1950). Como os argumentos estão focados nos mesmos pontos de discussão indicados anteriormente, a literatura subsequente acabou por intitular as ideias de ambos os autores como a Tese Prebisch-Singer, tratando tanto da compatibilidade como da simultaneidade das ideias defendidas por ambos os autores (TOYE e TOYE, 2003)<sup>5</sup>.

A questão referente à manutenção do formato da estrutura produtiva e da divisão do trabalho no mundo (entre países desenvolvidos e em desenvolvimento), somada às diferenças de rendas per capita entre os dois grupos de países, contribuiu para agravar a desvantagem histórica dos termos de troca entre as exportações de produtos de base natural por parte dos países em desenvolvimento e as suas importações de manufaturados produzidos nos países desenvolvidos.

Esse conjunto de argumentos se tornou a base para a defesa tanto da industrialização como da proteção na constituição de segmentos manufatureiros nos países da América Latina – historicamente classificada como produtora de produtos básicos, à base de recursos naturais ou *commodities* agrominerais.

---

<sup>4</sup> Para registro, originalmente Prebisch publicou seu trabalho em 1949.

<sup>5</sup> Toye e Toye (2003) mostram que houve um grande debate sobre o pioneirismo dessas ideias, indicando que há controvérsias sobre isso. Ambos trabalhavam na época para as Nações Unidas, Prebisch em Santiago e Singer em Nova York. Toye e Toye (2003) defendem que Singer teria sido pioneiro no desenvolvimento das ideias e que Prebisch teria tido acesso a elas na sequência. O artigo desses autores discute com detalhes e evidências essa argumentação.

A discussão em torno da tese Prebisch-Singer está diretamente relacionada à existência de um dualismo histórico nas estruturas produtivas dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, como pode ser observado nos trabalhos da CEPAL desde então. Segundo Singer (1950), aquele dualismo se manifestava também no interior das economias dos países em desenvolvimento nas quais setores de elevada produtividade, fortemente ligados ao mercado externo coexistiam com setores de baixa produtividade articulados com o mercado doméstico.

Paralelamente é apontada também a dependência tecnológica dos países em desenvolvimento que buscavam formas de aumentar produtividade por meio de importação de tecnologias dos países desenvolvidos. Singer (1950) também destacou o fato de que o capital estrangeiro, proveniente dos países desenvolvidos, detinha a propriedade de muitas empresas exportadoras de produtos à base de recursos naturais em países da América Latina. Segundo sua interpretação, esse tipo de investimento estrangeiro tinha como propósito exportar a partir dos países em desenvolvimento, sem criar condições para que esses países pudessem evitar o problema da deterioração dos termos de troca. Ou seja, muitas dessas empresas não contribuíram efetivamente para que a estrutura produtiva local pudesse se transformar qualitativamente e mudar o padrão de comércio entre países em desenvolvimento e desenvolvidos.

Assim, as diferenças estruturais entre as economias exportadoras de produtos básicos e as de produtos manufaturados agravavam uma relação comercial assimétrica na qual consolidavam termos de troca historicamente desfavoráveis. A dualidade vista nas diferenças de produtividade entres os próprios setores internos dos países em desenvolvimento era um elemento que reforçava essas críticas. Com base nisso, Singer (1950) apontou que esses fatores reduziam os benefícios para os países em desenvolvimento cujas exportações e investimentos estavam centrados nas exportações de alimentos e matérias-primas para países desenvolvidos. Em outras palavras, os frutos do aumento da produtividade não estariam, assim, sendo socializados com os países em desenvolvimento por terem que se submeter a preços de produtos manufaturados relativamente crescentes ao longo do tempo, comparado à evolução dos preços de alimentos e matérias-primas por eles exportados<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Singer (1950) sugere mecanismos para que os ganhos obtidos com as exportações de produtos intensivos em recursos naturais sejam retidos internamente, como forma de reverter as relações de troca desfavoráveis desses países, evitando que os frutos do progresso técnico sejam apropriados apenas pelos países desenvolvidos. "Insofar as the underdeveloped countries continue to be the source of food and primary materials and insofar as trade, investment, and technical assistance are working in that direction

Tal como também apontado por Prebisch (2000), as melhorias no progresso técnico e na produtividade aplicados às exportações dos países em desenvolvimento levam os preços de seus produtos para baixo, enquanto que nos países desenvolvidos levavam os preços dos itens manufaturados para cima. Ou seja, o progresso técnico estaria proporcionando ganhos apenas para as atividades industriais dos países desenvolvidos.

Fajnzylber (2000)<sup>7</sup> apresenta uma nova interpretação do padrão de inserção internacional dos países exportadores de produtos básicos, segundo a qual o processo de desenvolvimento dos países da América Latina envolve aspectos que vão além das diferenças entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento previamente apontadas tanto por Singer (1950) quanto por Prebisch (2000). Os obstáculos ao desenvolvimento dos países da América Latina passam a estar associados à incorporação insuficiente do progresso técnico, uma vez que a combinação entre baixas taxas de crescimento da renda per capita e uma persistente desigualdade social nos países da América Latina foi acompanhada por uma crônica incapacidade de abrir a ‘caixa preta’ do progresso técnico. Desta forma, a ausência de formação de capacidades e competências locais que pudessem favorecer os tradicionais países exportadores de produtos à base de recursos naturais é o centro do problema (FAJNZYLBER, 2000).

Essa proposta metodológica de análise dos problemas referentes aos problemas dos países da América Latina marca uma mudança importante no formato de interpretação dos trabalhos desenvolvidos no âmbito da CEPAL. Essa releitura se diferencia daquela anteriormente apresentada e que se manteve desde o debate originado com a tese Prebisch-Singer no início dos anos 1950.

Fajnzylber (2000) apresenta quatro grandes características que explicam essa incapacidade de abrir a caixa preta do progresso técnico: a existência de superávit comercial recorrente gerado pelas exportações de produtos básicos; a estrutura produtiva local visando somente o mercado interno; a reprodução de estilo de vida não condizente com o nível de renda per capita local; e a baixa valorização da função empresarial marcada por lideranças locais precárias. A evolução dos países da América Latina reflete muito mais um processo de imitação desconectada das carências sociais e

---

by expanding primary production, the main requirement of underdeveloped countries would seem to be to provide for some method of income absorption to ensure that the results of technical progress are retained in the underdeveloped countries in a manner analogous to what occurs in the industrialized countries” (SINGER, 1950, p. 484)

<sup>7</sup> Trabalho originalmente publicado em 1990.

econômicas, limitando as perspectivas de desenvolvimento a partir da exploração dos recursos naturais. Atenção é dada, portanto aos fatores que poderiam criar uma sociedade internamente mais articulada e equitativa de modo a favorecer a incorporação do progresso tecnológico e o aumento de produtividade. Esses elementos promoveriam uma situação distinta daquela preconizada por Prebisch (2000) e Singer (1950), na qual o conjunto vazio seria preenchido e a caixa preta do progresso técnico aberta, num processo em que as capacidades técnicas se somariam à dotação histórica de recursos naturais transformando o perfil das relações de troca e da competitividade dos países da América Latina. Não se trata de abdicar das receitas advindas das exportações que os recursos naturais podem gerar, mas sim de criar condições para incorporar maior progresso técnico a esse cenário.

Esse ponto está relacionado ao conceito de competitividade autêntica, discutido por Fajnzylber (2000), o qual se refere à competitividade alcançada por meio da incorporação do progresso técnico no processo produtivo. Diferentemente da competitividade espúria obtida com o pagamento de salários baixos, subsídios às exportações e rentabilidade elevada garantida nos mercados internos e que não possibilita ao país obter bons resultados para seu desenvolvimento no longo prazo.

Os autores alinhados à CEPAL defenderam a industrialização por meio de políticas públicas que impulsionassem o desenvolvimento na América Latina e Caribe. Esta foi a tônica ao longo de várias décadas, levando muitos países a seguir essa recomendação, tal como fez o Brasil por meio de seus planos de desenvolvimento nos anos 1960 e 1970, com o objetivo de substituir importações e reestruturar a capacidade produtiva interna. Embora Fajnzylber (2000) não negue essa via, apresenta uma nova interpretação do mesmo problema, trazendo para o centro da discussão a capacidade de incorporação e desenvolvimento do progresso técnico nesses países.

Tendo por base essa revisão, assume-se que a história é decisiva para explicar o *status* dos países no tocante ao processo de desenvolvimento. Esse resgate é útil para registrar que, tradicionalmente, a análise do desenvolvimento econômico está ancorada no papel dinâmico da indústria nos países desenvolvidos, como também coloca no centro da discussão os problemas enfrentados pelos países em desenvolvimento, a exemplo da América Latina. Interpretações dos problemas causados pela especialização em exportação de produtos básicos pelos países da América Latina se propagaram ao longo da segunda metade do século XX, sobretudo no meio acadêmico e entre *policy-makers*. Por um lado, argumentos inspirados na visão cepalina enfatizaram que a

prioridade dada à exploração das riquezas naturais teria atrasado o desenvolvimento industrial desses países. Por outro lado, a industrialização pela via da substituição de importações, teria implicado numa negligência ao princípio ricardiano das vantagens comparativas<sup>8</sup>. Ocorre que a exploração de toda a base de recursos agrominerais acaba por requerer, também, um conjunto de competências e conhecimentos que permite alavancar as exportações e a competitividade a ela associada. Assim, abandonar as vantagens comparativas tradicionais e abrir caminho para novas possibilidades de inserção que compreendam capacidades dinâmicas que envolvem produtos à base dos recursos naturais é o argumento a ser desenvolvido.

## 2.2 OS RECURSOS NATURAIS NA DISCUSSÃO SOBRE DESENVOLVIMENTO DE LONGO PRAZO

Como discutido anteriormente, os argumentos contrários às atividades econômicas baseadas em recursos naturais consideram que retornos crescentes de escala seriam somente obtidos com a exploração de atividades industriais. No entanto, como já destacado, muitos países que avançaram em seu processo de industrialização concentraram esforços no desenvolvimento de competências e acúmulo de conhecimentos. Nesse sentido, será dada ênfase à abordagem neoschumpeteriana ou evolucionista como uma opção teórica relevante para tratar da formação de competências e acúmulo de conhecimentos a partir das questões relacionadas a produtos à base de recursos naturais. Ou seja, discute-se até que ponto há uma associação entre a obtenção de retornos crescentes e a natureza da atividade industrial, e se as atividades econômicas baseadas nos recursos naturais não poderiam também alcançar os ganhos associados aos retornos crescentes a partir da formação de competências, habilidades e do acúmulo de conhecimento. Por fim, é necessário avaliar as classificações de produção e comércio internacional por categorias tecnológicas, nas quais prevalece um

---

<sup>8</sup> Considera-se vantagem comparativa tradicional (ricardiana) aquele tipo de vantagem proveniente das diferenças das produtividades do trabalho em cada país. Essa característica foi somada às diferenças na posse e abundância de fatores de produção que, assim, ‘forçariam’ um país a se especializar em nichos específicos no âmbito do comércio internacional em função de seus preços relativos, ou de seus custos de produção, conforme a teoria neoclássica de dotação dos fatores (modelo Heckscher-Ohlin). Desta forma, prevalecem vantagens estáticas (as tradicionais) de modo que não haveria espaço, segundo essa visão, para a criação e expansão de vantagens dinâmicas, ou seja, para além dos preços relativos em um momento específico do tempo, sobretudo para países ‘abençoados’ com recursos naturais abundantes.



suposto simplista e parcial, segundo o qual os produtos à base de recursos naturais são irrelevantes para o desenvolvimento tecnológico e econômico.

### 2.1.1 A busca por retornos crescentes

Tradicionalmente, a análise do crescimento econômico esteve ancorada no papel dinâmico da indústria nos países desenvolvidos, como também é colocada no centro da discussão dos problemas enfrentados no caso dos países em desenvolvimento, conforme análise anterior referente à América Latina. E mais, o papel dinâmico da indústria no desenvolvimento econômico está associado aos retornos crescentes os quais são mais intensos na medida em que as indústrias se tornam mais dinâmicas ao longo do tempo. No entanto, esse dinamismo deve ser visto a partir das condições reinantes no ambiente competitivo contemporâneo, e do processo de aprendizado que se dá historicamente. A ideia de rendimentos crescentes advinda da possibilidade de aumento dos “frutos colhidos” (dos lucros, ou mesmo na interpretação dos termos de troca), a partir de uma base produtiva que cresce e se readéqua de maneira complementar e integrada com o conjunto de atividades econômicas, é o cerne da questão que se procura discutir adiante.

Allyn Young (1928) foi bastante inovador para a sua época ao apresentar ideias que permanecem cruciais para a compreensão do desenvolvimento econômico, segundo as quais as transformações na esfera industrial, de modo a atender o aumento de demanda, resultam numa expansão da produção total. Mas, apesar da importância do próprio aumento da produção, o cerne de sua análise está no crescimento do mercado em si, implicando no surgimento e expansão de outras atividades produtivas, gerando complementaridade e externalidades positivas. Dentre os principais elementos trabalhados pelo autor, destacam-se a transformação inerente à própria produção, num processo cumulativo e cadenciado que se irradia para indústrias complementares, e a sintonia entre as transformações da estrutura produtiva e o tamanho do mercado. Além da ênfase dada aos retornos crescentes, menção deve ser feita à sua crítica à negligência da teoria econômica neoclássica à dinâmica do desenvolvimento econômico, visto no pós II Guerra Mundial como sinônimo de crescimento econômico<sup>9</sup>. Esse tema foi

---

<sup>9</sup> A crítica recai sobre todas as interpretações feitas pela abordagem teórica tradicional com a manutenção da ideia de retornos constantes de escala. Isso ficou mais evidente e ganhou maior espaço na discussão

tratado pelo autor como uma sustentação importante do progresso econômico, no qual crescimento e transformação da base produtiva estão articulados, gerando externalidades num processo amparado em retornos crescentes.

A argumentação anterior se soma à constatação de que a indústria (geradora de complementariedades que expandem os mercados consumidores) é considerada como “*right business*”, quase que inevitavelmente, a partir das leituras sobre a história de países desenvolvidos (REINERT, 1994). Ou seja, a indústria é entendida como a “solução” dos problemas do desenvolvimento de longo prazo, e que, conforme suas análises da trajetória de diversos países é a atividade econômica que permite a obtenção de retornos crescentes. Apoiando-se nessa mesma perspectiva, a estratégia de desenvolvimento “List mais Smith”, denominada assim por Reinert (1994, p.09), defende mecanismos de estímulo e medidas protecionistas às estruturas produtivas locais, numa primeira fase, para num segundo momento ter condições de atuar em um ambiente marcado pelo livre comércio. A primeira fase é uma referência ao teórico Friedrich List que defendeu (em publicação de 1841) a proteção e estímulo à indústria nascente na Alemanha (Escola Histórica Alemã)<sup>10</sup> e a segunda refere-se a Adam Smith, defensor do livre comércio após a Inglaterra já ter atingido uma posição de destaque e de pujança nas relações comerciais no século XVIII<sup>11</sup>. Países como EUA, Alemanha e Inglaterra, por exemplo, que se utilizaram da estratégia “List mais Smith” sempre priorizaram atividades caracterizadas por retornos crescentes, ou onde a formação cumulativa de capacidades internas contribuísse para se alcançar inovações produtivas, catalisando transformações e gerando externalidades positivas<sup>12</sup>.

---

sobre crescimento após a II Guerra Mundial com a proposta analítica do modelo de crescimento de Solow.

<sup>10</sup> No entanto, Alexander Hamilton já defendia essas ideias para a promoção do desenvolvimento dos EUA em sua publicação de 1791 (HAMILTON, 1791). Assim, a proteção da atividade manufatureira americana foi um argumento amplamente defendido por ele, tal como também a intervenção do Estado na infraestrutura e no fornecimento de crédito para fomentar as atividades produtivas. Ideias essas que List se inspirou para desenvolver seu argumento para a indústria nascente alemã.

<sup>11</sup> A obra mais famosa de Adam Smith, “Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações” foi publicada pela primeira vez em 1776. Ou seja, bem antes do lançamento do livro de List, mas contemporânea ao trabalho de Hamilton (1791).

<sup>12</sup> Segundo Freeman e Soete (2008), o livro *National System of Political Economy* de List poderia ser chamado de *The National System of Innovation*, pois “ele defendia não somente a proteção das indústrias nascentes, mas também a formulação de uma ampla variedade de políticas destinadas a acelerar ou a tornar possível a industrialização e o crescimento econômico. A maioria dessas políticas estava voltada para o aprendizado de novas tecnologias e de como aplicá-las” (FREEMAN e SOETE, 2008, p. 504). Assim, os autores consideram que List já havia antecipado muitas das ideias referentes aos sistemas nacionais de inovação, inclusive no que se refere à importância da acumulação tecnológica como justificativa para as políticas de fomento às indústrias nascentes.

Apesar de as interpretações sobre a importância da indústria se concentrarem, sobretudo após o século XVIII, desde o século XV a Europa já buscava a construção de bases de conhecimento científico, o que contribuiu para o avanço das atividades manufatureiras (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011). Por um lado, muitos países europeus buscavam matéria-prima em países colonizados e tinham nesses locais os mercados para os produtos que geravam retornos crescentes para a economia europeia. Por outro lado, há países, a exemplo da Austrália, Canadá e EUA que, apesar de possuírem abundância de recursos naturais, não caíram na armadilha dos retornos decrescentes. Esses países desenvolveram estratégias voltadas para a construção de capacidade industrial local, inclusive com medidas protecionistas para fomentar atividades geradoras de retornos crescentes, com forte participação e interesse do Estado. As nações desenvolvidas se tornaram industrialmente avançadas porque além de propiciarem a cumulatividade do capital, também foram capazes de acumular conhecimento e utilizá-lo de modo a aumentar seus retornos. Nesse sentido, como seria possível reproduzir essa trajetória como estratégia para obtenção de retornos crescentes e dinâmicos a partir do desenvolvimento de atividades baseadas em recursos naturais?

Tendo em vista a noção difundida de que a indústria é condição estrutural para obtenção de retornos crescentes, países que não se industrializaram só estariam reduzindo as possibilidades de trilhar o mesmo caminho. Dessa forma, seria possível aos países com elevado peso de produtos básicos em suas exportações obterem retornos crescentes na mesma perspectiva apontada para os países industrializados? Historicamente, a evolução dos países que se consolidaram na indústria foi possível a partir da formação de capacidades técnicas e especializadas que os capacitou a assumir a dianteira tecnológica em várias áreas. Esse caminho permitiu a esses países alcançar posições de monopólio, derivadas do desenvolvimento científico e tecnológico com retornos crescentes que o colocaram à frente de outros países. Assim, a cumulatividade dos conhecimentos e das capacidades técnicas foi um fator essencial para o sucesso dessa trajetória. Por outro lado, os países que não desenvolveram esse tipo de sinergia benéfica para o alcance de retornos crescentes nas atividades industriais, tiveram que se recompor frente ao processo concorrencial<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Chang (2004) cita, por exemplo, como a Holanda teve sua posição superada pela Inglaterra quando esta última passou a dominar as técnicas na produção de lã, vindo a aumentar sua escala de produção e criando todas as condições necessárias (econômicas e políticas) para sufocar a produção e o comércio exterior da Holanda, a qual perdeu a posição de liderança.

Portanto, a posse de conhecimentos e do desenvolvimento de habilidades técnicas diversas torna possível alcançar maiores níveis de competitividade nos mercados externos. As adversidades são utilizadas na análise histórica, recorrentemente, para indicar que esse é um elemento essencial para estimular a superação de dificuldades e restrições que muitos países tiveram ao longo do tempo<sup>14</sup>.

No entanto, a indústria, dadas as características de seu processo produtivo, é capaz de viabilizar a lógica dos retornos crescentes em todas as linhas de produção manufatureira igualmente? E mais, é possível replicar essa dinâmica em produtos derivados de recursos naturais? Existem muitos produtos manufaturados que perderam, no âmbito do próprio processo produtivo, sua característica de portadores de alto valor agregado, tornando-se *commodities* com preços diferenciados quando colocados no mercado. Ao mesmo tempo, existem produtos de áreas tradicionalmente taxadas como de baixo valor agregado ou conteúdo tecnológico que, ao contrário, destacam-se por possuir características de incorporação de tecnologia<sup>15</sup>.

Assim, a ampliação das capacidades científicas e tecnológicas aplicadas ao longo de todas as etapas que permitem a exploração e comercialização desses produtos básicos não torna possível a obtenção de retornos crescentes para o conjunto da economia? Furtado (2008) cita a Suécia como exemplo de país tradicionalmente agrário que conseguiu se articular à evolução do capitalismo inglês, para na sequência também avançar e tornar-se uma nação industrializada. “Na Suécia, o maior grupo empresarial (família Wallenberg) nasceu numa economia ainda voltada para a exportação de madeira, desenvolveu a cadeia transitando à celulose e possui, atualmente, interesses em muitos outros setores de atividade econômica, incluindo uma fábrica de motosserras” (FURTADO, 2008, p. 36). Outro exemplo interessante se refere aos EUA que, além de ser um país que desenvolveu uma capacidade industrial, também se aproveitou da existência de seus recursos naturais para avançar ao criar o Serviço Geológico, na

---

<sup>14</sup> O livro “Nação Empreendedora” (SEÑOR e SINGER, 2011), segue essa opção metodológica para explicar porque Israel conseguiu atingir, ao longo de algumas décadas, o *status* de país com elevadas capacidades científicas e tecnológicas, mesmo sendo um país que vive uma situação bastante delicada nas relações políticas no seu entorno e possui baixíssima disponibilidade de terras e de recursos naturais que possam ser explorados em larga escala.

<sup>15</sup> Pérez (2010) cita que uma empresa que fabrica calçados específicos para diabéticos, por exemplo, não deveria ser vista com o mesmo olhar com que se vê a produção de calçados em geral, mas sim sob a perspectiva do setor de saúde, cujos desenvolvimentos tecnológicos são, normalmente, portadores de alta tecnologia. Furtado et al (2011) também faz ressalva similar ao apontar os exemplos referentes ao (desenvolvimentos relacionados ao) petróleo que é um produto à base de recursos naturais. Argumentação semelhante é apresentada por Katz, Ilizuka e Muñoz (2011).

segunda metade do século XIX (FURTADO, 2008)<sup>16</sup>. Uma análise similar é realizada por Varrichio (2012) que mostra a evolução da atividade petroléira na Noruega, da indústria do vinho na Austrália e indústria florestal na Finlândia. Em ambos os casos é evidenciada a evolução dessas atividades baseadas em recursos naturais e do processo cumulativo de conhecimento que tornou possível àqueles países se tornarem internacionalmente competitivos nas indústrias citadas.

A criação de conhecimentos que possam ser replicados e que permitem aumentar a competitividade, ao mesmo tempo em que favorece a dinâmica de seu entorno possibilitando retornos crescentes, é o caminho para a sustentação de um elevado nível de competitividade. Assim, considera-se que essa abordagem pode ser aplicada a casos de países que possuem ampla disponibilidade de recursos naturais para exploração comercial e as quais também são capazes de propiciar retornos crescentes associados às atividades relacionadas aos recursos naturais. Ocorre que as atividades industriais podem se desenvolver direta ou indiretamente relacionadas à base agro mineral por meio da demanda de matérias-primas. No entanto, atividades baseadas em recursos naturais podem ser tão dinâmicas quanto atividades exclusivamente industriais, desde que sejam criadas as condições propícias para que o dinamismo produza retornos crescentes a partir da base natural.

### 2.2.2 A importância da formação de competências locais e da cumulatividade de conhecimentos para o desenvolvimento de longo prazo

A discussão sobre a busca de maiores retornos crescentes, ainda que em atividades industriais, indicou que os esforços internos baseados na formação de competências e na expansão e acúmulo de conhecimento são variáveis fundamentais para o progresso e desenvolvimento econômico. Nessa perspectiva, considera-se o referencial teórico evolucionista ou neoschumpeteriano<sup>17</sup> para a análise do

---

<sup>16</sup> Um século depois, o Brasil conseguiu avançar após a criação em 1973 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), um exemplo de sucesso no transbordamento de conhecimentos científicos e técnicos em prol da melhoria dos processos produtivos associados a diversas espécies vegetais exploradas comercialmente (FURTADO, 2008).

<sup>17</sup> O termo evolucionista foi consagrado por Nelson e Winter (2005) em seu trabalho seminal que propôs uma teoria evolucionária para a análise das firmas e dos mercados. Essa proposta foi pensada a partir da analogia com a biologia e seu caráter evolutivo aplicado ao caso do desenvolvimento capitalista e das diversas mudanças tecnológicas. Já o sentido da abordagem neoschumpeteriana, atribuída inicialmente a Freeman e Soete (2008) e Dosi (1982), é aqui utilizada como similar à proposta evolucionista. Isso decorre do fato de ambas as interpretações se ampararem no trabalho de Joseph Schumpeter, para quem

desenvolvimento e das transformações produtivas, para os quais são fundamentais a formação de competências, o acúmulo de conhecimento e o avanço tecnológico. Assim, o conhecimento acumulado e as competências desenvolvidas e disponíveis em um país podem gerar efeitos positivos que alteram permanentemente o perfil das atividades produtivas, sejam elas industriais ou não. Isso se concretiza na medida em que estágios superiores do desenvolvimento tecnológico são alcançados pelo sistema produtivo dos países, incluindo as atividades relacionadas à exploração de recursos naturais.

Apesar de parecer haver um consenso, segundo essa literatura neoschumpeteriana, de que a mudança técnica é a mais importante fonte de dinamismo em uma economia capitalista, tal aspecto foi negligenciado na literatura econômica do *mainstream* (FREEMAN, 1998). Adicionalmente, um ponto central na abordagem evolucionista ou neoschumpeteriana se refere às informações que não estão disponíveis para todos os agentes, e mesmo quando estão acessíveis não significa que os agentes saberão utilizá-las da melhor forma, pois existem limitações e diferenças nas suas capacidades. Assim, o aspecto da incerteza e do caráter específico do progresso técnico que dificulta sua simples transferência de um agente para outro são centrais no referencial teórico evolucionista/neoschumpeteriano (CORAZZA e FRACALANZA, 2004).

Ao apresentarem a abordagem evolucionária da economia, Nelson e Winter (2005) afirmam que ela se preocupa com os processos que geram mudanças de longo prazo. Ademais, as observações sobre regularidades ou características do momento presente da atividade econômica não devem ser vistas estaticamente, mas sim de forma dinâmica, a partir do conhecimento que se tem do passado. Por isso o futuro será diferente por incorporar as mudanças dinâmicas que ocorrem no momento presente. Assim, as inovações não são resultado da simples análise do custo versus seu benefício, pois também não se trata de um procedimento probabilístico. A inovação<sup>18</sup> só se torna possível com as experiências prévias, tentativas, acertos e erros, uma vez que a incerteza está sempre presente em todos os processos de caráter dinâmico e na tomada de decisão por parte dos agentes econômicos (NELSON e WINTER, 2005)<sup>19</sup>.

---

as transformações e distúrbios permanentes no sistema econômico, gerados a partir das inovações, tornavam possível o avanço no desenvolvimento econômico.

<sup>18</sup> O termo inovação aqui utilizado trata, de forma abrangente, de produtos, serviços, processos, métodos e sistemas que não existiam anteriormente ou que passam a ocorrer por alterações pontuais ou sistêmicas em relação ao que se detinha até então, e que estão introduzidos ou são voltados para o mercado.

<sup>19</sup> Originalmente publicado em 1982 em sua versão em inglês.

A abordagem neoschumpeteriana lançou as bases de seus questionamentos a partir das deficiências das teorias tradicionais que não se preocupavam em examinar os efeitos da educação, da pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de outros fatores relacionados à tecnologia sobre o aumento da produtividade e crescimento de longo prazo dos diferentes países (NELSON, 2006)<sup>20</sup>.

Um ponto importante apontado por Freeman e Soete (2008)<sup>21</sup> se refere aos primeiros estudos econométricos sobre o crescimento dos países industrializados que atribuíram a maior parte do crescimento ao progresso técnico, ao invés dos tradicionais fatores de produção (trabalho e capital). No entanto, como bem apontam, apesar dessa constatação a interpretação da mudança técnica não recebeu a devida atenção nas análises econômicas tradicionais<sup>22</sup>.

A partir desse contexto, pode-se dizer que a tecnologia contribui para as mudanças nas economias nacionais de duas formas contraditórias. Primeiramente, é um poderoso mecanismo capaz de ‘desequilibrar’ o crescimento econômico, pois propicia o desenvolvimento de vantagens competitivas. Em segundo lugar, a tecnologia permite alcançar um novo equilíbrio entre os países na medida em que o conhecimento desenvolvido pelos inovadores se propaga entre os imitadores permitindo a estes superar sua condição de atraso. Assim, a evolução do conhecimento é altamente dependente de sua trajetória, ou seja, do conhecimento já acumulado pelos agentes econômicos no passado (ARCHIBUGI e MICHIE, 1998). Por isso, Freeman (1998) argumenta que a acumulação de conhecimento é um processo iterativo e peça fundamental em qualquer tentativa de se compreender o comportamento das empresas, como também da economia como um todo.

Essa discussão sobre formação de competências e do papel do conhecimento a partir da abordagem neoschumpeteriana é importante para embasar o entendimento do processo através do qual essas variáveis contribuem para delinear o perfil de competitividade e de inserção internacional. Ocorre que o padrão de comércio internacional dos países tenderá a ser diferente quando esses países têm acessos

---

<sup>20</sup> Originalmente publicado em 1996 em sua versão em inglês.

<sup>21</sup> Originalmente publicado em 1997 em sua versão em inglês.

<sup>22</sup> “Já na década de 1960, a tese de que disparidades e defasagens tecnológicas entre países estavam no centro dos diferentes desempenhos de crescimento havia se tornado bastante difundida entre muitos economistas e formuladores de políticas da Europa. O reconhecimento da importância das contribuições das ciências e da tecnologia para o crescimento econômico foi exemplificado pela busca frenética de explicações para o chamado “resíduo” daquela parte do crescimento econômico que não podia ser explicada pela produtividade do trabalho e pela acumulação do capital” (FREEMAN e SOETE, 2008, p. 499).

diferenciados às mesmas tecnologias (ARCHIBUGI e MICHIE, 1998). Daí a importância de compreender como a mudança técnica tem alterado os padrões de comércio e de crescimento econômico entre as nações. A partir da década de 1960 o papel da tecnologia e da inovação e sua relação com o comércio internacional passou a ser reconhecida, de forma que vantagens comparativas poderiam ser criadas e mantidas por meio de investimentos voltados para áreas focadas na tecnologia e no conhecimento. Assim, este último poderia ser acumulado a partir de sua vinculação com processos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e atividades relacionadas<sup>23</sup>.

Um desenvolvimento teórico importante elaborado com base na crença do papel diferencial que a tecnologia impunha aos diversos países foi tratado pela literatura do “*gap* tecnológico”. Posner (1961) foi o autor pioneiro que tratou dessa temática, segundo o qual o *gap* tecnológico entre as diversas nações podia ser visualizado a partir das características dos fluxos comerciais. O padrão de comércio seria, assim, explicado pelo acesso assimétrico a conhecimentos tecnológicos. O comércio exterior continuaria a existir entre um e outro país se as diferenças (o *gap*) entre eles em termos de suas capacitações em inovar e imitar, respectivamente, continuassem.

Mas, o que explica as vantagens comparativas? Para entender essa questão, faz-se necessário responder, previamente, uma outra indagação: “o que explica a composição internacional do comércio por país, ou, a composição de cada nação nos fluxos comerciais?” (DOSI, PAVITT e SOETE, 1990b, p. 150). O caminho para responder a estas questões deve passar pela teoria da inovação e da difusão tecnológica de cunho neoschumpeteriano. Por meio dela é possível entender as assimetrias que surgem no processo competitivo entre os países, dando lugar à dinâmica de hiatos e *catching-up* que redefine a competitividade internacional de cada país (FREEMAN, 2004).

Assim, a tecnologia é necessária não somente para criar, mas também para manter vantagens comparativas, e a especialização tecnológica (em paralelo aos seus ativos complementares) delinea a estrutura e a composição dos fluxos de exportações de um país ou região (ANDERSSON e EJERMO, 2006). Neste sentido, a dotação de

---

<sup>23</sup> Rosenberg (1970 *apud* Dosi, Pavitt e Soete, 1990a, p. 16) coloca que: “in a world where rapid technological change is taking place we may need an analytical apparatus which focuses in a central way upon the process of technological change itself, rather than treating it simply as an exogenous force which leads to disturbances from equilibrium situations and thereby sets in motion an adjustment process leading to a new equilibrium”. Há de se frisar que a relação entre a competitividade internacional e mudança técnica de um país ou um setor tem ganhado cada vez mais importância na agenda da política de desenvolvimento na atualidade.



conhecimento deve ser objeto de atenção quando da análise do padrão de inserção internacional dos diversos países. Ocorre que as vantagens comparativas se tornam dinâmicas, na medida em que podem passar por avanços quando da realização de investimentos indutores de formação de conhecimentos e capacitações. As assimetrias competitivas são, na realidade, obtidas (dinamicamente) e mantidas via expansão e criação de conhecimentos. Neste sentido, os avanços têm se dado de modo a considerar que o conhecimento é um elemento de caráter cumulativo que cria e impulsiona a produtividade e competitividade entre as distintas localidades (ANDERSSON e EJERMO, 2006).

A inovação tecnológica também é crucial para se explicar o padrão comercial setorialmente, pois os países acabarão por ter melhores resultados comerciais nos setores onde eles se destacam na inovação tecnológica (tradicionalmente, os casos de produtos classificados como de alta tecnologia) (AMENDOLA, GUERRIERI e PARDOAN, 1998). Sobretudo no que se refere aos países tradicionalmente classificados como industrializados, as atenções se voltam aos produtos de maior conteúdo tecnológico (ou de alta tecnologia), os quais são relacionados a reflexos positivos que geram sobre sua inserção no comércio internacional e em seu crescimento econômico (GRUPP e MÜNT, 1998).

Durante os anos de 1990, governos de muitos países reservaram especial atenção às indústrias classificadas como de alta tecnologia devido a três razões principais. Em primeiro lugar essas indústrias têm contado com grandes e crescentes parcelas do comércio e dos investimentos em países/regiões mais industrializadas. Em segundo lugar essas indústrias costumam ser fontes de inovações tecnológicas, e isso pode gerar benefícios de transbordamentos sobre relações intra e interindustriais. Por fim, essa indústria é caracterizada por ter alta produtividade e pagar salários mais altos do que outras atividades econômicas (GUERRIERI e MILANA, 1998).

Assim, os países que pretendem se especializar em segmentos que produzem itens com maiores valores adicionados e não querem se tornar fontes de produção e trabalho de baixos salários, devem criar capacidades de absorver e reter talentos, como forma de produzir conhecimento e, assim, reduzir o gap em relação à fronteira tecnológica<sup>24</sup> (DOSI, PAVITT e SOETE, 1990a). Elementos sempre associados aos casos dos produtos definidos como de maior valor conteúdo tecnológico.

---

<sup>24</sup> Freeman (2004) adiciona que apesar do reconhecimento do papel importante dos gastos em pesquisa e desenvolvimento em diversos países, é importante salientar que houve fatores institucionais que foram

Na visão neoschumpeteriana as diferenças tecnológicas internacionais passam a ser tratadas como uma base importante de explicação para o comércio, visto como um processo dinâmico de competição (AMABLE e VERSPAGEN, 1995). Desta forma, deter atividades econômicas sustentáveis, vinculadas a avanços tecnológicos, de modo a estimular maiores níveis de produtividade, seria o suposto básico para expandir a competitividade internacional, inclusive no caso dos produtos à base de recursos naturais. Dessa forma, uma estratégia de sucesso para o desenvolvimento econômico será aquela que associa a habilidade de um país em criar um conjunto de conhecimentos e competências endogenamente (ARCHIBUGI e MICHIE, 1998).

Esse arcabouço teórico revela-se adequado para a discussão em torno das potencialidades do desenvolvimento econômico de países que possuem, historicamente, uma dependência relativamente maior de recursos naturais do que países industrializados. Essa dicotomia se assemelha à discussão estruturalista do padrão de inserção internacional dos países em desenvolvimento frente aos desenvolvidos (ou, industrializados), apresentada no início desse capítulo. O argumento apontado por Archibugi e Michie (1998) a respeito da necessidade de produzir conhecimento para se alcançar maiores benefícios no longo prazo pode ser utilizado para a discussão em torno das potencialidades a partir dos produtos à base de recursos naturais. Isso se justifica no sentido de que a capacidade transformadora proposta com a formação de competências e do acúmulo de conhecimento em um país pode transformar qualitativamente seu perfil produtivo e comercial, inclusive em atividades historicamente classificadas como menos dinâmicas ou tecnologicamente menos intensivas, como aquelas baseadas em recursos naturais.

Furtado e Urias (2013) utilizam o setor de mineração para defender a ideia de que os recursos naturais, por si só, não existem, mas, sim, precisam ser criados a partir das habilidades e dos conhecimentos acumulados. Assim, é o avanço dos conhecimentos e das tecnologias que definem a utilidade dos recursos naturais na dinâmica capitalista, nos diferentes mercados. Segundo os autores os recursos naturais encontrados na natureza só se tornam recursos úteis na sociedade mediante o uso de recursos prévios, ou seja, dos conhecimentos que dão utilidade aos recursos naturais.

---

além e tiveram participação essencial em resultados dinamizadores do comércio. O papel da pesquisa governamental, do sistema de educação e as relações entre vários grupos de firmas foram fatores que também se destacaram neste contexto. No entanto, não se entrará no debate acerca da formação e qualificação de recursos humanos e da estrutura institucional necessária para obtenção de resultados mais dinâmicos no comércio, neste trabalho.

Grande parte dos recursos é resultado da engenhosidade humana auxiliada por um processo lento, paciente, gradual e, por vezes, árduo, de aquisição de conhecimento e de experiência. Tudo isso mostra que os recursos naturais não *existem*, eles precisam ser *criados*. Eles não são estáticos, mas se expandem e se contraem em resposta às necessidades e às ações humanas. A extração de recursos naturais sem mudança técnica – com uso das tecnologias já existentes e sem promoção de avanços na base de conhecimento, numa perspectiva de fluxo linear – representa o mero uso dos recursos (FURTADO e URIAS, 2013, p. 14).

Abundância de recursos naturais não é condição suficiente para que sejam explorados. Para tanto, faz-se necessário que, primeiro, se desmistifique essa percepção de atraso econômico e das respectivas perdas associadas a eles, e, segundo, são necessárias ações que fomentem a formação de competências e de conhecimentos em mercados relacionados aos produtos à base dos recursos naturais.

### 2.2.3 Análise sobre conteúdo tecnológico em produtos baseados em recursos naturais

A formação de competências, dotação de conhecimentos e vantagens comparativas dinâmicas e seus reflexos no padrão de inserção internacional dos países, materializam-se nas características dos produtos segundo critérios de incorporação de conteúdo tecnológico. Como destacado antes, as críticas à dependência de exportações baseadas em recursos naturais e seus efeitos negativos para o desenvolvimento, segundo a visão estruturalista, e a importância estratégica da indústria, dado seu poder gerador de retornos crescentes, estão fortemente arraigadas nas interpretações sobre desenvolvimento econômico. Dessa forma produtos classificados como à base de recursos naturais, produtos básicos ou *commodities* agrominerais, são sempre considerados frutos do processo produtivo que não incorporam tecnologia ou possuem baixo valor agregado. Essa percepção, em diversas situações, negligencia aspectos situados no entorno produtivo que fazem com que tais produtos sejam comercializados em condições competitivas e que, também, incorporam resultados acumulados de conhecimentos e tecnologias aplicados em suas etapas produtivas.

Grande parte do debate sobre a natureza dos produtos está relacionada aos diversos métodos e taxonomias para definição de suas intensidades tecnológicas, tendo como base *proxies* utilizadas para classificar as atividades econômicas, o perfil produtivo e o padrão de comércio internacional sob a perspectiva tecnológica<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> Muitos trabalhos definem intensidade tecnológica a partir de *proxies* baseadas em dados dos EUA. Isso ocorre, em grande medida, devido aos trabalhos da *National Science Foundation* em munir dados estatísticos desagregados sobre pesquisa e desenvolvimento (P&D) de forma continuada. Além do mais,

O conceito de alta tecnologia não é bem definido na economia (GRUPP e MÜNT, 1998). Normalmente se considera como parâmetro para definir alta tecnologia os gastos em P&D ou a relação entre gastos com P&D e faturamento, sem que necessariamente haja consenso a respeito. Duas das principais referências em classificação de produtos em categorias tecnológicas, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) e a *National Science Foundation* (NSF), classificam alguns produtos básicos como madeira, têxteis, bebidas e couros como produtos de baixa tecnologia (Tabela 2.1). As classificações apontadas são baseadas na *International Standard Industrial Classification* (ISIC), que é um padrão adotado internacionalmente para classificar atividades produtivas.

Classificação da NSB (2006)		Classificação da OECD (2005)	
Indústria	ISIC Rev. 3		ISIC Rev. 3
<b>Total da Indústria</b>	15-37	<b>Total da Indústria</b>	15-37
<b>Alta tecnologia</b>		<b>Alta Tecnologia</b>	
1. Aeronaves e objetos espaciais (naves, satélites)	353	1. Aeronaves	353
2. Farmacêutica	2423	2. Farmacêutica	2423
3. Máquinas e equipamentos de computação e escritório	30	3. Computadores e equipamentos de escritório	30
4. Rádio, televisão e equipamentos de comunicação	32	4. Eletrônicos de comunicação	32
5. Instrumentos óptico, médicos e de precisão	33	5. Instrumentos de precisão	33
<b>Média-alta tecnologia</b>		<b>Média-alta tecnologia</b>	
6. Maquinaria elétrica e outros equipamentos	31	6. Máquinas elétricas	31
7. Veículos, trailers e semi-trailers	34	7. Veículos motorizados	34
8. Química excluindo farmacêutica	24 (sem 2423)	8. Química (exceto 2)	24 (sem 2423)
9. Equipamentos de ferrovias e equipamentos de transporte	352+359	9. Outros equipamentos de transporte	352+359
10. Máquinas e outros equipamento sem classificação	29	10. Máquinas e equipamentos	29
<b>Média-baixa tecnologia</b>		<b>Média-baixa tecnologia</b>	
11. Coque, produtos de petróleo refinado e óleo nuclear	23	11. Refino de petróleo	23
12. Borracha e produtos plásticos	25	12. Borracha e plásticos	25
13. Outros produtos minerais não metálicos	26	13. Produtos minerais não metálicos	26
14. Construção e reparos de barcos e embarcações	351	14. Construção de embarcações	351
15. Metais básicos	27	15. Metais básicos	27
16. Produtos fabricados de metal, exceto máquinas e equipamentos	28	16. Produtos fabricados de metal (exceto 10)	28
<b>Baixa Tecnologia</b>		<b>Baixa tecnologia</b>	
17. Produtos não classificados em outra categoria e recicláveis	36-37	17. Outros produtos industrializados	36-37
18. Madeira, celulose, papel, produtos de papel, de impressão e de publicação	20-22	18. Madeira e móveis	20
19. Produtos de madeira, bebidas e tabaco	15-16	19. Papel e impressão	21-22
20. Têxteis, vestuários, couro e calçados	17-19	20. Têxteis, vestuário e couro	17-19

**Tabela 2.1 – Classificação Industrial por Níveis Tecnológicos – NSB (2006) e OECD (2005)**

Fonte: NSB (2006, p. 6-11) e OECD (2005, p. 172).

Em 1984, Keith Pavitt publicou um artigo seminal no periódico *Research Policy* no qual procurou explicar padrões setoriais de mudança tecnológica, utilizando-se de duas mil inovações realizadas na Grã-Bretanha entre 1945 e 1979. A regularidade das observações referentes a essas inovações possibilitou a Pavitt (1984) chegar a uma taxonomia dos agrupamentos de segmentos por categorias de empresas. Dessa forma, o trabalho atribuiu forte importância às fontes da inovação como critério de definição de

---

os EUA é o país que mais gasta com P&D dentre os países da OCDE, tornando razoável assumir a distribuição de intensidade tecnológica daquele país para todo aquele conjunto de nações.

alocação das empresas/segmentos nessas categorias (ou seja, tornando possível indicar padrões setoriais de mudança tecnológica).

A partir da análise das características e variações dessas inovações, Pavitt (1984) conseguiu elaborar uma taxonomia para as empresas pertencentes a setores com base no tipo e na forma como as inovações ocorriam setorialmente. Para isso se considerou as fontes de tecnologia, as demandas dos usuários e as possibilidades de apropriação. Assim, o autor registrou três categorias de firmas: 1) dominadas por fornecedores (*supplier dominated*); 2) intensivas em produção (*production intensive*); e, 3) baseadas em ciência (*science based*). A segunda categoria foi dividida em dois subgrupos: Intensiva em Escala e Fornecedores Especializados. Para Pavitt (1984), os setores da economia podem ser visualizados por suas similaridades e diferenças no que tange às fontes, à natureza e aos impactos das inovações, pois as firmas vistas a partir de seu segmento podem produzir ou ser usuários de inovação proveniente de firmas de outros segmentos.

Dentre as empresas classificadas como Dominadas pelos Fornecedores, Pavitt (1984) aloca as empresas de segmentos tradicionais da produção industrial e da agricultura, pois elas normalmente são pequenas no que se refere às suas capacidades de engenharia e P&D internas às empresas. Assim, a maior parte das inovações e avanços tecnológicos vinha de fornecedores de equipamentos e materiais externos às empresas. No entanto, Pavitt (1984, p. 370) faz uma ressalva em suas conclusões registrando que a taxonomia proposta por ele deveria ser ampliada, sobretudo para dar maior ênfase ao caso da exploração de recursos naturais no que se refere à utilização de equipamentos e instrumentos de produção em larga escala (provenientes da categoria de empresas intensivas em produção).

A interpretação de Pavitt (1984) serviu de referência para diversos trabalhos elaborados subsequentemente visando definir o conjunto de atividades econômicas nas quais há maior densidade ou incorporação de conhecimento e tecnologia. Assim, novas interpretações foram realizadas, a exemplo das classificações de atividades industriais adotadas pela OCDE e NSF, relacionadas com a tipologia proposta por Pavitt (1984).

Mesmo no que se refere às análises de estatísticas por nível tecnológico de países em desenvolvimento, os estudiosos do tema também têm se baseado nesse tipo de taxonomia. No caso brasileiro isso não deixa de ser diferente. Na primeira edição dos Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FURTADO et al, 2002) foram estabelecidas algumas bases para a

discussão do conteúdo tecnológico presente nas mercadorias transacionadas com o exterior. Para isso, as estatísticas de comércio internacional do Brasil precisavam ter uma correspondência com uma classificação de produtos a partir da perspectiva tecnológica. Isso foi realizado com base nas categorias de produtos CTP (*Commodity Trade Pattern*), originada a partir do levantamento e discussão realizada por Pavitt (1984). A partir dessa classificação CTP formaram-se 11 grupos de produtos, definidos conforme um espectro de diversos graus de incorporação tecnológica. A Tabela 2.2 apresenta os 11 grupos de produtos e, adicionalmente, um conjunto residual para produtos em que a classificação em outras categorias não foi adequada (por exemplo, joias, pedras preciosas, obras de arte, e outros).

Abrev.	Denominação	Nível Tecnológico
IIP&D	Indústria Intensiva em P&D	Alta Tecnologia
FE	Fornecedores Especializados	
IIT	Indústria Intensiva em Trabalho	Média Tecnologia
IIRRM	Indústria Intensiva em Recursos Minerais	
IIE	Indústria Intensiva em Escala	
PPA	Produtos Primários Agrícolas	
IA	Indústria Agroalimentar	
IIORA	Indústria Intensiva em Outros Recursos Agrícolas	
IIRE	Indústria Intensiva em Recursos Energéticos	Baixa Tecnologia
PPE	Produtos Primários Energéticos	
PPM	Produtos Primários Minerais	
NC	Não Classificados	

**Tabela 2.2 – Classificação *Commodity Trade Pattern* e Níveis Tecnológicos**

Fonte: Furtado et al (2002)

A classificação de grupos de produtos a partir de seu conteúdo tecnológico, tal como a CTP e seu respectivo cálculo dos valores médios, referenda que os produtos intensivos em tecnologia são, em geral, aqueles para os quais países desenvolvidos são líderes (eletrônicos e tecnologias de informação, por exemplo). Seu contraponto, as *commodities* agrícolas, seriam portadores de conteúdos tecnológicos irrelevantes ou nulos. Por um lado, o *boom* recente de exportação de *commodities* pelo Brasil<sup>26</sup> demonstra que a análise baseada na classificação tradicional de conteúdo tecnológico de acordo com os setores econômicos pode diluir de maneira surpreendente o resultado sobre seu conteúdo tecnológico. Enfim, apesar da utilidade do cálculo do valor médio

<sup>26</sup> Esse argumento será demonstrado no capítulo 3.

para os objetivos a que se destinou, tem-se nele, também, um contraponto para o debate ora proposto.

A produção de soja, por exemplo, nem sempre expõe a trajetória tecnológica que possibilitou a expansão da fronteira agrícola e dos aumentos acelerados de produtividade por área plantada. Além disso, o valor médio induz sempre a considerar que todos os produtos eletrônicos e farmacêuticos importados possuem elevado conteúdo tecnológico. No entanto, sabe-se que muito do que se importa deste tipo de produto se refere a material padronizado para processos de montagem. Assim, pode-se alegar que no grupo de produtos que estão classificados como de alta tecnologia há itens que não possuem esse atributo. Tal como no conjunto dos itens denominados de baixa tecnologia e/ou produtos à base de recursos naturais existe incorporação tecnológica que passa despercebida, pois não é considerado o tipo de capacitação existente no país e seu impacto na competitividade de itens tradicionalmente chamados de não (ou menos) intensivos em tecnologia.

Possas et al (1994) discutem as questões tecnológicas subjacentes à análise da agricultura como um segmento econômico que sempre foi visto como simples receptor de conhecimentos e tecnologias disponibilizados por outras áreas, somente. Para isso, os autores se utilizam da abordagem neoschumpeteriana, mas procuram ir além das transferências tecnológicas intersetoriais tipicamente inspiradas na classificação de empresas dominadas pelos fornecedores, de Pavitt (1984). Assim, a crítica de Possas et al (1994) é que as mudanças técnicas e a inovação raramente são aspectos considerados na análise econômica aplicada à agricultura.

Apesar de Pavitt (1984) ter indicado que as mudanças técnicas na agricultura se devem quase inteiramente a empresas dominadas por fornecedores, Possas et al (1994) criticam que não se pode ignorar a presença de políticas e instituições públicas que provêm recursos e outros suportes para pesquisa. Adicionalmente, a análise reservada para a agricultura não pode ser feita à parte ou de modo diferente daquela feita sobre outras atividades econômicas. E pensar a dinâmica tecnológica na agricultura somente pela ótica dos fornecedores seria um erro, porque as fontes de inovação na agricultura têm uma disciplinaridade diversa, como também origens estratégicas competitivas.

Por isso Possas et al (1994) registram que a respeito da dinâmica inovativa na agricultura é importante mencionar que em atividades relacionadas à agricultura é possível encontrar atividades Baseadas em Ciência (pesticidas e sementes), Intensiva em Escala (fertilizantes químicos), dependente de Fornecedores Especializados

(máquinas agrícolas) e as empresas Dominadas pelos Fornecedores (indústria de processamento alimentar). Assim, trata-se de uma atividade econômica de caráter multidisciplinar, pois envolve o gerenciamento de condições físicas (solo, temperatura, etc), químicas (formas moleculares e elementos) e biológicas (plantas, animais e microorganismos).

Portanto, as *commodities* não podem ser vistas como sinônimo de produtos básicos. Atualmente existem diversos produtos industrializados que incorporam menor valor do que muitos produtos básicos, tradicionalmente classificados como *commodities*, e assim, de baixa tecnologia. Uma *commodity* é o bem que ao ser comercializado se diferencia de seus efetivos e potenciais concorrentes por meio da diferença de preços e não de qualidade, necessariamente. Assim, é possível afirmar que há diversos produtos manufaturados que se encaixam nessa situação, e não somente os produtos agrícolas ou minerais. Por um lado, produtos mais intensivos em mão-de-obra, tal como vestuário, por exemplo, podem ser alocados nesse grupo. Por outro lado, com o avanço das técnicas e tendência de redução relativa de preços de diversos produtos industrializados ao longo do tempo, há produtos que tradicionalmente são classificados como portadores de maior conteúdo tecnológico, mas que, vistos isoladamente, tendem a não confirmar essa interpretação. Toda a parte de *hardware* na produção eletroeletrônica e de informática poderia ser pensada a partir dessa perspectiva. Ou mesmo, a produção de *chips* eletrônicos que por muito tempo simbolizava a mais alta tecnologia, hoje são produtos padronizados e que acabam por se diferenciar em preço no mercado internacional.

Essa questão é bastante complexa no que tange às possibilidades de demonstração clara das diferenciações entre o efetivo conteúdo tecnológico dos produtos, alocados em diversos tipos de classificações. Furtado et al (2011) argumenta que, com base nas classificações dos países desenvolvidos, muitos cometem o erro de seguir o mesmo tipo de metodologia sem se preocupar com as realidades discrepantes. Assim, frisa que todos os produtos do ramo farmacêutico são alocados na categoria de alta tecnologia, sem, no entanto, especificar se esses produtos são medicamentos novos e sofisticados do ponto de vista científico ou se são simples *commodities* químicas, com conhecimento tecnológico ultrapassado, por exemplo. Essa observação é um indício da necessidade de uma análise voltada para o conteúdo tecnológico e respectivo agrupamento de mercadorias de forma que as classificações sejam revistas



recorrentemente. No entanto, isso pode prejudicar eventuais comparações que se queira realizar ao longo do tempo.

“Um insumo de baixa tecnologia pode estar, a despeito disso, relacionado a um processo tecnológico com aprendizado relevante” (FURTADO et al, 2011, p.6-8). Um exemplo citado é o referente à plataforma exportadora asiática de produtos eletrônicos. O ponto é que esses países importam muitos dos componentes de alta tecnologia, montam os produtos e exportam computadores na categoria de alta tecnologia – o que é algo enganoso, pois exportam produtos intensivos em trabalho<sup>27</sup>.

Considera-se que a construção de uma estrutura propícia ao desenvolvimento de longo prazo que permita a consolidação de uma competitividade internacional, mesmo em segmentos já consolidados como no caso de diversos produtos à base de recursos naturais ou *commodities* agrícolas, depende da existência de condições propícias. A formação e articulação de competências técnicas, a cumulatividade do conhecimento e as ações orientadas a partir da definição de políticas públicas devem estar aliadas ao formato da estrutura econômica de países com abundância relativa e maior potencial em produtos à base de recursos naturais de modo que tais preocupações procurem superar o ceticismo sobre as características negativas atribuídas aos produtos à base de recursos naturais. Nesse sentido, as estatísticas vistas a partir de taxonomias utilizadas de forma padronizada acabam por prejudicar a percepção da realidade no que tange aos processos que permeiam a trajetória de apoio e de produção de diversos produtos tradicionalmente classificados como de baixa tecnologia, ou menos dinâmicos. As estatísticas observadas cruamente não permitem uma percepção dinâmica dessa realidade e nem de uma situação mais promissora.

Essa discussão é propícia para os produtos derivados da cana-de-açúcar, em especial o etanol, que é objeto de análise dessa tese. Assim, o argumento defendido é que o etanol, tal como outros produtos à base de recursos naturais, não é

---

<sup>27</sup> Ao discutir o caso de sucesso da Embraer que importa em torno de 60% do valor que exporta, Furtado et al (2011) lembra que esse é um caso considerado de sucesso na trajetória do desenvolvimento industrial brasileiro. Por outro lado, outros casos críticos como a eletrônica sempre foram vistos como estratégicos, devendo ser completamente internalizado. Todavia, a Embraer mesmo não produzindo tudo, consegue internalizar conhecimento e capacidades técnicas, mesmo importando uma soma elevada relativamente ao total que exporta. “... a pergunta que fica é sobre o motivo de não valer para a eletrônica o que vale para a Embraer: por que razão não podem a indústria brasileira e seu setor de serviços, incluindo os serviços voltados para os demais setores de produção (mineração, agropecuária, indústria), desenvolver produtos e soluções tecnologicamente vigorosos e afirmativamente inovadores contando sobretudo com a inteligência de concepção e apoiando-se também em insumos e componentes importados?” (FURTADO et al, 2011, p. 6-13).

necessariamente desprovido de esforços inovativos ou do progresso do conhecimento acumulado e das capacidades técnicas utilizadas no seu desenvolvimento e produção (incluindo nessa perspectiva os desafios e oportunidades para o futuro associados a ele). O etanol acaba por ser um produto classificado dentre aqueles menos intensivos em tecnologia por ser um produto ou recurso energético obtido à base de recursos naturais, o que acaba sendo uma interpretação parcial e simplista da realidade.

### 2.3 JANELAS DE OPORTUNIDADES E OS RECURSOS NATURAIS

Historicamente, a América Latina se destacou como fornecedora de produtos básicos ao mesmo tempo em que possuía uma dependência acentuada de produtos manufaturados advindos de países industrializados. A partir desse contexto, os produtos à base de recursos naturais têm sido considerados pouco dinâmicos e geradores de retornos decrescentes<sup>28</sup>, conforme analisado anteriormente. No entanto, recentemente estes produtos têm sido identificados com possibilidades ou “janelas de oportunidades” em países cujas economias são marcadas por sua exploração, sem necessariamente terem suas perspectivas de desenvolvimento de longo prazo comprometidas.

A noção de janelas de oportunidades adotada nesta análise se refere às situações e contextos favoráveis de estímulo ao desenvolvimento econômico a partir das atividades econômicas baseadas em recursos naturais. Nesse sentido, elas são chances existentes, em momentos propícios, para a tomada de decisão que tenha como objetivo criar e/ou ampliar oportunidades de desenvolvimento a partir da exploração, de forma sustentável, dos recursos naturais. O conceito está relacionado a novas possibilidades de utilização e ampliação das bases produtiva, tecnológica e comercial o que pode possibilitar a geração de valor e diferenciação de produtos baseados em recursos naturais. Essas oportunidades também estão relacionadas à capacidade de ganho de escala associada às possibilidades de acumular mais conhecimentos e de ampliar o rol

---

<sup>28</sup> Dentre os principais motivos que levam a essa caracterização negativa dos produtos à base de recursos naturais, Marin e Smith (2010, p. 08) citam os seguintes. “First, because they are typically considered to be low tech, i.e., with limited investments/efforts in knowledge and technology related activities. So, they are often thought to offer limited opportunities for innovation, for furthering diversification and for inducing linkages with other sectors of the economy. Second, because they are considered to be mature, i.e. in the latest stages of development in their life cycle, when technologies, goods and markets are consolidated, dominant design exists and barriers to entry are high. So, they are thought to offer low opportunities for innovation via introduction of new products and technologies, and by new entrants (which explain a high proportion of the growth of industries)”.

de competências aplicadas às condições que propiciem a obtenção de melhores resultados que promovam o desenvolvimento econômico dos países que possuem uma maior disponibilidade relativa de recursos naturais.

Os argumentos a serem apresentados aqui são baseados nos trabalhos de Pérez (2010); Marin et al (2009), Marin e Smith (2010), Marin e Benavente (2011), Katz et al (2011) e Cypher (2010). Assim, discute-se que os recursos naturais podem, em condições propícias, ser a base para um desenvolvimento econômico baseado nas próprias competências e condições locais, a partir das ‘janelas de oportunidades’ que se abrem devido ao ‘ganho de importância’ daqueles produtos.

Um ponto interessante destacado por Cypher (2010) se refere à qualificação do período recente de crescimento dos preços das *commodities* como extraordinário, segundo a CEPAL, em seu relatório anual de 2007. Assim, registra-se a importância do momento para se repensar a economia da América Latina baseada em recursos naturais. Contudo, surgem argumentações defendendo que esse movimento se refere a uma tendência cíclica em relação ao aumento da demanda de produtos baseados em recursos naturais pela China e Índia, sobretudo. Além disso, Cypher (2010) sugere que há pouca evidência de que esse *boom* recente nos preços das *commodities* tem levado à aplicação de políticas estratégicas que estimulariam formas de especialização e produção que sejam mais estáveis e que agreguem mais valor aos produtos obtidos a partir dos recursos naturais.

A ideia de que são necessários esforços por meio de ações implementadas pelo Estado para criar, expandir e desenvolver novos conhecimentos e capacidades produtivas em áreas relacionadas aos produtos básicos é o argumento central aqui esboçado. Não se quer com isso afirmar que é necessário obter o mais alto grau de especialização em todas as possibilidades relacionadas aos produtos básicos. Mas, o foco em nichos específicos que possam ser crescentemente estimulados com base nas competências já possuídas e que podem ser ampliadas e aprimoradas beneficia o seu entorno produtivo e promove o desenvolvimento econômico e retornos crescentes a partir das potencialidades de produtos básicos.

“Enriquecer o perfil de competência como também o *mix* de exportações” (PÉREZ, 2010, p. 133) por meio da exploração de recursos naturais é o caminho a ser pensado e discutido. Assim, acredita-se que as estratégias para a obtenção de retornos crescentes não devem estar voltadas somente para atividades industriais que ignoram aquelas centradas ou baseada em recursos naturais. Todas as atividades econômicas bem

articuladas com competências bem exploradas podem gerar externalidades ao longo de diversas partes dos encadeamentos produtivos no entorno da produção de produtos básicos.

O planejamento deve envolver uma estratégia de *upgrading* tecnológico em atividades baseadas em recursos naturais e uma melhoria gradual no perfil das exportações, incorporando inovação em produtos, processos e atividades auxiliares. Nichos de maior valor agregado podem ser assim criados, diferentemente do que se verifica no mercado tradicional de produtos básicos. Essa perspectiva, como argumentado por Pérez (2010), deve ser considerada no âmbito de um planejamento econômico de países, como o Brasil, cujas exportações são concentradas em produtos básicos, sem que a complexa estrutura industrial existente seja negligenciada.

Pérez (2010) e Furtado (2008) destacam que a Ásia tem surgido como uma oportunidade para os países que possuem uma elevada dependência de produtos básicos nas suas exportações. “O Brasil possui, nesse contexto, uma condição singular: reúne um amplo leque de recursos naturais e uma herança industrial solidamente estruturada” (FURTADO, 2008, p. 39). Adicionalmente, uma estratégia de desenvolvimento articulada com as necessidades chinesas, pode beneficiar países da América Latina por possuírem um elevado número de profissionais especializados em segmentos baseados na exploração de recursos naturais, tal como em mineração e energia, ativos importantes nessa inter-relação tendo em vista a demanda crescente por mais recursos em nível mundial (PÉREZ, 2010). Esse argumento reflete claramente a posição da Ásia e da América Latina na divisão internacional do trabalho do período recente. Enquanto a primeira tem criado vantagens nas atividades intensivas em trabalho, os países latino-americanos se destacam nas indústrias processadoras baseadas em recursos naturais. Assim, cada região passa a demandar especializações diferenciadas.

O desafio que se coloca ao Brasil, como para outros países da América Latina, perante o crescimento da demanda mundial e a melhoria nos preços das *commodities* é, segundo Furtado (2008), integrar tais condições à estratégia nacional de desenvolvimento. Essa será uma saída possível para transformar as relações de troca de maneira que possam ser privilegiadas etapas e diversas partes do encadeamento produtivo que já existe, com base na abundância de produtos básicos.

Assim, há uma defesa por um modelo de integração dual para a América Latina o qual leve em consideração o cenário indicado anteriormente no que se refere à divisão internacional do trabalho (PÉREZ, 2010). Em outras palavras, os países da América

Latina deveriam se concentrar nas atividades que possam criar janelas de oportunidades a partir de suas abundâncias relativas de recursos. Ocorre que já não é mais possível competir em outras áreas em que os países asiáticos detêm vantagens, sobretudo em atividades intensivas em trabalho, e aquelas que requerem escalas muito elevadas (PÉREZ, 2010). Assim, a segmentação dos mercados no contexto internacional deve ser levada em consideração, favorecendo atividades que podem se destacar a partir dos recursos naturais que os países da América Latina dispõem.

Esse argumento também é exposto por Marin et al (2009) destacando que as mudanças recentes nas tecnologias de informação envolvendo a organização mundial das corporações, o processo de globalização e a alta segmentação dos mercados têm alterado as perspectivas para todos os setores, inclusive aqueles ligados aos recursos naturais. Assim, essas atividades, ao invés de serem vistas como uma restrição ao desenvolvimento podem se tornar a base para uma estratégia de desenvolvimento dinâmico e sustentável (MARIN et al, 2009). Este ponto é retomado por Pérez (2010) ao enfatizar que o contexto tecnológico recente no mundo pode ajudar a criar e modificar janelas de oportunidades para países em desenvolvimento. E mais, as indústrias processadoras tendem a precisar de uma maior proporção de pessoal qualificado do que aquelas intensivas em trabalho. Esse ponto é convergente ao que é defendido por Marin e Smith (2010):

In the case of industries related to NR [natural resources] we are experiencing an incredible process of knowledge intensification linked to these activities, which is opening new opportunities for emerging economies highly specialized in these activities to get involved in the process of creation of this knowledge, since a lot of it has to be local, due to the characteristics of NR. (...) Generic applications need to be adapted to local climate on soil conditions meaning that knowledge activities have to take place in situ. Local actors, then which have gained experience in knowledge creation activities, can use this experience in the development of technologies and pathways which are better fitted to local requirements. In sum, there seem to be new opportunities for developing countries to play a more active role in the selection and development of their own technological alternatives that better fit their own economic, social and environmental challenges (MARIN e SMITH, 2010, p. 07).

Nota-se aqui a mesma linha de argumentação de Pérez (2010) segundo a qual nas atividades baseadas em recursos naturais a estratégia de desenvolvimento deve envolver permanentes inovações em produto, processos e em atividades auxiliares de modo a aumentar o valor criado em nichos diferenciados em mercados de *commodities* naturais. Nesse sentido, os esforços e iniciativas devem estar amparados nas capacidades já construídas em segmentos baseados em recursos e nas indústrias processadoras que os países já possuem.

The idea would be for each country to strengthen the know-how already incorporated into its current export products and to then move technologically up, down and sideways within the value networks concerned (PÉREZ, 2010, p. 126).

Tendo por base as capacidades já existentes os países podem desenvolver estratégias que eliminem ou diminuam as tradicionais desvantagens associadas a recursos naturais. Essa argumentação se aproxima daquela defendida por Fajnzylber (2000) de que os países da América Latina precisam estimular as atividades processadoras, mas de forma que elas sejam mais intensivas em conhecimento e habilidades desenvolvidas internamente (competitividade autêntica). Nesse sentido Marin e Smith (2010) apontam que já se verifica uma maior preocupação na América Latina em não se apropriar de tecnologias de fora e um movimento de defesa de indústrias e bens que potencializem o desenvolvimento local provendo mais oportunidades para inovações tecnológicas, crescimento e diversificação.

Dentre os exemplos de produtos que podem obter uma posição especial em nichos de mercados a serem explorados na América Latina, Pérez (2010) cita os alimentos orgânicos, os combustíveis verdes, cafés especiais, madeiras resistentes, turismo de aventura, aços diferenciados, lonas para embarcações, etc. Marin et al (2009) por sua vez, recupera um trabalho de Singer (1975) para mostrar que o próprio autor mudou sua visão<sup>29</sup> sobre a relação dos recursos naturais como as causas do atraso do desenvolvimento na América Latina. Singer (1975 *apud* MARIN et al, 2009) indica que o importante não é o tipo de *commodity* produzida, mas, sim quem desenvolve a tecnologia, quem torna possível produzir aquela *commodity* e transformá-la industrialmente. Assim, a estratégia de desenvolvimento baseada nos recursos naturais depende de ações que se engajem em fortalecer o conhecimento e a experiência aplicada às atividades em que países da América Latina podem se destacar devido a seus recursos naturais. Este se torna o espaço reservado para a atuação do Estado através de políticas públicas adequadas que contribuam para alcançar esse objetivo.

Portanto não é mais possível aplicar o conceito de *commodity* a todos os produtos à base de recursos naturais porque é grande o número de produtos e atividades que se tornaram tecnologicamente mais dinâmicos por meio da incorporação do conhecimento e inovação. Além disso, atenção deve estar voltada aos desafios ambientais que emergem a partir dos padrões correntes de consumo e produção, o que

---

<sup>29</sup> Em referência ao trabalho publicado em 1950 e que embasa a discussão em torno da Hipótese Prebisch-Singer já apresentada anteriormente.

abre uma janela de oportunidade a ser explorada tendo em vista os recursos naturais de que dispõem os países da América Latina (MARIN et al, 2009).

O Brasil, dada sua forte dependência de produtos básicos em suas exportações, tem condições de privilegiar o seu desenvolvimento interno, com avanços a partir de suas potencialidades. Amparando-se em um planejamento que privilegie essa perspectiva, torna-se fundamental compreender se as políticas públicas e seus respectivos instrumentos/ações têm favorecido a criação e expansão das competências (produtivas, tecnológicas e comerciais) de suporte aos encadeamentos produtivos que dependem e se beneficiam da abundância relativa de recursos naturais<sup>30</sup>.

### 2.3.1 Os recursos naturais no contexto das políticas públicas: uma visão estratégica de desenvolvimento

A discussão precedente sobre as janelas de oportunidades associadas aos recursos naturais deve ser observada a partir da ótica da promoção do desenvolvimento de um país. Assim, o debate também está voltado para o papel do Estado na definição de suas metas e formulação de estratégias voltadas ao desenvolvimento nacional de longo prazo que privilegie produtos à base de recursos naturais. Nesse sentido, as ações e instituições ligadas ao Estado são essenciais na função estratégica das políticas públicas no desenvolvimento de longo prazo que leve em conta os ganhos proporcionados pela exploração dos recursos naturais abundantes.

A revitalização da função governamental em se construir consensos e ações ativas a favor de uma estratégia baseada no argumento das janelas de oportunidades é o argumento aqui apresentado, e está em acordo com o que propõe Pérez (2010). Para tanto, destaca-se que o formato de política pública a ser considerado é definido pela política industrial associada ao melhor proveito dos recursos naturais. Pode parecer contraditório imaginar uma política industrial para economias associadas aos recursos naturais. No entanto, as políticas públicas definidas a partir da esfera federal de um país devem estar preocupadas com todo o encadeamento vinculado à exploração de recursos

---

<sup>30</sup> A crescente importância no discurso político e na percepção dos indivíduos que o futuro demanda mudanças de comportamento e de padrões de consumo faz com que o desenvolvimento sustentável associado a inovações em combustíveis renováveis, por exemplo, seja um dos fatores importantes no centro da dinâmica econômica no futuro próximo. Não foi sem propósito que o presidente Barack Obama colocou esse elemento como alguns dos pontos centrais para o planejamento da recuperação econômica estadunidense em seu discurso à nação no início de 2011.

naturais de modo a promover condições em que o processo produtivo incorpore conhecimento, tecnologia e pessoal qualificado. Ou seja, que agregue valor aos produtos e crie transbordamentos benéficos ao seu entorno econômico. E mais, o argumento enfatiza que todos os benefícios associados aos transbordamentos e demandas diversas que recaem sobre as atividades econômicas contribuam para o desenvolvimento econômico do país no seu conjunto.

O principal objetivo nessa discussão se refere à interpretação da política industrial enquanto política pública aplicada ao caso do segmento produtor de etanol<sup>31</sup>. Assim, as ações e políticas que são implementadas com vistas à promoção do segmento sucroalcooleiro e que possuam a capacidade de catalisar outros segmentos criando uma dinâmica positiva para as atividades econômicas e científicas são o cerne do argumento apresentado.

O conceito de política industrial apresentado por Johnson (1984 *apud* BAPTISTA, 1997, p. 79) é útil aos propósitos deste trabalho: “A política industrial é um termo sintético para as atividades dos governos que objetivam desenvolver ou retrair várias indústrias em uma economia nacional no sentido de manter a competitividade global”. O que está por trás dessa conceituação é a ideia de que o governo ou o Estado pode ter uma postura estratégica de promoção do desenvolvimento do país. Ou seja, a política industrial deve ser vista como uma atitude ou postura estratégica no enfrentamento dos desafios ao salto de competitividade na economia do país. Essa interpretação está diretamente associada à abordagem neoschumpeteriana de desenvolvimento econômico, vinculada ao conceito de vantagens comparativas dinâmicas e deve ser vista como uma forma de coordenação *ex-ante* (SUZIGAN e FURTADO, 2006). Ademais, o aspecto tecnológico é parte central dessa interpretação e está diretamente relacionado à busca por maior competitividade. O conceito de política pública aplicado ao segmento produtor de etanol, como será analisado nos capítulos seguintes, está amparado na interpretação de uma política industrial segundo a visão neoschumpeteriana de desenvolvimento, ou seja, na criação e consolidação de vantagens comparativas dinâmicas<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> Para um maior aprofundamento sobre os conceitos relacionados à política industrial ver Baptista (2007).

<sup>32</sup> Segundo Baptista (1997), as três funções básicas de uma política industrial em contexto de mudança tecnológica são: a redução da incerteza, o incentivo ao aprendizado e à cooperação e a reconfiguração do perfil da estrutura produtiva.



Este trabalho está, portanto, embasado no conceito de política industrial como um instrumento de apoio aos saltos tecnológicos, produtivos e comerciais que podem ser obtidos a partir de janelas de oportunidades, tal como discutido anteriormente. Ou seja, a política industrial não é vista a partir de instrumentos macroeconômicos, mas baseada em estratégias que estimulem a inovação e a competitividade em segmentos específicos (BAPTISTA, 1996; SUZIGAN e FURTADO, 2006). Nesse sentido, é crucial a construção de um consenso, prescindindo de prescrições que não sejam rígidas porque as ações devem ser altamente relacionadas a casos e contextos específicos (MARIN et al, 2009). A política industrial a que se refere deve ser aquela capaz de abrir caminhos para demandas relacionadas às atividades baseadas em recursos naturais.

O uso da inovação, da tecnologia e de políticas complementares deve ocorrer de forma a se alcançar o crescimento econômico sustentado de longo prazo (FREEMAN e SOETE, 2008), o que tem direta relação com o foco dado a esse tema ao longo desta tese. Assim, as políticas tecnológicas e de inovação, no âmbito de uma política industrial, ganham destaque num cenário em que se torna necessário substituir métodos de produção e padrões de consumo não sustentáveis por outros que possam ser benéficos ao meio ambiente, por exemplo.

Um aspecto essencial nessa discussão é o entendimento das ações e políticas estratégicas para alcançar metas de desenvolvimento de longo prazo. O termo estratégico pode ser discutido a partir de três possíveis definições (FREEMAN e SOETE, 2008). A primeira se refere à questão tecnológica, segundo a qual “o acesso a determinados produtos ou tecnologias possui, de acordo com esta perspectiva, uma vantagem ‘estratégica’” (FREEMAN e SOETE, 2008, p. 585). Os autores resgatam essa interpretação a partir da noção militar do que pode ser estratégico, e para isso usam o exemplo da restrição das exportações de produtos de alta tecnologia dos EUA para a Europa. Assim, havia relação entre interesse militar e econômico nessa estratégia que visava delimitar o acesso dos países europeus a esses produtos considerados estratégicos (insumos tecnológicos intermediários essenciais para a produção de bens de capital e de bens de consumo final) para o desenvolvimento dos EUA.

A segunda noção de estratégico se refere às questões comerciais. O argumento é puramente econômico e se baseia na ideia dos retornos crescentes de escala. Assim, conforme apontam Freeman e Soete (2008, p. 587), “a resultante concentração internacional da produção de bens específicos em algumas regiões ou países, e não em outros, suscita a possibilidade de intervenções estratégicas”. Este entendimento pode ser

associado aos riscos e incertezas que são característicos das mudanças tecnológicas e de padrões produtivos em prol de uma inserção favorável do país nessas relações comerciais. O caso do etanol tem uma relação direta com essa perspectiva dado que, como será discutido no decorrer desta tese, trata-se de um produto cujas perspectivas de produção futura estão associadas a novos padrões produtivos, novas rotas tecnológicas e a expectativas de ganhos competitivos no comércio internacional. Assim, o sentido de ação estratégica deve contemplar, inevitavelmente, economias fortemente ligadas a recursos naturais, como é o caso do Brasil, em suas perspectivas de desenvolvimento econômico de longo prazo.

É relevante pensar no tipo de apoio comercial e industrial a segmentos específicos e com maiores externalidades positivas ao país. Como também é relevante registrar que o momento em que cada setor é beneficiado pode variar ao longo do tempo. Freeman e Soete (2008) citam o caso do setor siderúrgico que foi um segmento considerado ‘estratégico’ e por isso recebeu atenção diferenciada do Estado. Mas não tem sido, por exemplo, um setor considerado estratégico nos últimos tempos por ser dotado de tecnologia madura e poluidora. Assim, dado o destaque que a economia baseada em recursos naturais volta a ter, torna-se estratégico capitalizar novas ações em prol de saltos tecnológicos e ganhos de competitividade. O caso do etanol é um exemplo interessante para o caso brasileiro por se tratar de um segmento no qual o país é pioneiro e pode obter ganhos econômicos, tecnológicos e ambientais associados à sua expansão, destacadamente no que se refere ao etanol celulósico ou de segunda geração<sup>33</sup>.

A terceira noção do termo estratégico se refere ao aspecto setorial ou da importância do encadeamento produtivo de um segmento. Para discutir a existência de algumas políticas industriais que se encaixam nesse caso, Freeman e Soete (2008) discutem o caso das *filières* destacando os conceitos de integração das cadeias produtivas a montante e a jusante. Nesse caso, “um setor pode ser considerado estratégico em virtude da sua ampla participação na economia como um todo, por meio de uma grande quantidade de vínculos verticais” (FREEMAN e SOETE, 2008, p. 589), e cujos custos de perda (devido importações, por exemplo) ou de reentrada em uma cadeia altamente integrada podem ser significativos para um país.

---

<sup>33</sup> As especificações técnicas e a discussão sobre as possibilidades associadas ao etanol celulósico ou de segunda geração serão apresentadas no capítulo 3 e ao longo do restante da tese quando do exame de políticas públicas relacionadas a ele.

Assim, a ideia de ações estratégicas destacada aqui se preocupa com o uso de políticas públicas que possam colocar em movimento um “círculo virtuoso do crescimento, da competitividade internacional e da acumulação da tecnologia” (FREEMAN e SOETE, 2008, p. 600). Acredita-se que elas são relevantes para o desenvolvimento econômico, pois estimulam os segmentos, a exemplo do etanol, baseados em recursos naturais nos quais já se destacam no cenário internacional, a partir dos quais métodos de produção mais avançados e produtos sustentáveis, podem ser estimulados.

O papel do Estado vai além da correção das falhas de mercado na interpretação neoschumpeteriana de desenvolvimento econômico e tecnológico. O ponto chave nessa discussão é que as forças de mercado sozinhas não conseguem transferir e difundir a inovação, em especial no que se refere às potencialidades associadas aos recursos naturais. Assim, na abordagem neoschumpeteriana o Estado ganha papel de destaque na promoção da mudança técnica. Segundo Archibugi e Michie (1998), podem ser destacadas três funções essenciais do Estado nesse processo de estímulo:

1. Apoiar as atividades científicas e tecnológicas, como ocorre nas universidades e instituições de pesquisa apoiadas com recursos públicos;
2. Dar apoio financeiro à execução da inovação no âmbito empresarial;
3. Fornecer a infraestrutura necessária em que se inclui a educação e treinamento, estabelecimento de normas e padrões, e um sistema de propriedade intelectual de modo que isso estimule as firmas e indivíduos a inovar.

É interessante registrar o caso de países que se ampararam em suas riquezas naturais para transformarem sua base produtiva e darem saltos tecnológicos em seu desenvolvimento de longo prazo. Furtado e Urias (2013) e Varrichio (2011) apresentam uma discussão diretamente associada a esse argumento. No primeiro caso, destacam-se os avanços tecnológicos que beneficiaram os Estados Unidos na exploração de suas jazidas minerais. O argumento desenvolvido é que além do aumento do número de reservas minerais encontradas e do aumento na eficiência técnica que foi alcançada por meio do apoio direto do Estado, via serviço geológico, o país foi capaz de criar “ligações e complementaridades em torno dos setores de recursos naturais que foram vitais para o sucesso da economia do país como um todo” (FURTADO e URIAS, 2013, p. 21). E interessante registrar que o Chile, importante fornecedor de produtos minerais, não se destacou no mesmo período como um país que conseguiu se beneficiar da base econômica associada a recursos naturais.

... o mesmo não ocorreu no Chile, onde a indústria era comparável ou mesmo superior à estadunidense em meados do século XIX. O país latino-americano não foi capaz de responder ao declínio da oferta de minério provindo de minas de alto rendimento que ocorreu por volta de 1880 – com novas descobertas ou avanços e incorporação de tecnologias. E até o presente, não exerce um papel preponderante em termos de conhecimento no setor de mineração (FURTADO e URIAS, 2013, p. 21).

Adicionalmente, Varrichio (2011) discutiu os determinantes do desenvolvimento da indústria de petróleo e gás natural na Noruega, da indústria florestal da Finlândia e do setor de vinhos na Austrália. Assim, conseguiu demonstrar por meio desses casos que é possível superar as limitações intrínsecas das indústrias baseadas em recursos naturais por meio da construção de trajetórias evolutivas de integração dessas cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, com a geração de efeitos positivos na estrutura industrial do país.

Ao definir os principais determinantes da capacitação tecnológica em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, Varrichio (2011) apresentou dois conjuntos de “determinantes” que estão diretamente associados à discussão aqui apresentada referente ao papel do Estado em estimular o desenvolvimento a partir de atividades econômicas associadas a recursos naturais. O primeiro deles é a política industrial, a qual “considera o impacto das políticas governamentais para promoção do desenvolvimento industrial, científico e tecnológico” (VARRICHIO, 2011, p. 186). Assim, a intervenção estatal foi importante para adensar o conteúdo local e o desenvolvimento tecnológico da cadeia de petróleo na Noruega. Adicionalmente, as políticas industriais foram utilizadas para criar condições favoráveis para o desenvolvimento de longo prazo das cadeias florestal na Finlândia e vinícola na Austrália<sup>34</sup>. O segundo conjunto de “determinantes” se refere ao sistema setorial de inovação a partir do qual Varrichio (2011) indica que a articulação entre Instituições de Ciência e Tecnologia, governo e setor privado foi essencial na trajetória e consolidação da competitividade nos segmentos analisados para o caso da Noruega e Finlândia.

A discussão apresentada até aqui permite corroborar que a dicotomia entre as ações do Estado e a autonomia do mercado não contribui para se pensar uma trajetória de desenvolvimento de países que possuem potencialidades em segmentos baseados em recursos naturais. O fato é que, conforme aponta Pérez (2010), as ações do Estado têm

---

<sup>34</sup> “Dentre as iniciativas de destaque podemos mencionar os incentivos às atividades de P&D, a estruturação de institutos de pesquisa e universidades, colaborando de maneira expressiva para a geração da massa crítica necessária para promover essa transformação estrutural das cadeias” (VARRICHIO, 2011, p. 186).

que estar concatenadas às condições de mercado dos segmentos em questão de modo a favorecê-los, potencializando sua competitividade e reforçando as vantagens existentes e aquelas que poderão ser alcançadas. Assim, tal como Varrichio (2011) demonstrou, o desenvolvimento econômico a partir de segmentos baseados em recursos naturais pode propiciar uma trajetória virtuosa que envolve outras atividades econômicas, potencializando a estrutura produtiva do país.

A análise do caso do etanol no Brasil à luz desses conceitos e premissas deve levar em conta que essa atividade detém condições necessárias para dinamizar sua trajetória industrial na economia brasileira. Assim, o trabalho considerará as políticas públicas como o conjunto de ações e instrumentos utilizados por parte do Estado (que também demonstram seu posicionamento) para a promoção do desenvolvimento e expansão do segmento produtor de etanol no país.

### 2.3.2 Sistema setorial de produção e inovação (SSPI)

Amparando-se na discussão precedente sobre o caráter de política pública e sua relação com atividades econômicas baseadas em recursos naturais, as noções de sistemas setoriais de produção e de inovação são aqui adotadas como instrumentais teóricos para a análise de políticas públicas voltadas à competitividade econômica de segmentos específicos, a exemplo do etanol. A intenção é, nesse sentido, apresentar essa abordagem teórica para identificar o papel do Estado como um componente do sistema setorial, executando políticas públicas específicas, que podem ser caracterizadas como industriais, as quais serão tema recorrente de análise nos capítulos seguintes.

O debate sobre sistemas setoriais advém posteriormente aos trabalhos pioneiros que definiram interpretações para Sistemas Nacionais de Inovação. Essa ideia já havia sido abordada por Friedrich List na primeira metade do século XIX para discutir estratégias de desenvolvimento para a Alemanha. O seu conceito era mais próximo à ideia de Sistema Nacional de Produção que incluía um grupo diverso de instituições relacionadas à educação e infraestrutura (FREEMAN, 1995). Embora Bengt-Åke Lundvall seja reconhecido como pioneiro na análise de “Sistema Nacional de Inovação” em um trabalho de 1992, o próprio autor revela que em 1982 Christopher Freeman teria se referido a este conceito em seus trabalhos no âmbito da OCDE<sup>35</sup>, numa abordagem

---

<sup>35</sup> “The paper, titled ‘Technological Infrastructure and International Competitiveness’, was written very much in the spirit of Friedrich List, pointing out the importance of an active role for government in

próxima ao que se adota atualmente a partir da perspectiva neoschumpeteriana (JOHNSON, EDQUIST e LUNDVALL, 2003).

Uma definição resumida sobre os Sistemas Nacionais de Inovação diz que eles se referem ao conjunto diverso de instituições cujas interações determinam o desempenho inovador das empresas de um país (NELSON, 2006). Nesse conjunto de atores podem ser citados as universidades e os governos (com suas políticas) com influência direta nas estratégias inovativas das empresas, e assim, no perfil da produção. Uma característica fundamental nessa abordagem é que ela assume uma perspectiva histórica, uma vez que o processo de inovação e a possível articulação no âmbito desse sistema nacional resulta diretamente do seu passado e de decisões e trajetórias já consolidadas (*path dependence*) (JOHNSON, EDQUIST e LUNDVALL, 2003).

Interessante registrar que apesar de a ideia de sistema induzir à conclusão de perfeito funcionamento e comportamento de seus componentes, dadas as suas diferentes posições e funções, “não há qualquer presunção de que esse sistema tenha sido conscientemente projetado ou mesmo que o conjunto de instituições envolvidas trabalhe conjuntamente de maneira harmônica e coerente” (NELSON, 2006, p. 430), o que muitas vezes pode ser um empecilho ao seu real funcionamento. De toda forma, a concepção de sistema é utilizada para o conjunto de atores e da forma como eles interagem ou não para se alcançar resultados de inovação benéficos para o sistema, e consequentemente para o desenvolvimento do país.

É possível distinguir dois grupos de conceitos sobre sistemas de inovação que destacam em seu arcabouço as características da teoria neoschumpeteriana (PEDRO, 2008). O primeiro está interessado em “corrigir as deficiências (“falhas sistêmicas”) da rede de instituições e relações que dão suporte ao processo de inovação”, enquanto o segundo preocupa-se com o “*catching-up*” tecnológico, onde se enquadram os interesses voltados para “novos setores, arranjos institucionais, desenvolvimento de tecnologias críticas e estratégicas, incentivo à criação de novas empresas, uso de encomendas dirigidas a empresas” (PEDRO, 2008, p. 8).

O conceito de Sistema Nacional de Inovação abre espaço para a discussão que se encaminha a respeito dos Sistemas Setoriais. Segundo Malerba (2003), as fronteiras nacionais nem sempre correspondem ao melhor recorte para exame da estrutura de atuação e relacionamento entre atores que compõem um segmento. Assim, a intenção é

---

promoting technological infrastructure. It also discusses in critical terms under what circumstances free trade will promote economic development” (JOHNSON, EDQUIST e LUNDVALL, 2003, p. 3).

utilizar-se da abordagem teórica que discute o caso dos sistemas setoriais de inovação, mas avançando para o que Malerba (2002, 2003) considerou como Sistema Setorial de Produção e Inovação (SSPI).

O conceito de SSPI tem direta relação com as políticas públicas voltadas a estimular a produção e inovação em segmentos baseados em recursos naturais, como é o caso do etanol. Assim, o interesse é verificar esse tema com foco setorial, daí a importância de sistemas setoriais, como indicado, cuja análise é complementar ao que se aplica ao caso dos sistemas nacionais de inovação. A abordagem dos sistemas setoriais de inovação permite maior entendimento dos limites da atuação dos diversos atores no sistema, tal como as ações voltadas para estimular a geração e uso de inovações, mudanças de padrões, e da própria organização que nele ocorre quando do relacionamento entre os diferentes atores (ROSARIO, 2008). No entanto, o interesse não se delimita apenas ao entendimento da promoção da inovação a partir do foco do sistema setorial, mas também à compreensão dos estímulos à produção e transbordamentos que contribuem para a competitividade setorial.

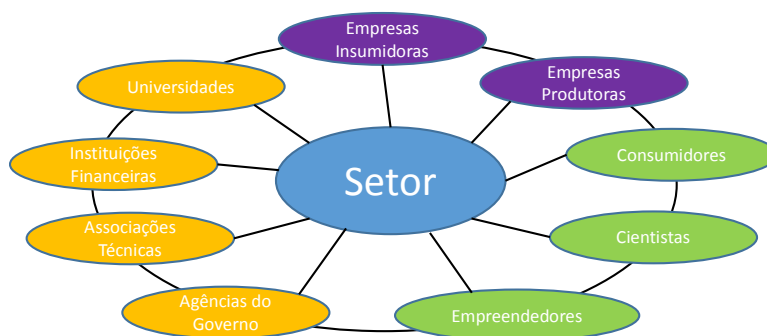
Por isso a abordagem de SSPI de Malerba (2002 e 2003) é adequada para a discussão em torno dos sistemas setoriais de produção e inovação, com base na qual os sistemas setoriais devem ser interpretados, levando-se em consideração relações de mercado e não-mercado. O conjunto de atores é sempre diverso e pode variar conforme o caso analisado. Assim, essa abordagem está em consonância com o arcabouço conceitual utilizado na tese, pois a opção metodológica apresentada por Malerba (2002) assume que a compreensão das estruturas setoriais permite ampliar o conceito de estrutura industrial.

O sistema setorial de inovação e produção definido por Malerba (2002, 2003) é aquele que permite uma visão “multidimensional, integrada e dinâmica” do setor em análise. Assim, as relações de mercado e não-mercado aparecem no âmbito desse sistema permitindo avanços na criação e produção de novos produtos que serão incorporados pelo mercado. Além do mais, para o pleno funcionamento desses sistemas é necessário que eles possuam ou tenham acesso a conhecimento, tecnologias, insumos e estejam diretamente em contato com a demanda.

Os atores desse sistema podem ser visualizados a partir de diferentes níveis de agregação. Eles são “indivíduos e organizações em vários níveis de agregação, com específicos processos de aprendizagem, competências, estrutura organizacional, crenças, objetivos e comportamentos”, os quais “interagem por meio de comunicação,

trocas, operações conjuntas, competições e posições de comando” (MALERBA, 2002, p. 248). Assim, pode-se argumentar que um sistema incorpora um conjunto de atores institucionais que atuam conjuntamente afetando os resultados que as empresas podem alcançar no que se refere às capacidades inovativas, e que, por consequência, afeta o desenvolvimento econômico (NELSON, 2006).

Os sistemas setoriais possuem três dimensões e elas afetam tanto a adoção de tecnologias como a própria organização da inovação e da produção no âmbito do segmento analisado. São elas: conhecimento (e suas fronteiras), atores e rede e as instituições, em que se incluem as diversas regulamentações, leis, protocolos, etc. (MALERBA, 2003). Assim, essas dimensões ajudam na compreensão de como os diversos atores (apresentados na Figura 2.1) se comportam e podem interagir em benefício do sistema. Segundo Malerba (2002) pode-se dividir os atores do sistema em três grupos. O primeiro se refere àqueles ligados diretamente à produção: empresas insumidoras e empresas produtoras. O segundo é formado por indivíduos: empreendedores, cientistas e consumidores. E o terceiro é aquele formado por atores institucionais não ligados diretamente à produção: universidades, instituições financeiras, associações técnicas e agências governamentais.



**Figura 2.1 – Atores que compõem o sistema setorial de produção e inovação (SSPI)**  
 Fonte: Elaborado com base em Malerba (2002).

Essa abordagem está diretamente relacionada aos pilares da teoria neoschumpeteriana de desenvolvimento, pois ela destaca os aspectos dinâmicos e de transformação no âmbito do sistema e que possibilitam ampliar e acumular maior aprendizado e conhecimentos, variáveis fundamentais para a dinâmica de progresso no âmbito do sistema. E como as empresas são agentes fundamentais nesse contexto, seus resultados estão diretamente associados às contribuições realizadas pelos demais



agentes e que, assim, possam fortalecer a base de conhecimento e o contexto institucional no qual as empresas produzirão (MALERBA, 2002).

O governo e suas agências (e ou órgãos subordinados) desempenham papel importante no desenho e implementação de políticas que afetam o sistema como um todo. No que se refere ao apoio à pesquisa e desenvolvimento (P&D) no âmbito de um sistema setorial e geridos por agências governamentais, pode-se apontar, a partir de Nelson (2006), 3 tipos de programas (ações):

1. Aquele cujo principal propósito é fazer avançar o conhecimento em certos campos científicos. Aqui o horizonte de tempo é de longo prazo para, assim, atender objetivos próprios ou de sua clientela;
2. Aquele em que a agência governamental pode ter responsabilidade operacional no que se refere às demandas por novos e melhores equipamentos, e a P&D pode ser realizada para atender a essa necessidade;
3. Aquele cujo objetivo é satisfazer as necessidades de curto prazo de um ramo ou uma população de clientes.

No que se refere a esse terceiro tipo de programa, destaca-se “o apoio à P&D especificamente voltada para o aumento das aptidões e da competitividade dos diversos ramos de atividade” (NELSON, 2006, p. 132). A atuação do governo, ou de seus órgãos/agências a ele subordinados, é parte fundamental do sistema setorial de produção e inovação. Na medida em que o desenho e implementação de políticas públicas (ou mesmo sua ausência) afetam a competitividade de um segmento, essa variável é fundamental na análise de desenvolvimento econômico em que, como é o caso dessa tese, tem preocupação especial com as políticas públicas de promoção do desenvolvimento econômico a partir de um segmento baseado em recursos naturais.

Apesar de as empresas serem essenciais, os atores institucionais, como as universidades, instituições financeiras, autoridades locais, agências governamentais, etc., integram o sistema, apoiando a inovação, a difusão de tecnologia e a produção das empresas propriamente. Assim, o destaque aos atores ligados e ou representando o governo federal que define e implementa políticas públicas é o foco da tese, por isso as implicações de política são centrais no exame aqui proposto.

In a sectoral system perspective the main role of the policy maker is to facilitate the self-organization of the sectoral innovation systems within the relevant policy domain. An important consequence of this is that the policy making process is itself the reflection of bounded rationality and learning in the presence of immense heterogeneity in the phenomena defining innovation and the innovation process. The sectoral system approach is an important alternative to the concept of the optimizing policy maker that characterizes the market failure approach to innovation policy (MALERBA, 2003, p. 361).

A citação de Malerba (2003) ampara o argumento de que as políticas públicas definidas a partir do governo e suas instâncias é uma variável importante para o

funcionamento do sistema setorial. Assim, essa ótica de análise é essencial para que se tenha uma compreensão adequada da maneira como as políticas públicas interferem no âmbito do sistema em prol de sua competitividade e dos impactos benéficos que ele possa gerar para o desenvolvimento econômico do país<sup>36</sup>.

Nelson (2006) destaca que o papel do governo se expandiu, sobretudo, a partir da primeira metade do século XX e que isso foi recorrente nos grandes países capitalistas. Assim, o financiamento de pesquisas universitárias e a expansão de agências governamentais atuando diretamente na promoção do avanço da ciência e da tecnologia foram variáveis fundamentais para que muitos setores pudessem progredir, e assim fazer funcionar um sistema setorial em prol do desenvolvimento estratégico dos países.

Assim, a relação entre políticas públicas, desenvolvimento estratégico e sistemas setoriais de produção e inovação pode ser estabelecida a partir dessa abordagem que considera essencial o papel do governo e de suas agências/órgãos na implementação de ações que afetam diretamente os resultados que o setor em questão possa gerar para o desenvolvimento econômico do país.

Dado que diversos fatores de produção (o conhecimento e as tecnologias, por exemplo) estão distribuídos de forma desigual entre os países, a capacidade de inovar torna-se uma variável chave para o sucesso de um sistema setorial perante outros concorrentes, considerando-se que as economias estão crescentemente integradas internacionalmente (ARCHIBUGI e PIANTA, 1998). Assim, os esforços internos a cada país em prol do progresso de sistemas setoriais de produção e inovação contribuem para sua consolidação e seus efeitos no desenvolvimento econômico.

Nesse sentido, as políticas podem desempenhar um papel central em períodos de mudanças tecnológicas em sistemas setoriais (MALERBA, 2003). O ponto central dos efeitos das políticas públicas sobre o sistema setorial se refere a como elas afetam as escolhas “entre apoiar sistemas existentes – com suas bases de conhecimento historicamente acumuladas – e apoiar o desenvolvimento de novos sistemas setoriais” (MALERBA, 2003, p. 365). Assim, o argumento apresentado recai sobre a capacidade de influência que as decisões tomadas a partir do comportamento do governo (e de suas

---

<sup>36</sup> Esse argumento fica evidente na seguinte passagem: “The public actor has to be aware that he or she is inside a sectoral system at various levels. The policy maker intervenes actively in the creation of knowledge, IPR, corporate governance rules, technology transfer, financial institutions, skill formation, public procurement. As a consequence, he or she has to develop competencies and an institutional setting in order to be effective and consistent at the various different levels” (MALERBA, 2003, p. 365).

políticas) podem gerar sobre o progresso e sucesso do sistema setorial mediante os desafios que possam aparecer, sobretudo quando novas possibilidades de produção aparecem devido ao progresso tecnológico e demandam uma atenção estratégica. Assim, quando se trata de um interesse nacional estratégico, é função do Estado propiciar as melhores condições para que isso possa ocorrer e beneficiar o conjunto da economia e do entorno relacionado ao sistema setorial.

## 2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O argumento central aqui apresentado é que apesar das evidências de que, historicamente, a exploração de atividades baseadas em produtos naturais tenha sido sinônimo da geração de retornos decrescentes, isso não impede a ocorrência de retornos crescentes ao longo dos encadeamentos e no entorno das atividades econômicas relacionadas a esses produtos.

Diversos exemplos históricos permitem ver que a industrialização de vários países se deu por meio do acúmulo de conhecimentos e de competências técnicas, o que tornou possível a geração de externalidades positivas que afetaram o conjunto da economia desses países. A ideia de complementaridade relativa à obtenção de retornos crescentes no âmbito da indústria pode ser utilizada para o entendimento do desenvolvimento econômico e social de países que possuem uma dependência de produtos básicos, como é o caso do Brasil.

Haveria, assim, “janelas de oportunidades” para o Brasil em relação ao segmento produtor de etanol? É oportuno, portanto, que o desenvolvimento de longo prazo tenha como base a criação e expansão de conhecimento e de competências técnicas necessárias à exploração de nichos produtivos competitivos, como historicamente tem sido o caso do etanol de cana-de-açúcar. E nesse sentido, a discussão sobre o papel das políticas públicas é relevante.

As questões discutidas nesta tese se referem ao cenário futuro associado ao desenvolvimento de conhecimento, competências e tecnologias aplicadas a esse produto e que, em conjunto com as ações/instrumentos por meio de políticas públicas, podem abrir importantes janelas de oportunidades para o proveito do país. Nesse sentido, os pilares teóricos da discussão apresentados anteriormente são pertinentes a essa discussão relativa ao caso do etanol de cana-de-açúcar. A crítica à industrialização como mecanismo único da promoção do desenvolvimento e da obtenção de retornos

crecentes foi amparada no papel da inovação e acúmulo de conhecimentos locais como os verdadeiros promotores do desenvolvimento econômico. Nesse sentido, a crítica aos métodos de classificação dos produtos a partir de seu conteúdo tecnológico serve para indicar que desenvolvimento não deve ser visualizado isoladamente na indústria, pois os produtos derivados de recursos naturais também podem demandar e serem intensivos em inovação, competências técnicas e acúmulo de conhecimento. Essa condição torna possível a esses produtos alcançarem características diferenciadas que não são exclusivas dos produtos puramente industriais ou mesmo daqueles não baseados em recursos naturais. Inclusive porque muitos produtos industriais são gerados a partir dessas matérias-primas.

Assim, produtos à base de recursos naturais podem abrir janelas de oportunidades e isso se aplica ao caso do etanol produzido no Brasil, e das possibilidades de salto tecnológico e produtivo associado ao etanol de segunda geração ou celulósico. As oportunidades a partir das bases produtivas que os países mais abundantes em recursos naturais podem construir dão suporte à interpretação aplicada ao caso do etanol e das políticas públicas que possam favorecer o processo de desenvolvimento econômico associado a esse produto.

A revisão bibliográfica aqui apresentada se preocupou em estabelecer o encadeamento entre o tema das janelas de oportunidades e os caminhos para adoção de estímulos por meio de políticas públicas, conforme o arcabouço teórico sobre política industrial. Para tanto, a ótica neoschumpeteriana é um referencial importante para captar o dinamismo envolvendo os atores que compõem os sistemas setoriais de produção e inovação, e o papel do Estado através de políticas públicas e as transformações tecnológicas. Assim, essas três dimensões (Estado, sistema setorial e inovações) delineiam o referencial teórico deste trabalho, a partir do qual a ação do Estado através de políticas públicas específicas pode definir os rumos do desenvolvimento econômico. Para isso ações estratégicas são consideradas essenciais para a consolidação de sistemas setoriais de inovação. A exploração de recursos naturais, a exemplo da produção de etanol no Brasil, pode se dar através de um sistema dinâmico cuja evolução envolve ações estratégicas do Estado, a articulação de agentes inovadores, e a sinergia entre segmentos produtivos.

### 3. PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO ETANOL NO BRASIL

A cana-de-açúcar desempenha um papel importante na história e na economia do Brasil. Tradicionalmente foi destinada à produção de açúcar, que se consolidou como uma das principais *commodities* exportadas e da qual o país é um dos grandes produtores e exportadores mundiais. Já na primeira metade do século XX o etanol, também derivado da cana-de-açúcar, passou a ser produzido no Brasil. Suas potencialidades energéticas o tornaram, ao longo do tempo, em uma aposta importante no mercado brasileiro, dados seus custos, rendimentos e as características associadas a uma maior sustentabilidade ambiental. Essas características têm chamado atenção para os benefícios do etanol enquanto *commodity* agrícola produzida em larga escala. Ademais, o Brasil foi pioneiro no desenvolvimento dos conhecimentos e tecnologias aplicadas à cana-de-açúcar e ao etanol dela proveniente, alcançando uma posição de destaque nesse mercado.

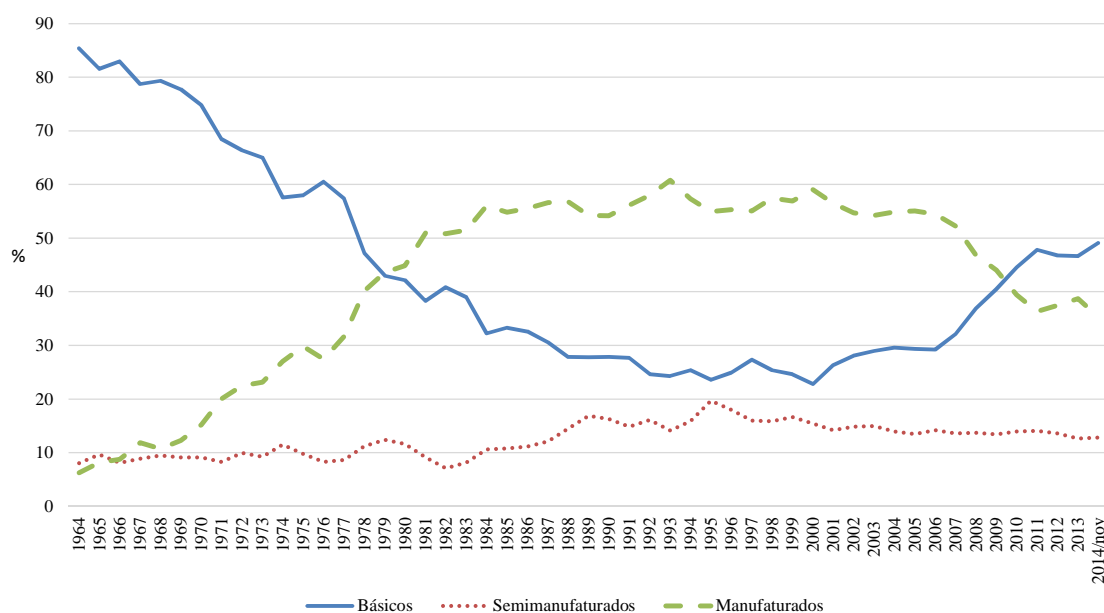
Este capítulo tem como objetivo apresentar uma discussão sobre o mercado de etanol, tal como suas etapas de processamento, características da estrutura de oferta, as novas rotas tecnológicas que se apresentam como um novo desafio ao segmento, e uma breve apresentação sobre a inserção do Brasil no mercado internacional de etanol. O capítulo está dividido em cinco partes. Na primeira delas (3.1), resgata-se a discussão sobre a retomada e o peso crescente das *commodities* agrominerais nas exportações brasileiras nos últimos anos. Desde o início dos anos 1980, e por mais de 25 anos, os produtos manufaturados ocuparam a primeira posição nas exportações brasileiras, sendo que mais recentemente o país voltou a ter uma dependência relativamente maior das vendas externas de produtos básicos. A última década, após 2000, é um marco importante para a discussão sobre as possibilidades de melhorar os resultados de inserção produtiva e comercial do Brasil no contexto internacional. É nesse contexto que se justifica o exame referente à evolução do mercado de etanol. De qualquer forma, é fundamental identificar nesse debate sobre a retomada das *commodities* se elas possuem, atualmente, somente as clássicas características referentes às vantagens comparativas estáticas ou se elas também têm trazido consigo características construídas a partir de vantagens competitivas dinâmicas.

A segunda parte (3.2) do capítulo está subdividida em dois subitens. No primeiro (3.2.1) são apresentadas as principais características das etapas envolvidas no processamento da cana-de-açúcar, tal como seus principais produtos e especificidades

técnicas que definem a distribuição da produção/uso de cana-de-açúcar, destacando o papel do etanol. No segundo subitem (3.2.2), faz-se uma apresentação das estatísticas referentes à evolução da produção e consumo de açúcar e de etanol, destacando esse último e detalhando características do mercado de etanol anidro e etanol hidratado. Os dados apresentados se referem ao período pós-1975 devido à implantação do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL) no Brasil e que, a partir de então, impulsionou fortemente a produção do combustível. Na terceira parte do capítulo (3.3) faz-se uma apresentação das novas rotas tecnológicas para produção de biocombustíveis, destacando-se o caso do etanol celulósico ou de segunda geração que surge como uma grande oportunidade para esse mercado, especialmente para o Brasil que já apresenta elevado *know-how* no processo produtivo corrente a partir da cana-de-açúcar, o que contribui para que se tenha uma maior competitividade relativa na produção de etanol de segunda geração a partir do bagaço e palha. Na quarta parte (3.4) se discute a posição do Brasil no que se refere à produção e ao comércio internacional de etanol. Por fim, no item 3.5 são apresentadas as conclusões relativas a este capítulo.

### 3.1 A RETOMANDA DA PREDOMINÂNCIA DAS *COMMODITIES* NAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS

Atualmente, o debate entre especialistas tem sido intenso em torno do crescente peso de *commodities* agrícolas e minerais nas exportações brasileiras. No entanto, cabe questionar em que medida este cenário prenuncia uma situação confortável no que se refere à obtenção de divisas provenientes daqueles produtos. Apesar de terem sido historicamente predominantes nas exportações brasileiras, no início dos anos de 1980 passaram a perder importância a favor dos produtos industrializados e semimanufaturados (Gráfico 3.1).



**Gráfico 3.1 - Distribuição (%) das Exportações Brasileiras por fator agregado – 1964 a 2014/nov.**

Fonte: SECEX.

Tal inversão de tendência foi alvo de diferentes interpretações, principalmente tendo em vista que, após reduzirem continuamente seu peso, os produtos básicos voltaram a superar os manufaturados no total das exportações, a partir de 2009. Para interpretar esses movimentos é preciso considerar a mudança de perfil das vantagens comparativas das exportações brasileiras de produtos básicos. Enquanto as vantagens comparativas predominantes no passado derivavam quase exclusivamente da dotação de fatores, no período recente, a projeção das *commodities* nas exportações tem incorporado elementos situados no campo da inovação tecnológica e do conhecimento, que passaram a moldar a competitividade das exportações desses produtos.

Segundo a teoria das vantagens comparativas ricardianas os países se especializam e são competitivos em produtos cuja produtividade do trabalho é mais elevada. Em sua análise neoclássica através do modelo Heckscher-Ohlin, os países se tornam competitivos na medida em que exploram mais intensivamente recursos relativamente mais abundantes. Essas formulações teóricas, no entanto, já não são suficientes para compreender o potencial exportador e a posição alcançada pelo Brasil nos mercados mundiais de *commodities*. Mais do que isso, a inserção do Brasil nesses mercados tem sido determinada por vantagens competitivas resultantes de capacidades dinâmicas que vão além das vantagens comparativas, e promovem aumento de produção e de produtividade. Mesmo que a exploração de fatores abundantes, como terra e mão-

de-obra, contribua para a competitividade de um país, a criação de novas vantagens competitivas tem sido elemento determinante da concorrência internacional nos mercados de *commodities*.

A partir do início da década de 1990 uma inversão de tendências das exportações de produtos básicos e industrializados começava a se manifestar, acentuando-se a partir dos anos 2000, quando os produtos básicos evoluem positivamente (Gráfico 3.1). Assim, os determinantes da competitividade das *commodities* naturais frente a produtos manufaturados retornam ao centro das discussões. Preço é a variável mais aparente a ser considerada na evolução desse cenário. A partir do ano 2000 se observa uma retomada do crescimento das vendas de produtos básicos brasileiros, seguindo uma tendência favorecida pelo aumento da demanda mundial, resultando num aumento dos preços internacionais (FREITAS, 2009). Dessa forma, não se pode omitir os efeitos dinâmicos gerados pelo aumento dos preços na estrutura produtiva brasileira de *commodities*, impulsionando sua competitividade internacional, independentemente das condições favoráveis dos mercados globais.

Assim, a transformação produtiva local a partir de conhecimento científico e tecnológico, passou a impulsionar fortemente a expansão da competitividade brasileira não apenas de produtos industrializados, mas também de diversas *commodities* naturais. Não se trata de um processo com características tipicamente inerciais como se verifica em padrões comerciais baseados em vantagens comparativas ricardianas. As *commodities* brasileiras, mesmo derivando de recursos naturais, também foram beneficiadas pelo progresso e pela transformação tecnológica. A produção de etanol da cana-de-açúcar e suas características técnicas podem ser analisadas a partir dos elementos acima apontados, que definem a dinâmica dos mercados de *commodities* no período recente. As perspectivas do etanol passam a ser influenciadas tanto por essa dinâmica como pela evolução da cana-de-açúcar que, mesmo sendo uma *commodity*, se projeta qualitativa e quantitativamente no mercado de combustíveis alternativos aos fósseis, por ser mais sustentável ambientalmente. O próprio avanço na condição de produto exportável é um bom sinalizador dessas novas potencialidades, ainda que o volume de comércio internacional de etanol seja pequeno, sobretudo quando comparado com a quantidade comercializada no mercado interno. Mas, além do combustível propriamente, a dinâmica econômica em torno do uso da cana-de-açúcar como fonte de biomassa tem propiciado avanços em áreas onde há uma forte criação de vantagens



competitivas a partir dos recursos naturais. Esse processo de “*recommoditização*” das exportações brasileiras revela as potencialidades do etanol como uma atividade econômica catalisadora de novas oportunidades e desafios, sobretudo tecnológicos, e possivelmente comerciais.

A complexidade dos relacionamentos formados no interior da estrutura produtiva do açúcar e do etanol, que são os dois principais produtos derivados da cana-de-açúcar, deve-se não somente às condições tropicais do Brasil, mas também à alta dose de conhecimento e inovação tecnológica que foram determinantes para ampliar a competitividade desses produtos ao longo do tempo. A classificação desses itens baseados a partir de recursos naturais como *commodities* de baixo conteúdo tecnológico nas estatísticas de comércio, muitas vezes oculta o conjunto de competências utilizadas e que estão por trás dos resultados produtivos e comerciais alcançados. Ao longo da tese serão discutidos esses elementos, especialmente aqueles referentes ao caso do etanol e do papel das políticas públicas nesse contexto. Mas antes disso faz-se necessário apresentar brevemente as etapas produtivas e as relações comerciais que marcam o sistema produtivo a partir da cana-de-açúcar de modo a embasar a compreensão das complexidades e potencialidades relacionadas ao etanol.

### 3.2 O SISTEMA PRODUTIVO EM TORNO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Esta seção apresenta os componentes, etapas e características da produção dos produtos derivados da cana-de-açúcar. A análise das informações relativas ao processo produtivo e ao mercado da indústria sucroalcooleira dá uma ênfase especial à evolução da produção e consumo de etanol anidro e hidratado no Brasil. Como as decisões empresariais referentes à produção de etanol estão diretamente associadas à produção de açúcar, é importante que a interpretação das estatísticas referentes à evolução do etanol, seja feita paralelamente àquela sobre a produção do açúcar<sup>37</sup>. Algumas das séries de dados apresentadas têm início em 1975, propositalmente para registrar o impulso dado ao etanol a partir do lançamento do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), o qual será discutido, posteriormente, no capítulo 4. As demais estatísticas se referem ao

---

<sup>37</sup> As razões desse atrelamento entre o desempenho de ambos os produtos serão discutidas ao longo desse capítulo. Adicionalmente, essa discussão é retomada no capítulo 4 devido aos fatores históricos e institucionais que delinearão o mercado de açúcar e etanol no Brasil, conjuntamente. Por isso a importância de observar as estatísticas de ambos os produtos paralelamente.

período posterior a 2000, para o qual este trabalho está mais interessado. As variáveis aqui examinadas estão articuladas a partir da caracterização dos mercados de produtos derivados da cana-de-açúcar e de seu entorno econômico, com ênfase na produção de etanol. Consideram-se os fatores relacionados aos agentes, às etapas produtivas, à distribuição da produção, às competências e às tecnologias que alavancam a competitividade das *commodities* obtidas da cana-de-açúcar.

O conceito de competitividade, quando utilizado, sempre se referirá à capacidade de explorar economias de escala, de escopo, de aprendizado e de inovação que afetam e contribuem para a obtenção de sucesso produtivo e comercial pelo Brasil, para além dos ganhos comerciais gerados com a venda de *commodities*. É neste sentido que o arranjo produtivo formado em torno da cana-de-açúcar no Brasil pode ser examinado: como uma estrutura dinâmica capaz de contribuir para a geração de sinergias cujos resultados se concretizam no sucesso comercial e na geração e acúmulo de competências produtivas e tecnológicas internamente – nem sempre lembrados quando da análise de estatísticas de produção e de comércio. Esses elementos serão discutidos ao longo da tese, sobretudo no que se refere ao estágio e aos desafios tecnológicos e produtivos pelos quais passa o segmento sucroalcooleiro atualmente.

Como apontou Szmrecsányi (1979, p. 41), além do açúcar, que historicamente é parte da alimentação humana, a cana-de-açúcar “dá origem também a numerosos derivados e subprodutos, todos de grande utilidade – como o melaço, o álcool<sup>38</sup>, a aguardente, fermento para panificação, celulose, proteína para rações, fertilizantes, etc.”. Devido a isso, a exploração econômica da cana-de-açúcar está relacionada a um amplo complexo produtivo, incluindo usinas, destilarias de álcool (etanol), maquinarias e equipamentos agrícolas, atividades de desenvolvimento científico e tecnológico para melhoramento genético e desenvolvimento de novas aplicações a partir da cana-de-açúcar. Sua importância é mais clara tendo em vista a geração de renda e emprego e de externalidades formadas em segmentos produtivos articulados, direta e indiretamente, com atividade sucroalcooleira, sobretudo em algumas regiões do Brasil.

---

<sup>38</sup> Considerar-se-á sempre álcool como sinônimo de etanol ao longo do texto. O etanol produzido no Brasil é tradicionalmente obtido por meio da fermentação dos açúcares existentes na cana. O produto obtido é utilizado na produção de bebidas alcoólicas, assim como álcool combustível e adicionado na gasolina.

### 3.2.1 Etapas da produção e componentes do mercado

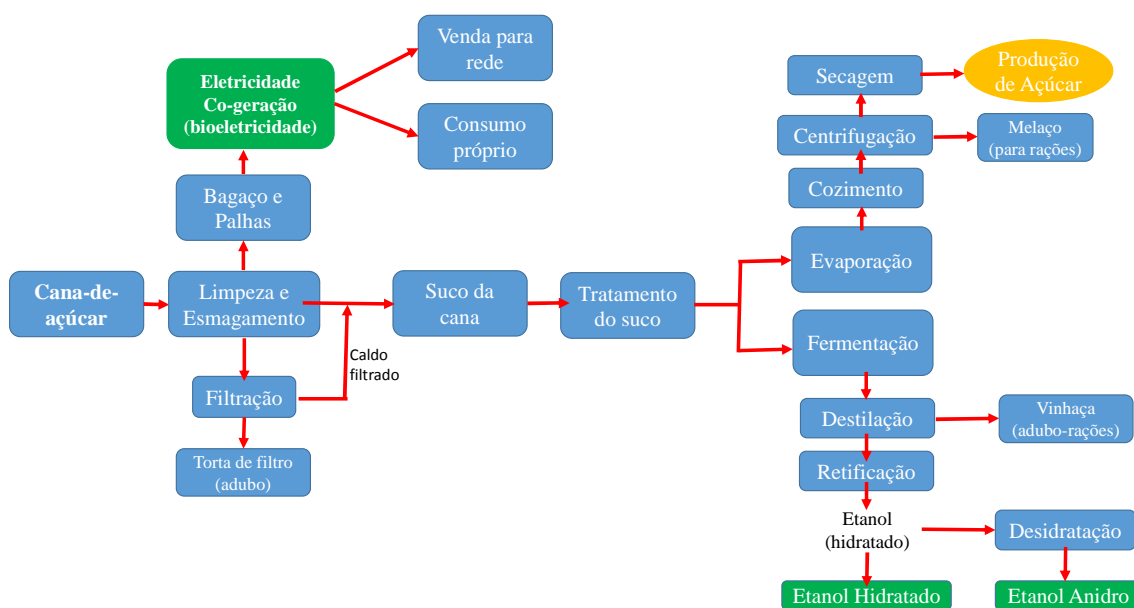
Há uma ampla gama de atividades produtivas diretamente envolvidas na produção, processamento e comercialização de produtos derivados da cana-de-açúcar. Isso envolve uma concatenação de diversas etapas e agentes produtivos, desde a produção agrícola até a colocação no mercado de produtos finais. Há, assim, vários elos geradores de oportunidades de negócios como processamentos de produtos derivados, serviços de pesquisa, capacitação, assistência técnica e creditícia, transporte, comercialização, exportação, serviços portuários, entre outras. Partindo da ótica da organização de um sistema agroprodutivo, essa atividade é formada pela interação entre usinas, destilarias, fornecedores de matérias-primas, centros de pesquisa, universidades, fabricantes de equipamentos, instituições governamentais, varejistas, atacadistas, consumidores finais, etc. (SEBRAE, 2008).

Para Moreira e Goldemberg (1999), a produção do açúcar e do etanol ocorre a partir da extração do caldo da cana-de-açúcar. Após seu tratamento esse caldo pode se tornar açúcar, ou é fermentado, destilado e transformado em álcool (etanol). Embora pareça simples, esse processo compreende uma série de etapas nas quais o produto é transformado. Assim a competitividade dessa indústria depende essencialmente da articulação de suas atividades produtivas adquirindo um caráter sistêmico (WAACK e NEVES, 1998).

Há três tipos possíveis de unidades produtivas: a destilaria autônoma que produz apenas álcool; as usinas com destilaria que produzem tanto açúcar e álcool a partir da mesma base; e a usina que produz apenas o açúcar. A figura 3.1 apresenta as diversas passagens requeridas para o processamento da cana-de-açúcar até o preparo final dos produtos a serem encaminhados para o consumo ou processamento industrial. As etapas da estrutura se aplicam aos três tipos de unidades produtivas mencionados. A partir desse fluxograma é possível entender as etapas da produção dos seguintes produtos:

- Bagaço e palhas: além de ser um subproduto da cana-de-açúcar é utilizado na geração de energia por meio da co-geração, tornando a unidade sucroalcooleira auto-sustentável energeticamente, podendo, inclusive, vender energia excedente à rede elétrica. Após processos de purificação a mistura obtida pode ser fermentada para produção de etanol. Além disso, o

bagaço/palhas (ou biomassa) tem se tornado matéria-prima adicional para a produção de etanol de segunda geração (celulósico)<sup>39</sup>.



**Figura 3.1 - Esquema simplificado da produção de açúcar e de etanol**

Fonte: adaptado de Cortez et al (2010) e Valdez (2011).

- Melão: é resultante da etapa de centrifugação realizada no processo de fabricação de açúcar. Contém açúcares redutores e parte de sacarose (molécula conjunta de glicose e frutose encontrada na planta da cana-de-açúcar) não cristalizada. É utilizado na fermentação para produção de álcool, em especial o etanol, como matéria-prima para fabricar cachaça, rum, fermentos biológicos e é usado largamente em rações animais.
- Açúcar: o cozimento e posterior centrifugação/secagem do suco da cana permite obter o açúcar.
- Etanol (Álcool) Anidro: Este é o álcool que praticamente não possui água em sua composição. Seu teor alcóolico máximo é 99,3° (indicador da quantidade em gramas de álcool absoluto contida em 100 gramas de mistura hidro-alcóolica conforme escala do Instituto Nacional de Pesos e Medidas - INPM) e pureza de 99,95% na escala GL (Gay Lussac). Assim, sua composição é puramente de etanol, isenta de água. Trata-se do etanol que é misturado à gasolina para uso como combustível em veículos, conforme determinações de percentual que são definidas pelo governo, tal

<sup>39</sup> A discussão a respeito dessa possibilidade será realizada no item 3.4.

como também na produção de tintas, solventes e vernizes. A mistura de etanol à gasolina também ajuda a aumentar a octanagem dela, ou seja, expande a capacidade de resistência à detonação do combustível no motor (aplicado ao caso de motores do Ciclo Otto que são aqueles em que a energia que movimenta o veículo é gerada por meio de combustão interna por centelha).

- Etanol (Álcool) Hidratado: Conforme o próprio nome sugere, trata-se de um álcool que possui uma parcela hídrica em sua composição. Seu teor alcóolico mínimo é de 92,6° (conforme escala do INPM), e o restante de água. Esse produto pode ser utilizado nas indústrias farmacêuticas, da alcoolquímica, de bebidas, de produtos de limpeza e também como combustível para veículos (o biocombustível etanol). A utilização de álcool hidratado, ou etanol, como combustível para automóveis e como concorrente da gasolina, no Brasil, data de 1979. E desde 2003 são ofertados no mercado brasileiro os veículos híbridos, movidos à gasolina ou etanol.

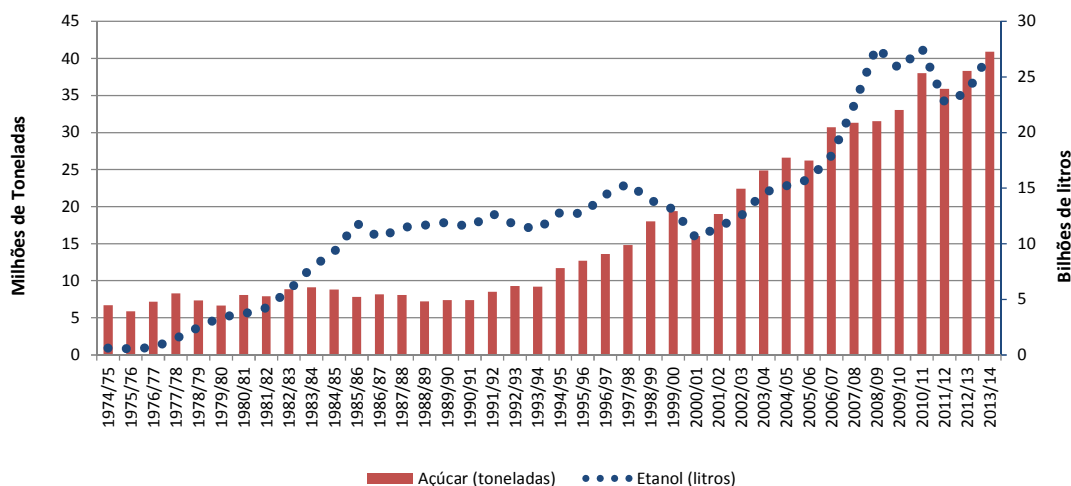
Um detalhe importante referente à estrutura de produção das unidades sucroalcooleiras e o aumento de produtividade é o grau de integração que pode existir entre a propriedade da produção da cana-de-açúcar e a propriedade da unidade sucroalcooleira. Baccarin et al (2009) registra que há um predomínio de integração vertical de modo que as usinas e destilarias acabam sendo proprietárias de mais de 60% das lavouras de cana-de-açúcar, adquirindo o restante de agricultores independentes por meio de contratos com prazos mais longos. Existe uma implicação técnica no que tange a essa característica da integração vertical da produção da cana-de-açúcar e seu processamento. Após seu corte a cana precisa ser processada em até 48 horas para não comprometer sua produtividade na geração de açúcar e etanol. Assim, é fundamental que exista uma “concatenação temporal entre a colheita e o processamento industrial da cana-de-açúcar” (BACCARIN et al, 2009, p. 04). Por isso as plantações e a unidade sucroalcooleira devem estar mais próximas para não prejudicar o processamento industrial da cana. Essa característica favorece o processo de integração vertical

indicado anteriormente, como forma de garantir que a produção da cana-de-açúcar esteja disponível num raio próximo ao local onde será processada<sup>40</sup>.

Essas informações referentes à estrutura e componentes do processo produtivo a partir da cana-de-açúcar são úteis para compreender as transformações ocorridas na atividade sucroalcooleira. Assim, compreendida a estrutura de processamento da cana e a obtenção do etanol, na sequência serão apresentadas informações sobre a oferta de açúcar e etanol no Brasil.

### 3.2.2 Evolução da produção de açúcar e etanol

Segundo informações apresentadas pelo Ministério da Agricultura do Brasil (MAPA, 2013), a cana-de-açúcar tem um ciclo médio de 5 anos e, em média, é cortada de 5 a 6 vezes. A produtividade da cana por hectare varia muito dependendo da região e ao longo do tempo, chegando a variar entre 65 e 120 toneladas por hectare. Em relação ao açúcar, o rendimento médio é de 138 kg ou de 82 litros de etanol por tonelada de cana. Na safra 2013/14 foram processadas 652 milhões de toneladas de cana-de-açúcar no Brasil, correspondendo a um crescimento de 10% em relação à safra anterior (MAPA, 2013).



**Gráfico 3.2 – Produção Brasileira de Açúcar (toneladas) e Etanol (litros) – 1974/75 a 2010/11**

Fonte: ALCOPAR e BACCARIN et al (2009) – elaboração própria.

O Gráfico 3.2 apresenta a distribuição da produção brasileira de etanol e açúcar correspondente às safras de 1974/75 a 2013/14. Essa série mais longa permite ver a

<sup>40</sup> Baccarin (2009) ainda complementa que mesmo com a otimização do transporte da cana em caminhões com maior capacidade, a distância média entre o canavial e a unidade sucroalcooleira não deve passar de 40 km.

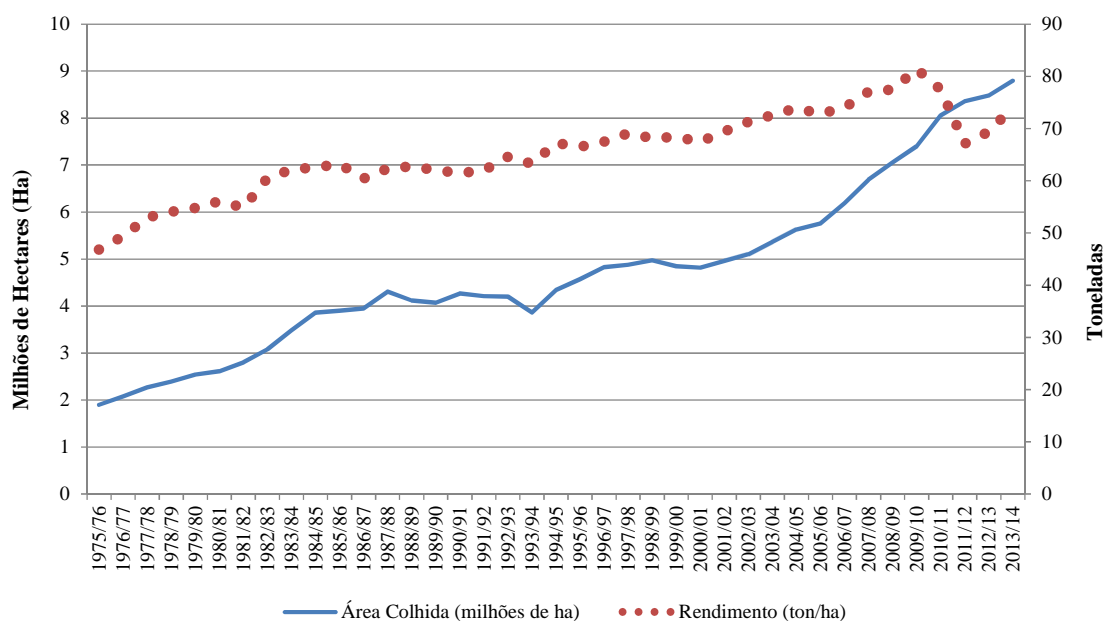
evolução do total de açúcar e etanol produzidos a partir do lançamento do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL)<sup>41</sup> - antes disso a produção e consumo de etanol no país era pouco significativa. Desde a safra de 1974/75 a produção de cana no Brasil cresceu mais de sete vezes, alcançando o recorde de 652 milhões de toneladas na safra de 2013/14. Esse resultado foi seguido, também, por crescimentos significativos na produção de açúcar e etanol. Nas décadas de 1970 e 1980 a produção de açúcar oscilou entre 7 e 9 milhões de toneladas, de modo que o maior salto se verifica nos anos noventa. Esse crescimento é intensificado na década seguinte, reforçando as tendências favoráveis das exportações de açúcar pelo Brasil. No que tange ao etanol, a safra de 1977/78 registra um salto positivo, seguido por crescimento sustentado de sua produção nos anos subsequentes. Na década de 1980 o volume de produção alcança 11 bilhões de litros, mantendo-se até o início dos anos noventa. Com variação menos intensa no total de etanol produzido na década de 1990, a grande mudança de patamar no volume produzido ocorre a partir da segunda metade dos anos 2000. No entanto, há um decréscimo nas vendas de etanol pós-2008, o que reflete diretamente, também, no aumento do volume produzido de açúcar, corroborando a avaliação de que em momentos de oscilação de preços desfavoráveis para o etanol, um maior volume de cana processada é deslocado para a produção de açúcar (Gráfico 3.2).

As safras após o período 2008/09 mostram oscilações que ocorrem devido aos efeitos gerados pela crise econômica de 2008 que abalou as expectativas de investimentos para o segmento. No entanto, é importante destacar que ao longo de 14 safras o volume de etanol produzido no país foi praticamente triplicado (de 10,5 em 2000/01 para 27,1 bilhões de litros em 2013/14). O consumo interno de etanol está estimado em torno de 18 a 20 bilhões de litros, indicando um excedente que pode ser comercializado via exportações. No entanto, as previsões (EPE, 2013) para a próxima década estimam que as demandas interna e externa crescerão fortemente, o que requererá um aumento da produção de cana e a capacidade de processamento de etanol. No entanto, como analisado adiante, existem várias dúvidas sobre a expansão do segmento condicionada à dinâmica do setor perante a estabilidade do mercado e as condições delineadas a partir de políticas adotadas pelo Estado para estimular a produção e consumo de etanol no futuro<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Detalhes e a respectiva discussão sobre o PROALCOOL serão apresentados adiante, no capítulo 4.

<sup>42</sup> Muitas variáveis que discutem os porquês dessas oscilações serão apresentadas no capítulo 4, no que tange ao formato das políticas públicas aplicadas ao segmento sucroalcooleiro.



**Gráfico 3.3 – Área Colhida e Rendimento da Cana-de-Açúcar – 1975-2014**

Fonte: MAPA, CONAB e Anuário Estatístico da Agroenergia 2012

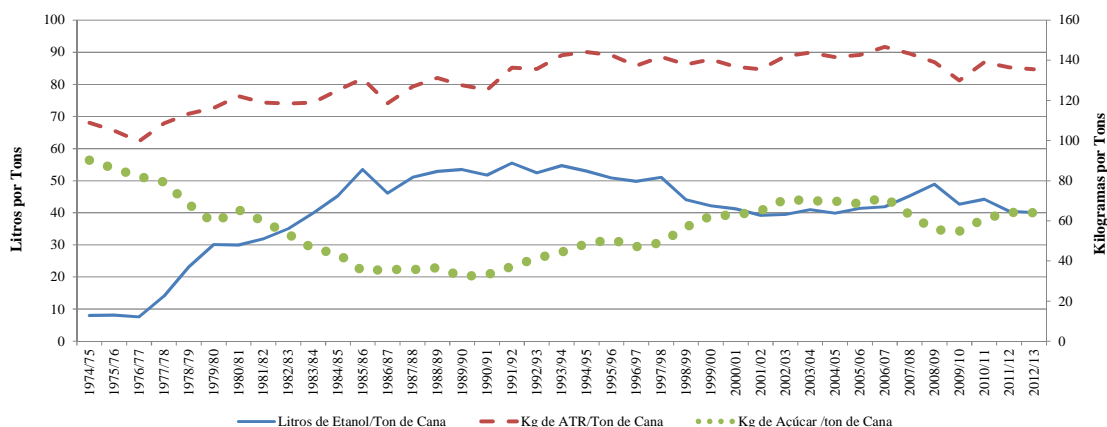
No que tange à produtividade é importante atentar para a evolução da área total colhida comparada à do rendimento por hectare. O Gráfico 3.3 mostra essa relação indicando que desde 1975 o crescimento é bastante ascendente para o total de área colhida e para o rendimento dessas colheitas, que chega a atingir a média de 81,4 ton/ha na safra de 2009/10. No entanto, verifica-se que há uma subsequente redução no rendimento que somente volta a se recuperar a partir da safra 2012/13. Por outro lado, o mesmo não se verifica para a área colhida que continuou a crescer em descompasso com o rendimento gerado. Isso guarda uma intensa relação com a redução da produtividade média das lavouras de cana por serem provenientes de variedades genéticas antigas, cujo rendimento tende a reduzir depois dos sucessivos cortes. Além disso, outros fatores importantes como as alterações climáticas também contribuem para esse resultado. O aumento da mecanização também favoreceu essa alteração de trajetória.

Paralelamente, o indicador que mostra a média por safra de Açúcar Total Recuperável (ATR) segue uma trajetória similar ao que foi verificado para o crescimento da área colhida e do rendimento da cana desde a safra de 1974/75. O ATR é um indicador que mostra quanto de cada tonelada de cana processada torna possível gerar de açúcar e etanol, por exemplo. Ele também pode ser utilizado como um indicador de produtividade, pois mostra a quantidade de açúcar ou etanol que cada colheita de cana pode gerar quando for remetida para as unidades sucroalcooleiras



realizarem o seu processamento. Ele também é utilizado como mecanismo de avaliação da qualidade da cana quando ela chega para ser processada, e isso pode determinar uma variação no valor do pagamento a ser realizado pela cana colhida. Por isso a medição do ATR torna-se importante inclusive para determinar o momento mais adequado para a colheita.

O Gráfico 3.4 mostra tanto a evolução do ATR total obtido por tonelada de cana como também sua destinação para a produção de açúcar e etanol. Constata-se que ao longo do período de 1974 a 2013 ocorre uma intercalação entre a destinação da maior parte do ATR, de modo que é possível estabelecer um recorte com quatro períodos. No primeiro período, entre a safra 1974/75 e 1981/82 a maior parte do ATR é utilizada para a produção de açúcar. No segundo período entre a safra 1982/83 a 2000/01 a maior parcela de ATR é utilizada para a fabricação de etanol. No terceiro período entre as safras de 2001/02 a 2006/07 há uma retomada da produção de açúcar utilizando de uma parcela maior do ATR, mas numa proporção muito próxima ao que se verifica para o caso do etanol. E por fim, após a safra 2006/07 o etanol volta a responder pela maior parcela do ATR.



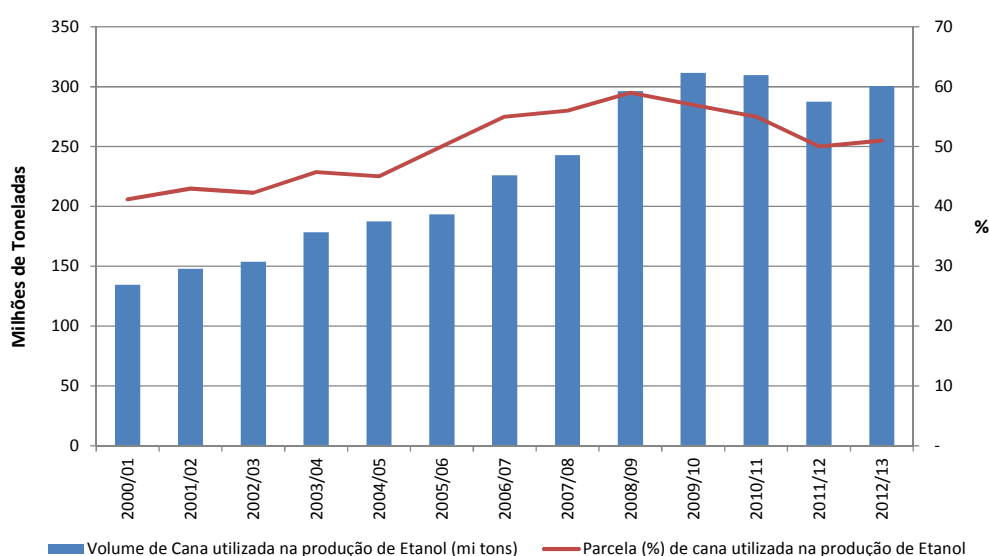
**Gráfico 3.4 – Destinação do ATR (Açúcar Total Recuperável) de cana para a produção de açúcar e etanol**

Fonte: Anuário Estatístico da Agroenergia 2009 – MAPA

Essas movimentações e alterações entre a produção de açúcar e/ou etanol que se ‘apropria’ mais ou menos do ATR se deve, por um lado, às dinâmicas específicas dos mercados desses dois produtos. Isso afeta a decisão de produzir mais açúcar em detrimento a etanol, e vice-versa. Por outro lado, a relação entre os movimentos de alta e baixa nos preços do açúcar versus do etanol são causados por dinâmicas diferentes. Ocorre que as naturezas dos dois mercados são diferentes e isso afeta a tomada de decisão no deslocamento da produção para açúcar ou para etanol. E isso pode estar

diretamente ligado às decisões de políticas públicas e/ou das expectativas que surgem a partir do mercado e ou das posturas adotadas por parte do Estado. A isso se soma o fato de que o mercado internacional de açúcar é consolidado, enquanto que o etanol é um produto cujo comportamento acaba sendo moldado por maiores instabilidades, inclusive em função dos preços dos combustíveis concorrentes, conforme se discutirá adiante em relação à gasolina.

Do total de cana-de-açúcar processada no Brasil, estima-se que, atualmente, 49% sejam destinados à produção de açúcar e 51% à produção de etanol. A década de 2000 marca uma retomada importante na produção de etanol. Isso se confirma com uma maior utilização da cana processada para produção desse combustível (Gráfico 3.5).



**Gráfico 3.5 – Cana-de-açúcar utilizada na produção de etanol – 2000/01 a 2012/13**

Fonte: CONAB e MAPA – elaboração própria.

Conforme registra Baccarin et al (2009), o câmbio favorável contribuiu para que em 2006 o açúcar alcançasse preços internacionais elevados, que chegaram a US\$ 300 por tonelada. No período anterior, entre 2001 e 2004, os preços oscilaram ao redor de US\$ 200/ton. Em 2005 e 2006 as exportações desse produto chegaram a absorver 70% da produção nacional, em grande parte devido a preços internacionais favoráveis, num ambiente distinto do que predominou na primeira metade dos anos 2000. Como resultado, a parcela da cana processada destinada à produção de etanol acabou sendo menor, embora seu volume produzido tenha aumentado ao longo do período.

Sobretudo para as unidades sucroalcooleiras que podem produzir açúcar e etanol, a conversão da produção entre os dois produtos tem sido uma opção adotada de forma recorrente, de acordo com o preço relativo. Como já se apontou anteriormente, os

empresários do segmento têm passado por um momento difícil em relação à falta de definição de planos de expansão, sobretudo após a crise econômica de 2008. O que está em jogo, segundo a perspectiva dos empresários é o retorno de seus investimentos realizados. Assim, essa alternância da produção entre açúcar e etanol, em grande parte reflete a instabilidade do mercado, implicando, portanto, em maior oscilação de preços. No que se refere aos reflexos sobre a produção de etanol, essa instabilidade é um claro sinal da falta de articulação entre o mercado, na figura dos empresários, e o Estado, a qual se constitui numa das principais questões discutidas neste trabalho, tendo em vista particularmente suas implicações para a implementação de políticas públicas voltadas para este setor. Além disso, a importância dada pelo governo federal aos problemas derivados da intercalação entre açúcar e etanol, reflete o grau de prioridade estabelecido para a agenda energética associada à produção e comercialização de etanol<sup>43</sup>.

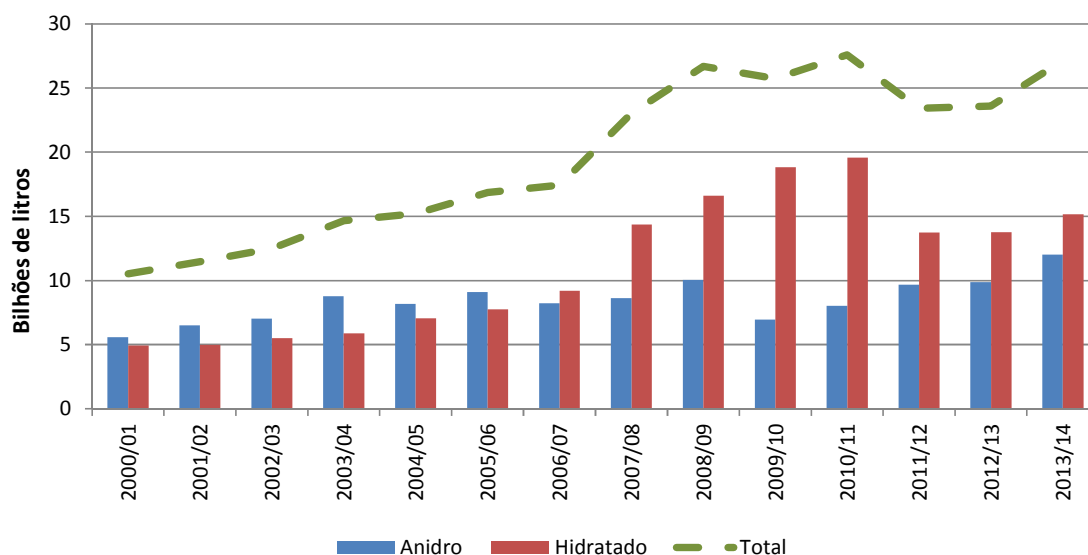
### 3.2.2.1 Características relacionadas ao mercado de etanol no Brasil

Feita a apresentação da evolução agregada da produção dos dois principais produtos obtidos a partir da cana-de-açúcar, neste item se reserva atenção para as trajetórias da produção de etanol anidro e hidratado, de modo que isso ajuda a compreender a dinâmica do mercado de etanol no Brasil.

Como já exposto anteriormente, a produção de etanol pode ser direcionada para a geração de etanol (álcool) anidro e/ou etanol (álcool) hidratado. Enquanto o primeiro é o etanol adicionado à gasolina conforme determinação do governo federal, podendo variar ao longo do tempo, o segundo se refere ao etanol consumido, sem mistura, diretamente pelos carros ou direcionado para outros fins industriais, como produção de bebidas, cosméticos, produtos farmacêuticos, petroquímicos, etc.. O nível de produção do etanol anidro e etanol hidratado evoluiu após o ano 2000 numa trajetória ascendente, embora invertendo a tendência a partir de 2010, e voltando a se recuperar a partir de 2013, e alcançando 27 bilhões de litros na safra 2013/14 – valor duas vezes e meio superior à produção do ano inicial (Gráfico 3.6).

---

<sup>43</sup> Nas safras de 2010/11 e 2011/12 houve uma redução na parcela de cana destinada à produção de etanol, com reflexos na produção total desse produto no Brasil. No entanto, a partir da última safra há uma tendência de leve recuperação, cujas perspectivas ainda são indefinidas (Gráfico 3.5).

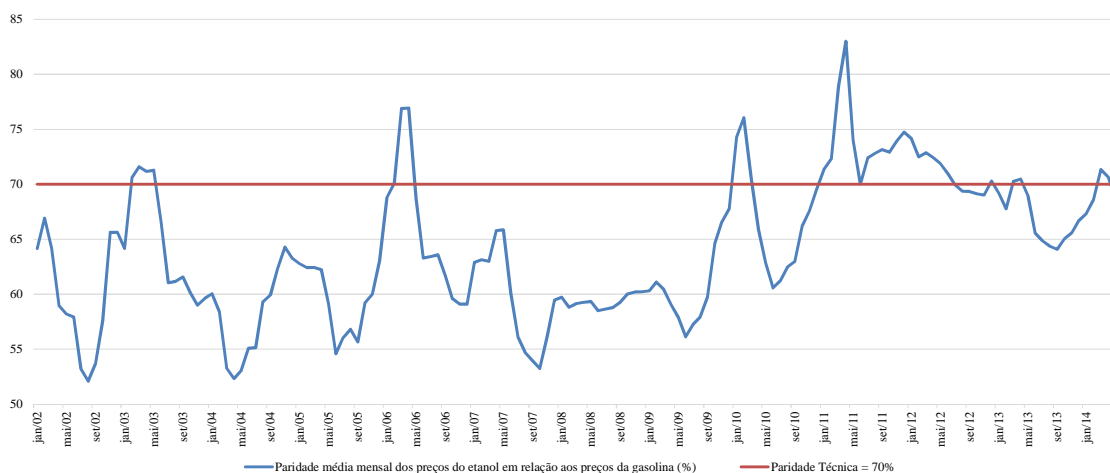


**Gráfico 3.6 – Produção de Etanol (álcool anidro e álcool hidratado) – 2000/01 a 2013/2014**

Fonte: MAPA e CONAB.

Além da maior produção de etanol hidratado entre 2007/08 e 2010/11, ocorre uma redução na produção de etanol anidro. A evolução apontada acima revela também uma mudança de cenário no mercado de etanol após a safra 2010/11, a qual contribuiu para superar o ambiente recessivo que marcou o período pós-2008, por meio do endividamento das empresas, incertezas em relação ao setor, redução de crédito, e consequente postergação de projetos de investimento. Segundo a EPE (2013), ainda que a safra 2012/13 registre uma mudança de tendência e de recuperação, tem-se nela reflexos da redução dos investimentos em replantio do canavial e de tratos culturais, de problemas climáticos e do aumento do índice de perdas de sacarose causados pela mecanização de parte das colheitas que ocorreram nas safras anteriores.

A partir da safra 2011/12 há um aumento na produção de etanol anidro, mesmo com a redução do teor de anidro na gasolina de 25% para 20% ao longo do ano de 2012, devido, sobretudo, à maior demanda de gasolina tipo C que recebe a adição do etanol anidro (EPE, 2013). A produção de etanol hidratado foi também influenciada pela variação de preços da gasolina, sobretudo depois de 2003 em que as montadoras de automóveis passaram a disponibilizar a versão de carros do tipo *flex-fuel*, dando ao consumidor a opção entre gasolina e etanol, ou ambos misturados, determinada pelo preço relativo entre os dois tipos de combustível.



**Gráfico 3.7 – Comparativo percentual médio do preço do Etanol Hidratado perante o preço da Gasolina no Brasil entre 2002 e maio/2014**

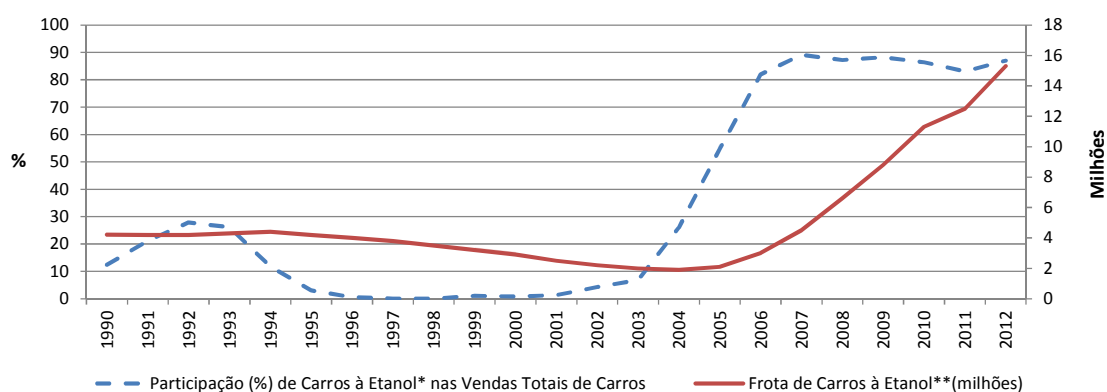
Fonte: MAPA e ANP.

A paridade técnica (referente à compatibilidade de rendimento do combustível) embutida no consumo dos dois combustíveis estabelece que o etanol será técnica e economicamente preferível à gasolina caso seu preço não ultrapasse 70% do valor da gasolina (Gráfico 3.7). Chama a atenção o pico alcançado em 2011, após o qual, apesar da redução verificada em seguida, a paridade técnica é mantida próxima a 70%. A redução na produção de etanol anidro verificada anteriormente nas safras de 2009/10 e 2010/11 não implicou em redução no consumo de gasolina. E ao mesmo tempo houve uma redução no volume total de etanol hidratado produzido, o que pode ter forçado o aumento do preço ao consumidor. Além disso, nos últimos anos o governo brasileiro vem recebendo diversas críticas<sup>44</sup> segundo as quais ele estaria bloqueando o repasse de aumento no preço da gasolina, dado que os preços do petróleo no mercado internacional cresceram e não foram acompanhados internamente. Isso estaria barateando ‘artificialmente’ a gasolina, prejudicando o consumo de etanol hidratado, que, por se tornar desvantajoso, não estimularia as unidades sucroalcooleiras a aumentarem a produção. Uma vez mais, é importante registrar que esse cenário é tipicamente conjuntural no que se refere ao movimento de preços nos diferentes mercados. No entanto, essa oscilação que gera distúrbios e afeta os resultados e expectativas no

<sup>44</sup> As diversas críticas à suposta exigência do governo federal à Petrobras para que essa não repassasse os aumentos nos preços internacionais do petróleo à gasolina foram divulgadas na grande imprensa ao longo de 2011 e 2012, sobretudo. Em entrevista ao jornal Folha de São Paulo em 25/03/2012, a presidente da Petrobras, Graça Foster, acabou assumindo que o preço elevado do barril de petróleo era uma preocupação evidente, mas que não era conveniente repassar automaticamente todas as oscilações de preços do petróleo no mercado internacional para a venda de combustíveis no mercado interno porque isso reduziria o consumo no Brasil. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/33251-repasse-total-do-petroleo-frearia-consumo.shtml> (Consultado em 12/09/2013).

mercado sucroalcooleiro tem sido recorrente desde o fim da regulação do mercado produtor de açúcar e etanol no Brasil. Assim, é importante atentar para esses fatos como um sinalizador importante de que o segmento sucroalcooleiro, mais de uma década depois da completa desregulamentação de seu mercado, ainda padece de instabilidade e incerteza em grande parte resultantes da indefinição por parte do governo federal em relação ao etanol e à implementação de uma plataforma energética diferenciada e ecologicamente mais sustentável<sup>45</sup>.

Há dois outros indicadores interessantes que demonstram um retorno às preocupações em relação ao uso de etanol como combustível no Brasil. O Gráfico 3.8 apresenta a trajetória de crescimento da participação de carros movidos a álcool nas vendas totais e também o crescimento da frota de carros *flex-fuel*. É importante ressaltar que os indicadores apresentados no Gráfico 3.8 consideram no grupo de carros movidos a etanol todos aqueles *flex-fuel* que passaram a ser vendidos no Brasil a partir de 2003. Até 2007 ainda havia produção de carros movidos somente a etanol, quando a produção passou a ser somente de carros movidos à gasolina e carros *flex-fuel*. O fato marcante é que metade da frota brasileira já era *flex-fuel* no ano de 2012.



**Gráfico 3.8 – Vendas e Frota de Carros à Etanol no Brasil – 1990 a 2012**

Fonte: ALCOPAR, BACCARIN (2009) e ANFAVEA.

Notas: \* As vendas a partir de 2003 incluem carros a álcool e os carros *flex-fuel*. \*\* A partir de 2007 passou-se a não produzir mais carros somente a álcool.

A década de 1990 foi marcante no que tange à queda na venda de automóveis movidos a etanol (Gráfico 3.8), quando a participação nas vendas totais de carros foi quase nula, indicando uma estagnação do setor, apesar da manutenção do volume produzido de etanol ao longo desse período (média 13 bilhões de litros para a década de 1990 perante a média de 18 bilhões de litros na década seguinte). A recuperação e

<sup>45</sup> Esses temas e a questão das políticas referentes ao processo de desregulamentação serão apresentados no capítulo 4.

aumentos na produção de etanol a partir da segunda metade dos anos 2000 deveu-se, fortemente, aos lançamentos dos modelos *flex-fuel* no mercado brasileiro. Isso permitiu ao consumidor mais liberdade na escolha do combustível, enquanto as oscilações na venda de etanol hidratado nessa última década passaram a depender mais de outras variáveis e não do estoque de carros movidos a etanol em quantidade suficiente que garantissem investimentos e aumento da produção desse combustível.

Por fim, cabe apresentar as projeções preparadas pela EPE (2012) para a demanda de etanol anidro e hidratado conforme as regiões do país. A projeção de demanda por etanol combustível foi calculada tendo por base a demanda por gasolina A (sem adição de etanol anidro). Entre 2012 e 2021 a expectativa é que a demanda por etanol hidratado cresça 71,9% enquanto a de etanol anidro cresça somente 24,3%. Isso ocorre em virtude da expectativa de menor produção do mesmo, inclusive porque há previsão de redução na demanda de anidro no Sudeste e no Centro-Oeste (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1 – Projeção de Demanda Energética de etanol hidratado e anidro (milhões de litros) para 2016 e 2021**

	Hidratado				Anidro			
	2012	2016	2021	Var. (%) 2012-2021	2012	2016	2021	Var. (%) 2012-2021
<b>Norte</b>	222	546	982	77,4	466	710	1.010	53,9
<b>Nordeste</b>	1.147	3.034	5.788	80,2	1.343	1.986	2.587	48,1
<b>Sul</b>	1.421	2.744	3.535	59,8	1.508	2.084	2.542	40,7
<b>Sudeste</b>	10.120	22.087	34.184	70,4	3.296	2.983	2.904	-13,5
<b>Centro-Oeste</b>	1.719	4.225	7.493	77,1	675	689	591	-14,2
<b>Brasil</b>	14.629	32.635	51.982	71,9	7.288	8.452	9.633	24,3

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2012, p. 58 e 59).

Assim, o cenário traçado para os próximos anos contempla aumento no consumo de etanol em detrimento ao consumo de gasolina, devido tanto ao aumento da frota *flex-fuel* no país, como também em função da redução de consumo de etanol anidro na região Sudeste e forte aumento de etanol hidratado, dado que é onde está o maior contingente de consumidores de combustível. Mas, baseando-se nos problemas vivenciados pelo setor sucroalcooleiro atualmente (sobretudo no que tange às disputas em dois mercados: gasolina *versus* etanol e açúcar *versus* etanol), pode-se sugerir que a concretização de um cenário mais favorável ao aumento da produção e consumo de etanol combustível no país ainda demanda medidas de suporte que propiciem confiança para o crescimento sustentado do setor.

É nesse sentido que os problemas de natureza conjuntural têm bases estruturais, as quais revelam a real capacidade que o mercado e as unidades sucroalcooleiras têm de

enfrentar de forma independente os desafios postos pelo cenário descrito anteriormente. Nesse caso, o Estado (por meio das políticas e estímulos adotados) é uma contraparte relevante na evolução do segmento produtor de etanol no Brasil. Além disso, as estatísticas apresentadas mostram que o atual cenário de produção de etanol tem uma forte e direta relação com o seu consumo como combustível. No entanto, outro elemento de grande relevância se refere às novas potencialidades na produção de etanol de segunda geração, consideradas janelas de oportunidades juntamente a outras possibilidades que já existem a partir da álcoolquímica e de outras atividades que possam a vir se beneficiar do uso das matérias-primas derivadas da cana-de-açúcar. Assim, o momento recente é um recorte temporal relevante para a discussão sobre a evolução do segmento sucroalcooleiro e das potencialidades associadas aos desenvolvimentos de capacidades técnicas e científicas e do papel das políticas públicas que atuam (ou possam vir a atuar) fomentando o segmento e suas potencialidades.

### 3.3 TIPOLOGIA DOS BIOCOMBUSTÍVEIS E AS NOVAS ROTAS TECNOLÓGICAS DE PRODUÇÃO

Historicamente a produção de etanol no Brasil esteve associada ao processamento tradicional da cana-de-açúcar, tal como destacado anteriormente. No entanto, essa atividade tem incorporado novas possibilidades de produção e com o uso de novas rotas tecnológicas já é possível ampliar a produção de etanol e outros tipos de biocombustíveis utilizando outras matérias-primas. Mais ainda, o etanol também pode ser produzido pela conversão de celulose em açúcar que ao ser fermentado possibilita produzir álcool. As fontes de celulose incluem a biomassa ou material lignocelulósico, tal como resíduos agrícolas, plantas de crescimento rápido, resíduos florestais e vegetais diversos (DOE, 2010). A fronteira tecnológica na produção de biocombustíveis tem evoluído de modo que já é possível o uso de subprodutos agrícolas e florestais para geração de energia e biocombustíveis em larga escala. Todavia, o grande desafio está na redução de custos e no aprimoramento tecnológico da produção de biocombustíveis de segunda geração ou celulósicos a partir de biomassa/materiais lignocelulósicos (inclusive aqueles residuais).

Esse tipo de combustível ainda está em estágio relativamente inicial no que se refere à sua escala de produção, comparativamente aos de primeira geração. Assim, quanto maior o aumento da produção e da eficiência dos biocombustíveis produzidos a



partir de biomassa, maior será o potencial para redução de seus custos relativos. Para tanto, os investimentos em P&D realizados por empresas privadas e pelo setor público se tornam fundamentais (SIMS et al, 2008). E aqui reside uma grande janela de oportunidade a ser aproveitada de modo a basear-se no uso de recursos naturais para avançar em pesquisa, desenvolvimento e geração de mercados complementares e novos no que se refere a combustíveis e fontes energéticas.

Os materiais celulósicos podem se tornar relativamente menos caros como fonte de produção de etanol por serem abundantes e não serem parte da cadeia de alimentação humana (80% da biomassa mundial é de origem florestal). Assim, os fatores que ainda limitam a produção de etanol celulósico são, sobretudo, de natureza tecnológica e econômica (DOE, 2010). Apesar da enorme disponibilidade de biomassa, seu uso responde por somente 10% do consumo mundial de energia, enquanto os outros 90% são distribuídos entre combustíveis fósseis não-renováveis (80%), energia nuclear (6%), hidroeletricidade (2%) e energia solar renovável.

A biomassa/materiais lignocelulósicos podem ser classificados em dois grupos. O primeiro se refere à biomassa tradicional utilizada de forma mais primitiva tal como lenha em fogões que geram mais poluição. O segundo grupo se refere à biomassa “moderna”, produzida de modo sustentável e utilizada para gerar eletricidade, aquecimento de caldeiras e combustíveis líquidos. Ela também inclui os resíduos florestais, animais e agrícolas, tais como a palha e bagaço da cana-de-açúcar, e resíduos urbanos (GOLDEMBERG, 2011; HIGAM e SINGH, 2011).

O uso da biomassa deve ser visto no contexto da revolução tecnológica envolvendo novas técnicas de produção e a descoberta de novas fontes de energia (BID, 2007). A conversão da celulose em etanol é um processo industrial, mas de característica biológica, que requer amplo aprofundamento de conhecimentos científicos e tecnológicos. No entanto, a superação dos desafios relacionados à sua viabilidade econômica só tem sido possível através da atuação do Estado. Nesse sentido, os EUA têm se destacado pelos investimentos realizados nessa atividade e pelo apoio governamental ao desenvolvimento tecnológico associado aos biocombustíveis obtidos a partir de biomassa. Assim, esse tema tem ganhado mais importância na agenda política, ambiental e econômica<sup>46</sup> em nível mundial, em particular no Brasil que, após

---

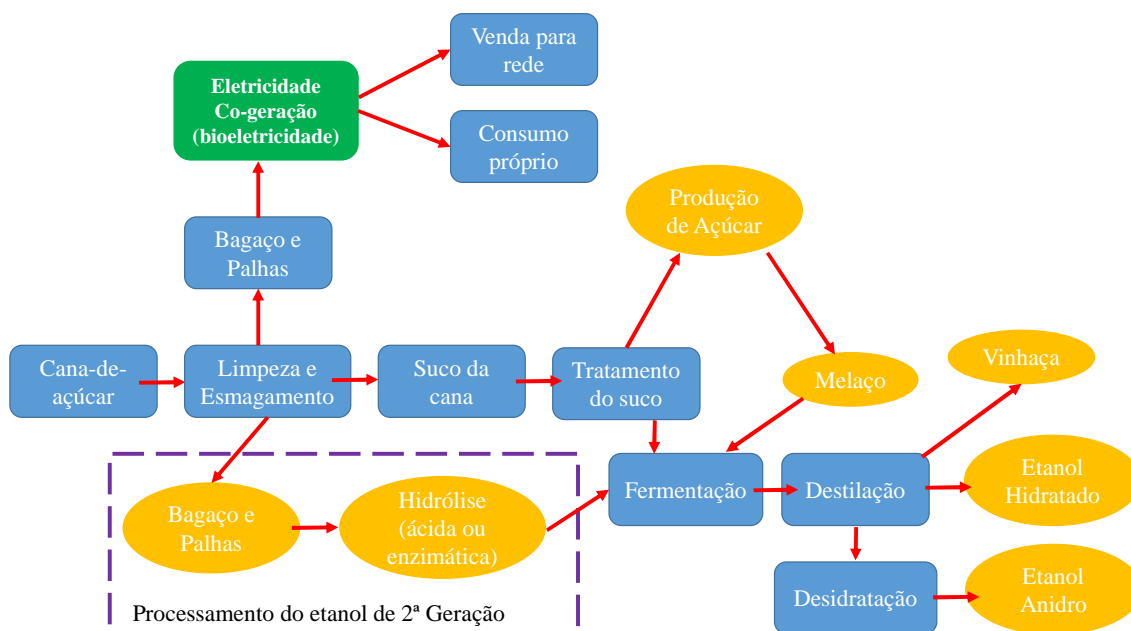
<sup>46</sup> Como registra Pedro (2008, p. 150), “o domínio tecnológico de genes, enzimas e moléculas aplicadas aos sistemas agroenergéticos já tem sido uma fronteira na qual firmas, redes e países disputam a liderança internacional de mercados alternativos de energia”.

os EUA, é o segundo maior produtor de etanol e um dos países com maior potencialidade nesse mercado.

Os biocombustíveis podem ser definidos em três grupos conforme as matérias-primas utilizadas e as tecnologias associadas à sua produção (IEA, 2010; HIGAM e SINGH, 2011):

- Primeira geração: corresponde à maior parte dos biocombustíveis consumidos atualmente. Refere-se tipicamente ao etanol (produzido a partir de cana-de-açúcar e milho) e ao biodiesel (obtido a partir do processamento de grãos e de outros subprodutos vegetais e animais). Essa categoria de biocombustíveis tem a característica de, em diversos casos, utilizar produtos e subprodutos que também podem ser destinados para alimentação humana e animal.
- Segunda geração: corresponde aos biocombustíveis produzidos a partir de celulose, hemicelulose ou lignina. Os principais exemplos são o etanol celulósico e biocombustíveis sintéticos (similares aos obtidos de fontes fósseis).
- Terceira geração: Já existe um consenso de que os biocombustíveis de terceira geração são aqueles derivados de todos os tipos de algas.

O processo de produção de biocombustíveis de segunda geração pode ser observado na Figura 3.2. Embora voltado para a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, o esquema permite compreender a passagem da produção de etanol de primeira geração e sua complementação com o etanol de segunda geração.



**Figura 3.2 – Esquema simplificado da produção de etanol de primeira e segunda gerações**

Fonte: VALDES (2011, p. 08).

Observa-se que a produção de etanol celulósico a partir dos subprodutos da cana-de-açúcar (como o bagaço e a palha) está associada à produção de etanol de primeira geração. Assim, o etanol de segunda geração pode ser obtido tanto em plantas já produtoras de etanol de primeira geração como também de forma autônoma, em função do tipo e da disponibilidade da biomassa a ser utilizada. Esta é uma característica favorável do Brasil, pois é possível o uso dos subprodutos da cana de forma imediata reduzindo drasticamente problemas associados à logística para distribuição de biomassa, um problema a ser ainda superado no caso de outros tipos de matéria-prima (e em outros países).

Apesar de se referir ao etanol de cana-de-açúcar, a figura 3.2 também ilustra a produção de outros tipos de biocombustível de segunda geração. Ocorre que a base de produção de biocombustíveis de segunda geração é são os materiais lignocelulósicos, podendo ser processados através de diferentes rotas tecnológicas que serão apresentadas mais adiante<sup>47</sup>. Interessante destacar que esse é o mesmo esquema apresentado anteriormente para a produção de etanol de primeira geração a partir de cana-de-açúcar, de modo que agora é possível verificar a possibilidade de produção do etanol de segunda geração a partir de uma perspectiva integrada à estrutura de produção já existente no Brasil.

Aumentos de produtividade na produção de biocombustível a partir de resíduos de fontes naturais ocorrem a partir da celulose e hemicelulose da biomassa vegetal, as quais, juntamente com a lignina, compõem a estrutura da parede celular das plantas. Em algumas plantas, cujas estruturas são mais flexíveis, a celulose e a hemicelulose respondem pela maior parte da parede celular, enquanto que em outros casos a lignina é predominante, como é caso de plantas mais rígidas e da madeira. Assim, a biomassa celulósica possui um conjunto de moléculas muito mais complexo do que a existente no amido obtido do milho e da cana-de-açúcar, cujo açúcar é fermentado para a produção de etanol (FULLER, 2014; DASHTBAN, SCHRAFT e QIN, 2009).

Assim, a obtenção de etanol celulósico a partir dos resíduos vegetais, tal como o bagaço e palha de cana-de-açúcar, demanda a quebra dessas estruturas e de suas moléculas para produção do biocombustível. A maior parte das tecnologias associadas à produção de biocombustíveis celulósicos ainda está em desenvolvimento e muito

---

<sup>47</sup> Maiores detalhamentos da organização da produção de biocombustíveis de segunda geração podem ser encontrados em HIGAM e SINGH, 2011 e MELAMU, R e BLOTTNITZ, 2011.

recentemente começou a ser utilizado em escala comercial<sup>48</sup>. Mas a compreensão dos processos tecnológicos de quebra de moléculas da estrutura vegetal remete às tentativas aplicadas à madeira na Alemanha já no início do século XX (BASTOS, 2007).

Matérias-primas alternativas, tal como a biomassa/materiais lignocelulósicos e produtos geralmente não comestíveis são uma forma de superar problemas associados aos biocombustíveis de primeira geração, aumentando a produção de forma mais sustentável ambientalmente, e reduzindo a emissão de gases causadores do efeito estufa (LUQUE et al, 2008; DASHTBAN, SCHRAFT e QIN, 2009).

A produção de etanol a partir de lignocelulose ainda requer avanços tecnológicos para lidar com modificações genéticas dos microrganismos que vão digerir a celulose dos rejeitos orgânicos disponíveis, podendo ser fonte para geração de etanol celulósico. No caso do etanol obtido a partir de cana-de-açúcar, pode-se dizer que a ampliação de sua potencialidade reside no desafio de aproveitamento, a custos competitivos, de seus subprodutos para produção de mais etanol. Ou seja, isso tem a ver com os aprimoramentos das rotas tecnológicas para produção de etanol celulósico, ou de segunda geração.

Os biocombustíveis de segunda geração são classificados em diferentes grupos, dependendo da rota tecnológica de conversão (química, biológica ou termoquímica) utilizada para sua produção:

- Conversão química: ocorre por meio de transesterificação, mistura química entre o óleo obtido a partir da biomassa, um tipo de álcool e um catalisador que pode ser o ácido sulfúrico, por ser mais barato e mais utilizado. Dessa forma, é possível produzir biodiesel a partir de culturas agrícolas não alimentares, a partir de óleos e gorduras. Esse tipo de conversão também permite obter biocombustível pelo método de craqueamento catalítico, ou em outras palavras, com a quebra das moléculas do óleo utilizado via aquecimento a alta temperatura (LUQUE et al, 2008; SIMS et al, 2008; DOE, 2010; BOMTEMPO, 2010).

---

<sup>48</sup> Muitas empresas só recentemente têm começado a construir e operar plantas em escala comercial e para demonstração das tecnologias. A empresa Iogen, no Canadá, que produz etanol celulósico a partir de palha de trigo desde 2004 foi uma das primeiras plantas de demonstração a iniciar operações (EGGERT, GREAKER e PORTTER, 2011). Segundo Bastos (2007), essa planta estava processando 30 toneladas de biomassa para gerar 1 milhão de litros de etanol/ano. O ideal para uma planta competitiva seria o uso de 1.500 tons/dia e produzir 45 milhões de litros/ano.

- Conversão biológica: permite a obtenção de bioetanol, etanol produzido a partir de biomassa, em que se inclui o etanol celulósico quando obtido pelo processamento das células das paredes de resíduos vegetais, de biogás, obtido a partir do processamento de biomassa e sua posterior purificação e o bio-hidrogênio, obtido a partir do processamento de biomassa. O processo de obtenção do bioetanol ocorre pela decomposição dos materiais que provém o açúcar que é fermentado via hidrólise enzimática e depois transformado em bioetanol via fermentação. Assim, uma mistura de enzimas deve ser utilizada ao longo da hidrólise. Esse método se aplica, sobretudo, à biomassa rica em celulose e hemicelulose (quando respondem por 70% a 75% do volume total da biomassa). No caso da biomassa que é constituída majoritariamente por materiais lignocelulósicos (caso de madeiras ou de espécies vegetais com sustentação mais rígida que possuem menos celulose e hemicelulose), a lignina pode ser usada para geração de calor e aquecimento em refinarias ou em outras instalações (LUQUE et al, 2008; SIMS et al, 2008; DOE, 2010; BOMTEMPO, 2010).
- A conversão termoquímica também pode utilizar vários tipos de biomassa e sua rota tecnológica inclui a gaseificação e a pirólise. Por esse método é possível produzir biocombustíveis sintéticos (que possuem as características similares daqueles obtidos a partir de matérias-primas fósseis). Para isso se utiliza o *syngas* (ou gás de síntese), que é o gás obtido a partir de queima de biomassa (e também pode ser obtido com o uso de carvão, de origem fóssil). Os principais processos utilizados na conversão termoquímica são o *Hydro-Thermal Upgrading* (HTU) e a síntese Fischer-Tropsch. A primeira técnica normalmente utiliza lignocelulose (madeira, por exemplo) e alguns tipos de biomassa úmida (bagaços, por exemplo) e envolve o tratamento hidrotérmico da biomassa que é convertida em uma mistura de hidrocarbonos a diferentes níveis de temperatura e pressão. A segunda é uma das tecnologias avançadas de conversão para produção de biocombustíveis. Sua técnica já era desenvolvida no início do século XX por cientistas alemães (Franz Fisher e Hans Tropsch). Assim, já se utilizava esse conhecimento para produção de combustíveis líquidos a partir de carvão e gás natural – o que também pode ser chamado de *biomass-to-liquid* (BTL) (LUQUE et al, 2008; SIMS et al, 2008; DOE, 2010; BOMTEMPO, 2010).

**Tabela 3.2 – Roteiro da produção de biocombustíveis de primeira e segunda geração a partir de diferentes matérias-primas e tecnologias.**

	Grupo de Biocombustível	Biocombustível	Tipo de biomassa	Processo de produção
2ª Geração	Bioetanol	Etanol celulósico	Biomassa agrícola, florestal e marinha	Fermentação e hidrólise enzimática avançada
	Biocombustíveis sintéticos	Biomass-to-liquid (BTL)	Materiais lignocelulósicos	Síntese, gaseificação e craqueamento
		Fischer-Tropsch diesel (FT)		
		Diesel sintético		
		Biometanol		
		Alcoóis mais pesados - Butanol e misto		
		Dimetil Éter (DME)		
	Biodiesel (híbrido de 1ª e 2ª geração)	NExBTL	Óleos vegetais e gordura animal	Hidrogenização (refino)
H-Bio				
Green pyrolysis diesel*		Materiais lignocelulósicos		
Biogás	Gás natural bio-sintético (SNG)*	Materiais lignocelulósicos (biomassa genérica)	Síntese e digestão anaeróbica	
Bio-hidrogênio	Bio-Hidrogênio	Materiais lignocelulósicos (biomassa genérica)	Síntese e gaseificação e processos biológicos (fermentação)	
1ª Geração	Biobutanol	Biobutanol	Culturas utilizadas para produção de açúcar	Fermentação e Sacarificação
	Biodiesel	Biodiesel	Culturas que servem para produção de óleo	Transesterificação
	Bioetanol	Etanol	Cana-de-açúcar e milho	Fermentação

Fonte: a partir de SIMS et al (2008, p. 43) e LUQUE et al (2008, p. 545).

A tabela 3.2 permite identificar todos os biocombustíveis da primeira e da segunda geração que podem ser produzidos a partir das rotas tecnológicas química, biológica e termoquímica, o que contribui para observá-los comparativamente conforme matérias-primas e técnicas adotadas.

Embora persistam dúvidas quanto às preferências por uma ou outra rota tecnológica, já é possível estabelecer suas diferenças a partir de suas principais características. O sucesso da rota química e biológica ainda depende da redução dos custos de pré-tratamento, da melhoria da eficiência das enzimas (rota biológica) e da redução de seus custos. A tecnologia de gaseificação da biomassa já é conhecida e já pode ser utilizada a custos menores, apesar de que progressos ainda são necessários e de que a margem para reduções adicionais de custos parece ser menor do que nos outros casos (SIMS et al, 2008; LUQUE et al, 2008; BONOMI, 2010a).

A lignina que é obtida residualmente no processo de hidrólise ácida (química, com o uso de ácidos para decomposição da biomassa) e de hidrólise enzimática (biológica, com o uso de enzimas para o mesmo processo) pode ser utilizada para a geração de energia e aquecimento de caldeiras. Já na rota termoquímica (ou método *biomass-to-liquid* – BTL) a lignina é convertida em gás juntamente com a celulose e a hemicelulose (SIMS et al, 2008; LUQUE et al, 2008). Uma característica importante da rota termoquímica é que ela tem a vantagem de dispor de um amplo leque de opções de

biomassa derivada de resíduos agrícolas e florestais, bioprodutos da indústria de alimentos, restos orgânicos coletados, etc. a serem convertidos em biocombustível. Além disso, a rota termoquímica possibilita a obtenção de combustíveis e produtos químicos que podem ser utilizados como substitutos de produtos derivados do petróleo (DOE, 2010). Já as principais desvantagens da conversão termoquímica são os altos custos para se remover substâncias tóxicas e ou compostos alcalinos de gases o que acaba por se tornar um processo menos eficiente devido à necessidade de altas temperaturas para realizar a conversão (DOE, 2010).

Assim, pesquisas recentes sobre essas tecnologias aplicadas à produção de biocombustíveis têm mostrado que existe maior potencial para redução de custos no caso das rotas químicas e biológicas devido aos avanços que já foram obtidos para o caso da rota termoquímica e que possuem uma menor margem para avanços nesse sentido. Mas, dentre as três rotas, a rota biológica com o uso de enzimas ainda é a mais cara e que demanda maiores desenvolvimentos tecnológicos, mas também é a que possui margens mais amplas para progressos e redução de custos, o que pode torná-la mais competitiva e eficiente.

### 3.3.1 As rotas tecnológicas predominantes no Brasil

Há alguns anos, quando se iniciaram algumas tentativas importantes no sentido a desenvolver o etanol celulósico, a opção tecnológica mais adotada no Brasil foi diferente daquela predominante nos EUA. Ou seja, ao invés da rota biológica com hidrólise enzimática para obtenção de biocombustível celulósico o interesse das empresas no Brasil esteve voltado para hidrólise ácida (rota química). No entanto, embora a rota química tenha ganhado mais espaço no Brasil, já existem tentativas e estudos para se avançar com a produção de etanol celulósico também pela via enzimática (SOUZA, 2013).

As pesquisas que vem sendo desenvolvidas no Brasil sobre o etanol de segunda geração ainda estão muito concentradas nas universidades públicas, conforme demonstra Souza (2013). O autor fez um levantamento de todos os grupos de pesquisa na plataforma de dados do CNPq e conseguiu demonstrar a evolução de grupos de pesquisa relacionados às áreas cujas palavras-chave têm relação com o etanol de segunda geração. Um dos filtros realizados por Souza (2013) se referia à existência de termos relacionados ao etanol no nome dos grupos de pesquisa, das linhas de pesquisa

e/ou nas palavras-chave dessas linhas de pesquisa. A tabela 3.3 apresenta os resultados e mostra que após 2000 a atenção para com os temas relacionados ao etanol celulósico aumentaram no país. Assim, a tabela permite verificar a quantidade de grupos que possuem relação direta com as palavras-chave selecionadas. Um dado adicional apresentado por Souza (2013) é que quando o filtro é aplicado para as mesmas palavras que aparecem em referências e ou títulos de produções, a quantidade de grupos relacionados aos temas dá um salto ainda maior.

**Tabela 3.3 - Número de grupos de pesquisa relacionados às palavras-chaves, 2000-2010**

	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Etanol	12	11	11	19	33	51
Etanol+lignocelulósico	0	0	0	0	1	2
Biocombustíveis	0	1	6	22	63	131
Hidrólise	6	14	11	15	13	17
Hidrólise+enzimática	1	2	2	4	2	3
Hidrólise+ácida	1	2	1	1	0	0
Hidrólise+química	1	2	1	2	2	3
Alcoolquímica	0	1	1	1	2	2
Biorrefinarias	0	0	0	0	0	2

Fonte: SOUZA (2013, p. 98).

A Dedini S/A Indústria de Base foi uma das primeiras empresas no Brasil a desenvolver e encomendar pesquisas associadas ao tema. Trata-se de uma empresa de metalmeccânica que fornece máquinas e equipamentos para usinas de cana-de-açúcar e que está interessada no avanço dessa tecnologia para desvendar o melhor mecanismo para produzir etanol celulósico de forma competitiva. Seu projeto denominado Dedini Hidrólise Rápida (DHR) foi pioneiro nesse sentido (BASTOS, 2007). A Dedini também foi pioneira em estabelecer uma grande parceria com a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). Essas tentativas tiveram início em 1987 com testes de conversão de insumos em etanol com a utilização do processo chamado Organosolv e o uso de ácido sulfúrico diluído na hidrólise (BON e FERRARA, 2007; RODRIGUES, 2006). O Organosolv refere-se à dissolução da lignina em solvente para rompimento da estrutura da celulose, realizado em conjunto com a hidrólise química da hemicelulose e da celulose. O processo pode ser combinado com hidrólise ácida ou enzimática. Mas o método DHR preferiu encaminhar as pesquisas pela via ácida por ser uma tecnologia mais conhecida e testada (CGEE, 2009). O valor total investido entre



2007 e 2011 na parceria da Dedini e a FAPESP chegou a R\$ 100 mi. O método DHR já foi patenteado nos EUA, Rússia e União Europeia (VARRICHIO, 2011).

A rota química, com o uso de ácidos demanda um maior controle para evitar reações indesejadas, mas é uma tecnologia relativamente mais conhecida e menos cara do que no caso da hidrólise enzimática. No entanto, o uso de ácidos requer avanços no tratamento de possíveis corrosões que possam ser geradas nos motores dos veículos, por exemplo (BASTOS, 2007; RODRIGUES, 2006).

Um grande benefício que o Brasil dispõe e que poderia ser utilizado como trunfo na corrida por aumentar a produção de etanol a partir de hidrólise (seja ácida ou enzimática) é o elevado volume de matéria-prima oriundo do bagaço da cana, o qual já está pronto para a hidrólise por já ter passado pela moagem, processo que reduz o tamanho das moléculas. Assim, as usinas brasileiras que processam cana teriam condições competitivas frente aos países que não usam cana-de-açúcar, derivadas de vantagens em termos de custo e logística de estocagem, transporte e escoamento.

O bagaço da cana-de-açúcar é composto por 46% de celulose, 25% de hemicelulose, 21% de lignina e 8% de outros componentes (GOLDEMBERG, 2011). Juntas a celulose e a hemicelulose respondem por 71% da biomassa da cana-de-açúcar, o que mostra ser uma rica fonte para produção de etanol celulósico, tornando-se uma opção competitiva para produção complementar de etanol de primeira geração.

A inserção do Brasil no futuro mercado de etanol, produzido a partir de tecnologias mais avançadas e que geram resultados mais competitivos, é uma possibilidade e deve ser considerada no desenho de estratégias para o setor, como advertiu Bastos (2007). Assim, ações efetivas para tratar dessa questão estratégica para o setor no qual o Brasil possui grande potencial são fundamentais. Além disso, trata-se não somente de se encontrar formas de aumentar a produção de biocombustíveis ambientalmente mais sustentáveis, mas também de possibilitar o uso de janelas de oportunidades associadas ao etanol de segunda geração (e à biomassa da cana-de-açúcar) que é um catalisador para novas demandas, contribuindo para a dinâmica econômica e o progresso do conhecimento científico e tecnológico num segmento em que o país detém uma vantagem histórica.

As projeções indicavam que as primeiras plantas a produzir etanol celulósico só estariam efetivamente prontas a partir de 2012. No entanto, as primeiras grandes plantas começaram a ficar prontas somente em 2014, tanto no Brasil como nos EUA. Mesmo assim, ainda há dúvidas se a produção desse tipo de biocombustível terá

capacidade de atender a demanda global de biocombustíveis a partir de 2030 (SIMS et al, 2008; EGGERT, GREAKER e PORTTER, 2011). O número de empresas que já estão desenvolvendo algum tipo de produção de etanol celulósico no Brasil é ainda pequeno, mas são iniciativas relevantes. São elas: Odebrecht Agroindustrial (antiga ETH Bioenergia), Usina São Manoel (ligada à Coopersucar) em parceria com o Centro de Tecnologia Canavieira- CTC, Raízen (*joint-venture* entre Shell e Cosan), GranBio (gerida pela GranInvestimentos S/A, em Alagoas) e a Petrobras, que tem trabalhado no desenvolvimento de sua própria tecnologia (SOUZA, 2013).

No entanto, apesar da expectativa de um maior aparecimento de casos de pesquisas relacionados à hidrólise enzimática no Brasil, Souza (2013, p. 159) conclui que o país “não está gerando esforços suficientes nas pesquisas relacionadas a estes temas”. O fato é que a área de conversão enzimática é aquela considerada a mais promissora em termos de saltos tecnológicos e produtividade na obtenção de etanol celulósico. Assim, é importante atentar para esse resultado porque conforme ocorre a evolução tecnológica das técnicas e custos de produção de etanol celulósico, o Brasil pode aparecer em posição desvantajosa perante outros produtores internacionais, tal como os EUA em que as pesquisas na área enzimática têm sido estimuladas por meio de políticas públicas<sup>49</sup>.

As barreiras para a expansão da produção de biocombustíveis de segunda geração não devem ser negligenciadas. Como apontado anteriormente, além das restrições econômicas e tecnológicas existem desafios logísticos de transporte e armazenamento das matérias-primas. Ainda que esse seja um problema menor para o caso da cana-de-açúcar, para outros tipos de matérias-primas é uma preocupação relevante, sobretudo fora do Brasil. A superação desses problemas, todavia, depende tanto da disposição da indústria de combustíveis em superá-los desvendando novas possibilidades tecnológicas, como também do aumento da demanda, para qual é importante a aceitação pelos consumidores desse tipo de combustível. Por essas razões, as ações de fomento governamental a esse segmento se tornam essenciais de modo a contribuir para acelerar o processo e desvendar um cenário promissor, minimizando as incertezas que têm inibido investimentos na produção de biocombustíveis e, assim, contribuir para o desenvolvimento econômico, tecnológico e ambiental.

---

<sup>49</sup> Essa discussão será retomada no capítulo 6.

### 3.4 O BRASIL NO MERCADO INTERNACIONAL DE ETANOL

Um aspecto crucial da evolução do setor produtor de etanol se refere à sua inserção no mercado internacional. Embora em escala muito inferior às dimensões do mercado interno, as exportações de etanol explicitam estratégias para esse mercado formuladas pelo governo e pela indústria, ao mesmo tempo em que indicam a capacidade competitiva do Brasil num mercado global em formação.

Ao longo do tempo o Brasil se tornou um dos principais produtores de itens derivados da cana-de-açúcar no mundo (açúcar e etanol), destacando-se devido ao pioneirismo na formação de um grande mercado interno que favoreceu a expansão da produção e consumo de etanol nas últimas décadas. Em 2005 o Brasil perdeu o posto de maior produtor mundial de etanol para os EUA. Os dados recentes referentes à produção mundial mostram que a velocidade de crescimento da produção de etanol nos EUA tem sido muito superior à verificada no Brasil. A tabela 3.4 apresenta a produção mundial entre 2007 e 2013, destacando que os EUA se consolidaram como o grande produtor mundial de etanol, seguido do Brasil. Além disso, verifica-se que o crescimento da produção é acelerado em todo o mundo. Contudo, a produção brasileira é a que menos tem crescido nos últimos anos (3,2% a.a.), e bem abaixo da taxa de crescimento da produção mundial, o que mostra indícios de que o país não está evoluindo nesse segmento com o mesmo afincamento visto em outros países.

**Tabela 3.4 – Produção mundial de etanol (milhões de litros) e Taxa de Crescimento Anual (%) entre 2007-2013**

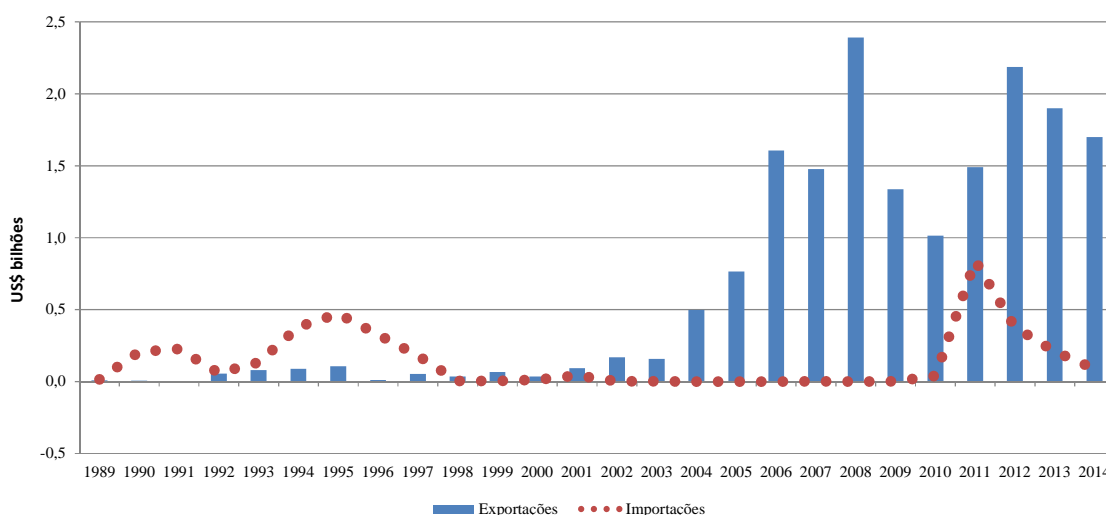
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Cres. Anual %
<i>Estados Unidos</i>	24.685	35.238	41.405	50.338	52.799	50.346	50.346	10,7
<i>Brasil</i>	19.000	24.500	24.900	26.201	21.097	21.111	23.723	3,2
<i>Europa</i>	2.159	2.777	3.937	4.575	4.420	4.463	5.190	13,3
<i>China</i>	1.840	1.900	2.052	2.050	2.100	2.101	2.635	5,3
<i>Canadá</i>	800	900	1.102	1.350	1.750	1.700	1.980	13,8
<i>Restante do Mundo</i>	1.194	1.474	3.460	3.727	2.643	2.847	4.815	22,0
<b>Total</b>	49.676	66.789	76.855	88.241	84.809	82.567	88.688	8,6

Fonte: Renewable Fuels Association (RFA) e U.S. Energy Information Administration (EIA).

É importante registrar que em outros países que não possuem clima tropical com alta incidência de sol e umidade adequada, a cana-de-açúcar não se mostra uma opção viável. Assim, nos EUA os produtores de etanol vêm utilizando o milho como matéria-prima. Em algumas poucas regiões da Europa e no Havaí (EUA) existem plantações de cana-de-açúcar, mas a produção é relativamente pequena, comparado ao

caso brasileiro. Assim, outras matérias-primas (por exemplo, a aveia, o arroz, a cevada, o trigo e o sorgo) também são utilizadas para produção de etanol.

No que se refere ao comércio internacional, o etanol ainda não responde por elevados fluxos nas transações internacionais e ainda não conta com um mercado internacional organizado nos mesmos moldes vistos para outras *commodities*, como também não há a definição de padrões internacionais para o produto. O Brasil é um dos países que vem participando das exportações de etanol com certo destaque, mas os valores comercializados são pouco significativos quando comparados com a produção total que é, em sua maioria, consumida no mercado interno. Como já visto a partir das estatísticas referentes ao mercado nacional, as exportações brasileiras de etanol somente ganham maior volume a partir dos anos 2000<sup>50</sup>, atingindo um pico em 2008 (Gráfico 3.9).



**Gráfico 3.9 – Exportações e Importações Brasileiras de Etanol – 1989 a 2014**

Fonte: Secex.

Nota: 2014 contempla até o mês de maio.

A redução verificada no total das exportações logo após 2008 se deve, sobretudo, aos efeitos da retração econômica provocada pela crise internacional no período e às próprias características da estrutura de oferta interna, a qual pode vir a ser problemática para a oferta de etanol quando se utiliza de sua capacidade de reposicionamento de produção frente às oscilações desfavoráveis de preços do etanol

<sup>50</sup> Até 30/04/1997 todo o etanol anidro produzido no Brasil era vendido somente à Petrobras que era a empresa estatal com monopólio da produção de gasolina no Brasil. Somente a partir dessa data a comercialização passou a ser feita com as distribuidoras de combustíveis.

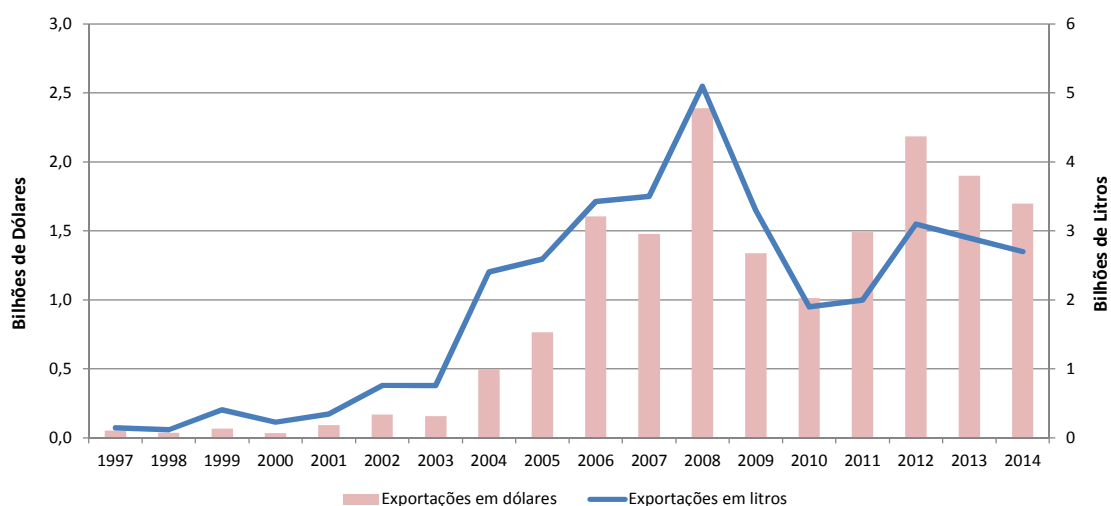
quando os preços do açúcar estão mais favoráveis no cenário internacional, por exemplo.

Nota-se que em 2012 já há uma recuperação das exportações, o que se confirma a partir de 2013. No que se refere às importações percebe-se momentos de pico nas compras brasileiras de etanol estrangeiro tal como ocorre entre 1990-91, 1994-95 e 2010-11. No caso dos dois primeiros períodos esse movimento reflete a redução das expectativas de expansão do setor ao longo da década de 1990, momento no qual a demanda por carros movidos a etanol foi reduzida drasticamente porque os novos compradores preferiram comprar carros movidos à gasolina devido à falta de confiança que se criava em torno da sustentação e ampliação do fornecimento de etanol no país. Ademais, a crise econômica iniciada em 2008 contribuiu para o engavetamento de vários projetos de produção de etanol, além de retrain as expectativas do setor. Assim, os problemas que caracterizam a estrutura de oferta de etanol no Brasil estão muito relacionados ao fato de que a ‘inexistência’ de um mercado ‘organizado e regular’ em que a postura dos agentes (incluindo o Estado) possa contribuir para mitigar riscos e incertezas sobre o futuro, contribuindo para melhorar a capacidade de articulação entre oferta e demanda, com avanços competitivos nesse segmento<sup>51</sup>.

Apesar dos valores maiores das vendas em 2006 e 2008, o país precisou vender um volume em litros muito maior do que quando comparado aos anos após 2010 em que os volumes menores (em litros) possibilitaram um retorno monetário maior. Isso indica que o cenário recente tem sido mais favorável ao Brasil em termos do preço médio por litro do etanol vendido internacionalmente. Esse resultado tem relação com o salto na demanda estadunidense pelo etanol brasileiro e também em função de reduções nos preços internacionais do açúcar entre 2011 e 2012 (Gráfico 3.10). Assim, fatores de movimentação conjuntural (mas relacionados à estrutura de oferta) acabaram afetando esses resultados melhores para as vendas externas de etanol. Mas, como já apontado acima, ao mesmo tempo em que isso pode ser visto como um resultado positivo, em outra fase os problemas reapareceram desestabilizando o mercado e trazendo à tona questões de cunho estrutural.

---

<sup>51</sup> Essa discussão norteará todo o restante da tese, sobretudo quando da discussão sobre o papel do Estado na definição e implementação de políticas públicas de fomento ao etanol.



**Gráfico 3.10 – Exportações Brasileiras de Etanol (em dólares e em litros) – 1997 a 2014**

Fonte: Secex e UnicaData.

Há de se registrar que essa retomada das exportações também tem relação com o maior excedente do etanol internamente devido à manutenção de menores preços da gasolina até 2012, tal como já foi apontado anteriormente. E como o maior parceiro comercial do Brasil na venda de etanol atualmente são os EUA (Tabela 3.5), parte desse cenário positivo também tem relação com a maior estiagem ocorrida em solo americano a qual prejudicou sua produção de milho, e conseqüentemente a oferta interna de etanol. Essa estiagem resultou numa queda de dois bilhões de bushels na produção de milho entre 2011 e 2012, levando a um aumento no preço do milho e suspensão das operações de muitas usinas (EPE, 2013).

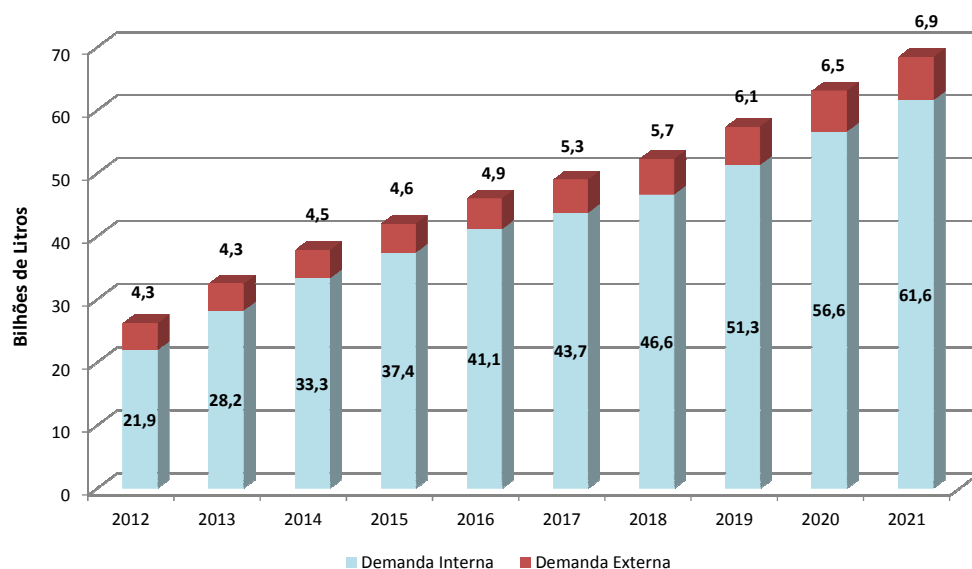
**Tabela 3.5 – Exportações Brasileiras (US\$ milhões) de Etanol para os Principais Países Parceiros – Anos Selecionados**

	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2013	Acumulado
<b>EUA</b>	4,6	7,7	80,4	882,4	756,9	186,0	1.500,0	1.094,0	4.512
<b>Holanda</b>	5,6	13,9	36,4	151,4	625,9	121,9	58,6	85,4	1.099
<b>Coreia do Sul</b>	4,6	35,7	56,0	33,7	81,1	188,1	108,1	216,7	724
<b>Jamaica</b>	3,1	22,8	27,2	56,1	194,8	65,8	152,2	67,0	589
<b>Japão</b>	10,1	25,9	44,4	95,2	112,9	131,2	75,8	80,9	576
<b>El Salvador</b>	-	-	5,9	80,3	151,3	-	68,1	24,7	330
<b>Demais Países</b>	6,9	63,2	247,5	305,8	467,5	321,3	223,4	331,3	1.967
<b>Total</b>	35	169	498	1.605	2.390	1.014	2.186	1.900	9.797

Fonte: SECEX – elaboração própria.

Segundo a EPE (2013), as exportações brasileiras de etanol para os EUA alcançaram o volume de 3,1 bilhões de litros em 2012, num valor total de US\$ 1,5 bilhão. Tendo em vista a importação de 0,6 bilhão de litros (a maior parte dos EUA), o resultado líquido do comércio de etanol com esse país foi de 2,5 bilhões de litros.

Apesar de os EUA serem o maior produtor mundial de etanol, em volume físico, há certa dependência de importações de produto brasileiro. O valor elevado registrado em 2012 se deveu, como já apontado, a problemas climáticos que afetaram diretamente a capacidade americana de produção de etanol de milho. O grande volume importado pela Jamaica e El Salvador se deve ao fato desses países serem entrepostos das exportações brasileiras para os EUA, beneficiando-se de acordos comerciais que as empresas nesses países dispõem, reduzindo ou isentando as vendas de impostos quando da entrada do produto nos EUA<sup>52</sup>. Já as importações pelo Japão foram impulsionadas nos anos recentes, sobretudo devido a acordos comerciais entre empresas japonesas e brasileiras. Segundo a EPE (2013), a Copersucar, Copesul, Cosan e Petrobras possuem acordos com esse país desde 2008, tendo a última realizado investimentos diretos por meio de *joint-venture* no Japão para promover a produção de biocombustíveis naquele país.



**Gráfico 3.11 – Projeção de Demanda Interna e Externa de Etanol (bilhões de litros) – 2012 a 2021**

Fonte: EPE (2012).

Por fim, as previsões de demanda externa para etanol nos próximos anos são crescentes. Segundo a EPE (2012) a demanda externa total de etanol vai atingir 6,9

<sup>52</sup> Em relação à parceria com os compradores americanos, existem desafios a serem superados apesar das expectativas criadas em relação àquele mercado. O protecionismo e o apoio direto dos governos de países desenvolvidos à produção de biocombustíveis são barreiras reais. Segundo Belik e Vian (2003), o caminho a ser seguido pelas empresas também deve contemplar a diferenciação de produto através da certificação ambiental e da produção orgânica, pois parece que essa é uma preocupação ausente entre os produtores atualmente. Ademais, o comércio bilateral tem sido maior porque o etanol brasileiro tem ajudado no cumprimento das metas impostas pelo *Renewable Fuel Standard* (RFS) nos EUA (EPE, 2013). Na safra 2012/2013 ocorreu uma forte pressão de empresas alimentícias para que as metas de uso de etanol impostas pelo RFS fossem revistas, sob a alegação de que isso aumentava o risco de falta de milho para ser usado por essa indústria.

bilhões de litros em 2021. O Gráfico 3.11 apresenta a trajetória de crescimento prevista tanto para a demanda interna, no Brasil, como externa. No entanto, o crescimento da produção local poderá não ser suficiente para atender a expansão da demanda efetiva e potencial caso não se forme um cenário que garanta estabilidade e confiança para ampliação dos investimentos. Mas eles só se tornarão reais quando passar a existir, efetivamente, um mercado internacional de etanol (com capacidade de organização e manutenção da demanda e oferta), em que haja condições que minimizem as incertezas e favoreçam a realização de investimentos com objetivo de atender a demanda de forma estável e não suscetível aos movimentos conjunturais que atualmente marcam a produção no segmento sucroalcooleiro.

### 3.5 CONCLUSÕES

A discussão apresentada no início do capítulo sobre o ganho de espaço das *commodities* baseadas em recursos naturais nas exportações evidenciou uma nova via de inserção do Brasil nos mercados internacionais. A avaliação das perspectivas do setor sucroalcooleiro deve levar em conta sua complexidade, tendo em vista a diversidade de seus produtos e segmentos envolvidos. Assim, é preciso interpretar sua evolução recente segundo uma ótica que vá além das vantagens comparativas estáticas que tradicionalmente marcaram o perfil comercial do Brasil. Ou seja, a competitividade alcançada recentemente está embasada no acúmulo de competências e conhecimentos técnicos que contribuem para resultados dinâmicos, mesmo que sua origem esteja na exploração de recursos naturais. A superação das vantagens estáticas e a instalação de vantagens dinâmicas definidas pelo desenvolvimento de capacidades e progresso técnico a partir de uma *commodity* agrícola não deve ser ignorada.

A análise desenvolvida neste capítulo mostra que essa atividade sofreu diversas oscilações ao longo das últimas décadas, quando uma estratégia de desenvolvimento sustentável se tornou solidamente factível. Atualmente existe um maior interesse internacional no etanol, sendo que esse é um dos combustíveis verdes com grande potencial de comercialização pelo Brasil – além de diversas outras oportunidades associadas. Do ponto de vista das políticas governamentais é preciso destacar o pioneirismo do Brasil na produção de etanol para a qual são necessários estímulos para



que competência e *know-how* acumulado garantam espaços no mercado de biocombustíveis e ampliem externalidades na malha produtiva industrial.

Mesmo que as estatísticas examinadas tenham corte conjuntural e se refiram ao período recente, revelam características estruturais desse mercado no médio e longo prazo. Sobretudo porque, ao desvendar o contexto atual, tais estatísticas permitem traçar cenários futuros e possibilidades de saltos comerciais, tecnológicos e ambientais, desde que o país se engaje nessa perspectiva. O aumento da produção e consumo de etanol ao longo dos anos 2000 ocorre paralelamente a um maior afastamento do Estado, numa postura contrária à observada no período anterior, quando se envolveu diretamente na gestão do segmento. No entanto, isso não significa que o mercado já atingiu, por conta própria, uma maturidade ideal para lidar com todas as oscilações e incertezas presentes nas decisões de investimentos. Além do mais, não existem garantias de estabilidade da demanda a partir das sinalizações advindas do Estado. Há um problema de articulação setorial no que tange à importância estratégica para assegurar uma oferta cativa de etanol, o que envolve não somente o mercado isoladamente, mas também o Estado através de políticas públicas direcionadas ao setor. Esse é um argumento central e que será bem explorado a partir do próximo capítulo quando da discussão sobre a trajetória das políticas públicas federais.

O aumento do comércio internacional de etanol ainda é indefinido, tendo em vista seu volume pequeno, embora tenha crescido nos últimos anos, sobretudo devido ao crescimento da demanda dos EUA – principal parceiro comercial do Brasil. Apesar dos percalços que marcam o setor e as diversas oscilações que afetam as expectativas de avanço e competitividade do etanol, as projeções indicam um aumento na demanda para o médio prazo. Assim, será necessário um ambiente no qual sejam desenvolvidos mecanismos propícios para fortalecer oportunidades de investimentos daí derivadas, visando explorar as potencialidades associadas à produção de etanol no Brasil, sobretudo aquelas associadas às novas rotas tecnológicas. As indefinições do governo federal em relação a essas perspectivas podem gerar reflexos negativos à produção de etanol. Dessa forma, é fundamental analisar a evolução das políticas públicas relacionadas à produção de etanol no Brasil à luz das mudanças ocorridas no período recente e dos desafios que as novas perspectivas sinalizam.

#### **4. A TRAJETÓRIA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E A REORGANIZAÇÃO DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL**

As características estruturais presentes ao longo da trajetória do segmento sucroalcooleiro no Brasil e que definem seu perfil atual estão diretamente relacionadas com a discussão do capítulo anterior. No entanto, além dos fatores referentes aos problemas e desafios envolvendo a produção de etanol, é preciso resgatar o papel estruturante das políticas públicas criadoras de estímulos e, ao mesmo tempo, limitações ao desenvolvimento da atividade. Em outras palavras, tendo em vista a importância da inter-relação entre Estado e mercado na evolução recente da produção de etanol no Brasil, destaque deve ser dado às estratégias estabelecidas pelo governo brasileiro, assim como ao formato das instituições atuantes no tema. Tanto as políticas públicas como as ações das empresas e demais agentes ligados à produção de etanol reorganizaram a indústria sucroalcooleira nas últimas décadas, influenciando diretamente a produção e consumo de etanol no Brasil.

As primeiras ações promotoras da produção e consumo do etanol no Brasil datam dos anos 1930, quando o Decreto Lei nº 737/1938 estabelecia a obrigatoriedade da adição de álcool anidro à produção de gasolina como forma de estimular seu consumo (BATISTA e ALVES, 2011). Desta forma, medidas de estímulo à produção de etanol existem há muito tempo, mas somente ganharam fôlego e amparo político para tornar o etanol um combustível independente da gasolina a partir da década de 1970.

Além da apresentação da trajetória das políticas públicas relacionadas à formação do mercado de etanol no Brasil, este capítulo destaca o período pós-2000 no que se refere às políticas públicas federais e ações/objetivos por elas determinados e que afetam o futuro do segmento produtor de etanol. Assim, é de interesse discutir as ações do governo federal visando fortalecer o etanol de primeira e segunda geração (celulósico) como um produto em cujo mercado o Brasil poderá se destacar. Desse modo, é importante discutir em que medida as ações adotadas têm promovido um ambiente capaz de criar oportunidades associadas à atividade sucroalcooleira de forma dinâmica e competitiva.

Este capítulo está estruturado em três partes. Na primeira (item 4.1), faz-se um rápido retrospecto da formação do mercado de etanol e das políticas públicas adotadas desde o início do século XX até a criação do Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), tal como seus momentos de auge e decadência. No segundo item (4.2)

discute-se o fim da regulamentação do segmento sucroalcooleiro no Brasil a partir do fim do Instituto do Açúcar e Alcool (IAA) cujo papel estratégico se esvaziou na medida em que o Estado se afastou da gestão e regulação da atividade ao longo da década de noventa. Na terceira parte (item 4.3), são apresentados a agenda e o cenário das políticas referentes ao segmento sucroalcooleiro no Brasil a partir do início dos anos 2000. Esse marco é importante tendo em vista a revitalização do mercado de etanol no Brasil, quando ações do governo federal registraram, pela primeira vez, preocupações referentes à biomassa e seu uso para produção de etanol celulósico. Por fim, são apresentadas as conclusões do capítulo.

#### 4.1 A FORMAÇÃO DO PARQUE PRODUTIVO DE ETANOL AO PRÓALCOOL

Embora no início do século XX a economia agroexportadora se concentrasse no complexo cafeeiro, a atividade canavieira ainda era uma ponta importante de sustentação da economia, sobretudo nas regiões Nordeste e Sudeste. Até a década de 1970 a produção de cana no país era prioritariamente utilizada para a produção de açúcar. Segundo Szmrecsányi (1979), desde o final do século XIX o mercado internacional de açúcar vinha sendo marcado por crises de superprodução e de instabilidades de preço. Dada a escala elevada dos investimentos necessários para a produção, a capacidade instalada das usinas de açúcar sempre estava superdimensionada em relação à demanda. Devido a essas características já no início do século XX foram criados mecanismos de regulação do mercado de açúcar. Diversos países “foram sendo levados a intervir na economia açucareira, submetendo suas atividades a sistemas centralizados de controle e planejamento, e procurando ao mesmo tempo regulamentá-las no âmbito internacional através de acordos de diversas espécies” (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 161).

Os próprios produtores de açúcar concordavam com a necessidade de regulação e intervenção do Estado num mercado tão instável, como registrado na IV Conferência Açucareira ocorrida em 1911 quando os produtores sugeriram explicitamente a intervenção do governo (SZMRECSÁNYI, 1979). Diante do excedente de açúcar no mercado local e internacional, o Estado passou a exigir soluções para disciplinar a produção e processamento da cana-de-açúcar. Em 1930 foram instituídas medidas para promover a industrialização do “álcool-motor” como uma saída para

utilização das sobras de cana não destinadas à produção de açúcar. Assim, “o álcool passou a ganhar nova importância, deixando de ser um simples produto, para tornar-se um fator de equilíbrio da agroindústria canavieira, e da própria economia do país, devido a seus efeitos sobre a balança comercial com o exterior” (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 167).

Mas muitos decretos e iniciativas relacionadas à produção de etanol só puderam ter resultados mais práticos com a criação do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) em 1933. Um decreto oficializado em 1932 foi o primeiro a limitar a produção de açúcar em todo o território nacional e criar incentivos para a produção de etanol anidro. O IAA passou a ter caráter autárquico com o objetivo de “dirigir, fomentar e controlar a produção de açúcar e de álcool em todo o país” (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 177). O governo da época queria encontrar soluções para o problema da superprodução e estabilização dos preços do açúcar, ao mesmo tempo em que estimulava a construção de destilarias anexas às usinas para a produção de etanol anidro.

O poder do IAA foi ampliado em 1938 com o Decreto-lei nº 644 que o permitiu montar, adquirir e operar refinarias de açúcar para o consumo interno, demonstrando uma forte e crescente intervenção do Estado na atividade sucroalcooleira. Nessas condições, em 1933 o IAA instalou a primeira destilaria para fabricação de álcool anidro com capacidade de 12 mil litros diários (SZMRECSÁNYI, 1979).

Em 1939, já se achavam funcionando no país 31 destilarias com instalações para produzir álcool anidro, com uma capacidade global de 437 mil litros/dia, e uma produção efetiva de mais de 38 milhões de litros. Em 1941, o número dessas destilarias já somava 44, com uma capacidade global de 638 mil litros/dia, e uma produção efetiva de cerca de 76,6 milhões de litros (ou seja, mais do que o dobro do nível alcançado em 1939) (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 205).

Mas o IAA somente passou a ter planos específicos e independentes para o álcool combustível (etanol) a partir da safra de 1948/49 quando o órgão decidiu que a produção nacional de álcool passaria a ser ‘orientada principalmente no sentido da fabricação do etanol anidro para fins carburantes’ (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 365). Apesar do aumento do número de usinas produtoras de etanol, a economia da cana-de-açúcar continuou a depender fortemente do açúcar enquanto a produção de etanol se manteve residual, sobretudo pelo fato de a maior parte das destilarias ser anexa às usinas de açúcar. O conceito de unidade sucroalcooleira em que há uma integração maior das atividades de processamento da cana só começou a surgir depois dos incentivos criados a partir da década de 1970. Assim, pode-se dizer que entre a década

de 1930 e a de 1970, a produção de etanol para combustível ocupou papel de segundo plano e de fator de ajuste nas estratégias dos produtores do segmento sucroalcooleiro.

O período pós anos setenta foi fortemente marcado por preocupações por parte do Estado com o aumento dos preços do petróleo, dado o grande volume de importação e o elevado grau de dependência de fontes externas. Até essa época o preço do açúcar no cenário internacional era muito competitivo comparado aos do petróleo, e somente seria incentivada a produção de etanol anidro para mistura na gasolina caso houvesse demanda adicional por açúcar. Mas com os crescentes déficits no balanço de pagamentos e os preços do petróleo e de seus derivados em ascensão, aumentava o interesse na produção de álcool que não fosse apenas proveniente dos excedentes da cana não utilizados para produzir açúcar. Assim, surgia uma possibilidade efetiva de o país reduzir sua dependência de combustíveis derivados do petróleo importado. Segundo Szmrecsányi (1979), em 1972 o país contava com um parque sucroalcooleiro capaz de processar 4,6 milhões de litros ao dia, cuja maior concentração de unidades estava na região Centro-Sul.

A partir de 1974 o país começou a sentir os efeitos diretos dos aumentos de preços do petróleo definidos pelos países da Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP). Além disso, o crescente endividamento do país reduzia sua capacidade de importar. Foi nesse contexto que o governo do general Ernesto Geisel viu na promoção do etanol combustível uma possibilidade de amenizar os problemas apontados anteriormente como também criar condições adicionais para a soberania energética do país. Assim, em 14/11/1975 o Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL) foi criado pelo Decreto nº 76.593 cujos objetivos explicitavam os planos do governo com a sua aplicação:

... o Programa destina-se a expandir rapidamente a produção (do álcool) e viabilizar o seu uso progressivo como combustível, através de crescentes proporções de misturas, e como matéria-prima para a indústria química, além de assegurar o (seu) fornecimento para outros usos. Além disso, ele integra um amplo elenco de medidas para fazer face às tendências de desequilíbrio do balanço de pagamentos (SZMRECSÁNYI, 1979, p. 436-437).

O PROALCOOL foi criado com o objetivo de reduzir a dependência de combustível importado, economizar divisas, interiorizar o desenvolvimento, criar condições para desenvolver tecnologia nacional aplicada ao segmento, proporcionar crescimento nacional na produção de bens de capital, e gerar emprego e renda (MICHELLON e SANTOS, 2008). Até 1975 o IAA exerceu papel de destaque nas definições de políticas que afetavam o setor sucroalcooleiro. No entanto, segundo

Baccarin (2007) após o lançamento do PROALCOOL dois órgãos foram criados, assumindo parte das atribuições do IAA. O primeiro foi o Conselho Nacional do Álcool (CNAL) que tinha como missão formular políticas e definir diretrizes para o PROALCOOL, e o segundo a Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL) que tinha a missão de executar as políticas definidas pela CENAL.

O PROALCOOL criou uma série de incentivos aos empresários do segmento sucroalcooleiro para a produção de etanol. Baccarin (2007) divide os estímulos em três grupos:

1. Fornecimento de crédito para investimentos agrícolas e industriais, como também para custeio a taxas de juros negativas ou subsidiadas;
2. Definição do preço do etanol acima do seu custo de produção mesmo que fosse superior ao preço da gasolina. “Neste caso, especialmente para o álcool hidratado (96% de pureza), usado nos motores a álcool e que à época consumiam de 25% a 30% a mais do que os motores a gasolina, tornava-se obrigatória a prática do subsídio” (BACCARIN, 2007, p. 05).
3. O percentual de etanol anidro a ser misturado na gasolina foi aumentado para até 22%, atingido somente em 1985.

Além disso, dentre as medidas importantes adotadas pelo governo para estimular a produção e consumo de etanol combustível, podem ser destacadas: o apoio ao desenvolvimento de melhoramentos tecnológicos em motores a álcool por meio da participação de órgãos públicos como o Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA); favorecimento à venda de carros movidos somente a etanol, iniciada em 1979, com redução de impostos comparativamente ao cobrado de carros movidos à gasolina; e manutenção do preço do etanol abaixo de 65% do preço da gasolina (BACCARIN, 2007).

A trajetória do PROALCOOL pode ser analisada com base numa periodização pautada por características homogêneas dos fatos ocorridos e das ações adotadas por parte do Estado e das empresas envolvidas. Nesses termos, Shikida (1998) identifica três fases (1975-79; 1980-85 e 1986-1995) na evolução do programa. A primeira, chamada de moderada, vai desde seu lançamento em 1975 até 1979, quando ocorre o segundo choque do petróleo aumentando ainda mais os preços de seus derivados. Essa primeira etapa foi marcada, sobretudo, pela construção de garantias para aumentar o fornecimento de etanol anidro. Mas, para Shikida (1998), a crise do petróleo não foi a

única explicação para que o lançamento do PROALCOOL ocorresse somente em 1975. Segundo esse autor, o fato de os preços do açúcar estarem elevados no início da década de 1970 contribuiu para postergar o início do programa. Ou seja, quando o programa foi lançado, os preços do açúcar já não eram tão atrativos no cenário internacional, o que compensaria o deslocamento da cana para produção de etanol. Michellon e Santos (2008) acrescentam que nessa primeira fase o PROALCOOL estava voltado para a produção de etanol anidro usado como aditivo na gasolina, o que ajudaria a reduzir a dependência externa de petróleo e melhorar a situação do balanço de pagamentos. Nesse primeiro momento a produção de etanol continuou a ser realizada em destilarias anexas às usinas de açúcar, sobretudo porque a proximidade com a matéria-prima (residual da produção de açúcar) era fundamental. Esse cenário caracteriza o que Shikida (1998) chamou de meso-corporativismo na gestão do PROALCOOL. Segundo o autor essa estratégia ficou assim definida para atender aos interesses do Estado e das empresas, em grande parte devido ao fato de o segmento sucroalcooleiro já possuir amplos poderes para pressionar o Estado em benefício de suas empresas. Assim, o Estado aparece como um agente fundamental para o sucesso do PROALCOOL, sobretudo devido ao seu papel de tomador de riscos ao investir elevadas somas de recursos no setor.

Um programa do vulto do Proálcool, que pretendia inserir com sucesso o álcool na matriz energética brasileira, necessitava de um extraordinário volume de investimentos na agroindústria canavieira, haja vista a infraestrutura de até então, voltada, basicamente, para atender as demandas de alguns setores tradicionais, dentre os quais: cosméticos, produtos farmacêuticos, bebidas e química (detergentes, tintas, vernizes, etc.). De 1975 a 1980 foram investidos no Proálcool US\$ 1,019 bilhões, sendo 75% desta quantia advindos de recursos públicos e 25% advindos de recursos privados. Esta monta foi usada em 209 projetos, na sua maioria, visando a instalação ou modernização de destilarias em áreas tradicionais da agroindústria canavieira (destacadamente em São Paulo, Alagoas, Pernambuco e Rio de Janeiro) (SHIKIDA, 1998, p. 39-40).

O papel exercido pelo Estado nesse contexto foi fundamental para minimizar as incertezas que predominaram no período. Mas devido aos recursos disponibilizados pelo Estado, os empresários do ramo sucroalcooleiro viram, também, uma oportunidade para diversificarem seus investimentos e ficarem menos atrelados às flutuações dos preços do açúcar. Assim, a primeira fase teve um caráter moderado devido à posição ainda marginal da produção de etanol, e às incertezas que aumentavam a hesitação da indústria automobilística para dar mais sustentação ao programa (SHIKIDA, 1998).

À segunda fase que vai de 1980 a 1985, Shikida (1998) dá o nome de expansão acelerada, devido ao surgimento do etanol hidratado como combustível e ao fato de

nesse período terem sido instaladas muitas destilarias autônomas. Além disso, a produção de etanol hidratado cresceu mais 13 vezes frente à pequena evolução de etanol anidro no mesmo período, que antes era o foco da produção de etanol. Em 1985 as destilarias autônomas correspondiam a 59% do total de destilarias (SHIKIDA, 1998).

Esse direcionamento para o aumento da produção de etanol hidratado conduzido pelo Estado também contribuiu para impulsionar o setor produtor de máquinas e equipamentos utilizados nas unidades sucroalcooleiras além da produção de carros abastecidos com etanol hidratado. Segundo Michellon e Santos (2008), o Estado criou uma série de estímulos para motivar o consumo de veículos abastecidos com etanol. Dentre as medidas, podem ser citadas: a. uso de carro a etanol prioritário na frota do Estado; b. fixação de 20% de etanol a ser misturado à gasolina; c. ampliação da revenda de etanol hidratado com preço máximo de até 65% do preço da gasolina; d. redução de impostos sobre veículos movidos a etanol; isenção de impostos para táxis a etanol; etc.

Apesar desse cenário caracterizado pelo aumento do número de destilarias e da maior importância dada ao PROALCOOL, inclusive por parte do mercado, Michellon e Santos (2008) argumentam que foi ainda nos anos oitenta que começou o declínio do programa. Isso ocorreu devido à redução do preço do petróleo e aumento do preço do açúcar no mercado internacional. Ademais, a década de 1980 foi fortemente marcada por uma redução da liquidez internacional o que contribuiu diretamente para a eliminação de financiamentos e subsídios diretos ao segmento sucroalcooleiro, dadas as restrições financeiras do Estado. Essa soma de fatores começa a gerar uma maior desconfiança e incerteza em relação à capacidade de abastecimento que o país viria a ter nos anos subsequentes.

Assim, a terceira fase do PROALCOOL teria se iniciado em 1986 e ido até 1995 para Shikida (1998) e até 2003 segundo Michellon e Santos (2008). No entanto, apesar da diferença entre os períodos apontados pelos autores, as características de estagnação verificadas por ambos se aplicam ao longo de todo o período indicado. Assim, essa teria sido a fase de desaceleração e crise do PROALCOOL, segundo Shikida (1998). A característica central que se verifica após 1986 é a crise de abastecimento de etanol no país. Esse desarranjo entre oferta e demanda interna gerou espaço para que se começasse a importar etanol (anidro e hidratado). Os dados apresentados anteriormente mostram que, sobretudo na primeira metade dos anos noventa, há registro de importações para enfrentar o problema da oferta interna. As



estatísticas referentes à área colhida e ao rendimento por hectare mostram uma estagnação entre 1986 e 1994. Isso se refletiu na oscilação da taxa de crescimento da produção de etanol, inclusive com crescimento negativo em diversos anos – cenário diferente daquele que se verificou pré-1985 com elevadas taxas de crescimento da produção de etanol no país.

Essa evolução negativa suscitou questionamentos como o colocado por Shikida (1998, p. 66) segundo o qual “...diante desse atual cenário, por que razão teria o Proálcool entrado em uma fase tão crítica, se sua ‘orquestração’ de interesses, outrora bem sucedida, aparentava-se razoavelmente consolidada?”. Segundo o autor, o grande gargalo gerado pela crise do petróleo nos anos setenta e que tinha sido usado como principal argumento em defesa do PROALCOOL perante a população não existia mais e não havia mais condições de defender um maior corporativismo e apoio a esse segmento.

Igualmente Baccarin (2007) destaca que a perda de importância do etanol esteve diretamente ligada à redução dos preços internacionais do petróleo e à correspondente redução da competitividade do etanol perante a gasolina. Além disso, o Brasil já tinha reduzido parte da sua dependência externa de petróleo a ponto de chegar a ter sobras de gasolina nas refinarias locais (devido ao maior consumo de etanol) e que tiveram que ser exportadas a preços baixos para dar vazão à produção excedente. “O apelo à produção de álcool, por ser nacional e substituir um produto caro e importado, foi perdendo conteúdo à medida que o petróleo ficava mais barato e era produzido, em grande parte, internamente” (BACCARIN, 2007, p. 03).

Como esse período também marca o crescimento da produção brasileira de petróleo e a redução dos preços internacionais desse produto, a viabilidade do etanol como substituto da gasolina foi colocada em xeque. E para agravar os problemas vividos pelo segmento, o corte de financiamentos e subsídios somados a preços menores do etanol geraram uma taxa de rentabilidade muito baixa para a produção de etanol provocando a estagnação na atividade sucroalcooleira. Isso também foi resultado da mudança de foco dos planos econômicos dos governos na década de 1980, os quais priorizaram o controle inflacionário e a redução de déficits fiscais, o que contribuiu para o corte de subsídios e de financiamentos para novas unidades sucroalcooleiras (MICHELLON e SANTOS, 2008).

Assim, o período pós-1986 marca a redução dos investimentos públicos nas ações do PROALCOOL, o desequilíbrio entre a oferta e a demanda do álcool

combustível e o menor interesse em produzir e estimular o mercado de automóveis movidos a etanol<sup>53</sup>. Ademais, a indústria de máquinas e equipamentos para o segmento sucroalcooleiro também recebeu impactos negativos com a referida redução de financiamentos que implicava no cancelamento de instalações e ampliações de destilarias, o que gerava mais incertezas e estagnação nesse mercado (BACCARIN, 2007). Somada a isso, a venda de veículos movidos a etanol também foi fortemente reduzida a partir de então (conforme já visualizado nas estatísticas apresentadas no capítulo 3), alterando as estratégias das montadoras em relação ao futuro do mercado do etanol. E essas montadoras, que antes foram aliadas na implementação do PROALCOOL, passaram a não estar mais preocupadas com a produção de carros a etanol, mas sim com carros populares de 1000 cilindradas que não possuíam favorecimento tributário para modelos a etanol (BACCARIN, 2007).

#### 4.2 O FIM DA DESREGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE ETANOL NOS ANOS 1990

Ainda no decorrer do que teria sido a terceira fase do PROALCOOL, dá-se início, a partir dos anos noventa, a um amplo processo de desregulamentação no âmbito do segmento sucroalcooleiro no Brasil. Esse processo ocorreu sob a chancela da nova constituição de 1988 e após o aprofundamento da crise que marcou a economia brasileira ao longo da década de 1980. Segundo Batista e Alves (2011) essa mudança foi marcada pela transição do regime autoritário e burocrático no qual foi lançado o PROALCOOL para outro em que as decisões teriam que passar a ser mais democráticas e com fortalecimento maior do poder legislativo. Assim, passava-se de um contexto em que o Estado atuou diretamente no mercado sucroalcooleiro para outro em que o mercado assumia maior autonomia em relação aos problemas e desafios impostos ao futuro da produção de etanol no país.

Até o início dos anos 1990, a agroindústria canavieira foi um dos setores em que a intervenção estatal foi mais intensa. Recursos de crédito oficial cobriam mais de 80% dos investimentos fixos em destilarias e na produção de cana-de-açúcar. Com o esgotamento da capacidade de financiamento do Estado e a desregulamentação ocorrida

---

<sup>53</sup> “Na virada da década de 1980 para 1990 chegou a faltar álcool para o abastecimento do mercado interno, fazendo com que a porcentagem de álcool anidro misturado à gasolina caísse para 12%, em 1990, e tornando necessária a importação de etanol e metanol dos EUA e da Europa” (BACCARIN, 2007, p. 03).

no setor, houve a necessidade das empresas buscarem fontes alternativas de financiamento (VIAN, ABDO e LIMA, 2007).

Um marco do processo de desregulamentação ocorrido no segmento sucroalcooleiro foi a extinção do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) em 1990 por meio da Lei nº 8.029 (BATISTA e ALVES, 2011). Com isso o Estado deixou de intervir em vários assuntos tal como a fixação de quotas, tanto para açúcar como etanol, que cada usina e estado podia deter. Já em 1989 as exportações de açúcar e etanol deixaram de ser realizadas por meio do monopólio estatal e passaram a ser realizadas diretamente por empresas privadas. Isso também teve implicações diretas para as usinas e destilarias do Norte-Nordeste, pois a definição de quotas pelo Estado visava um tratamento diferenciado ao segmento localizado naquelas regiões e que historicamente vinham apresentando indicadores de produtividade inferiores aos das empresas do Sul-Sudeste (BACCARIN, 2007 e BACCARIN et al, 2009).

Segundo Shikida (1998), o contexto político e econômico do início dos anos noventa foi marcado pelas mudanças conduzidas pelo governo Collor, cuja intenção era

... implantar uma política neoliberal, propondo uma maior racionalização da máquina do Estado. Tal política apontava, entre outras coisas, para o fim dos incentivos e subsídios governamentais, aumento das privatizações, extinção e/ou fusão de várias instituições públicas. Diante desse cenário, agravado pelo esvaziamento e pressão política sobre o IAA, os funcionários desta Instituição, interessados na manutenção de suas funções, viram-se subjugados pelo interesse maior do governo. Foi neste contexto político que o IAA, através da Medida Provisória nº 151, de 15/03/1990, foi extinto, passando, posteriormente, suas atribuições para a Secretaria de Desenvolvimento Regional (SDR) (SHIKIDA, 1998, p. 68).

Apesar das diferentes visões entre os empresários do segmento sucroalcooleiro em relação ao fim da intervenção direta do Estado em suas atividades, havia um consenso de que com a extinção do IAA, seria importante que o Estado mantivesse atuante o PLANALSUCAR, órgão de pesquisa ligado ao IAA, que beneficiava o conjunto da indústria (SHIKIDA, 1998). Havia diferenças de interpretação sobre o fim da regulação do mercado pelo Estado entre, sobretudo, os empresários do Norte-Nordeste que previam um cenário desfavorável às suas usinas/destilarias e os do Sul-Sudeste que defendiam a desregulamentação do mercado que os favoreceria mais devido ao nível elevado de seus indicadores de produtividade e produção. Ocorre que com o fim do planejamento do setor sucroalcooleiro as grandes diferenças técnicas (sobretudo produtividade e escalas de produção) entre as empresas do Nordeste e do Sul-Sudeste ficam mais evidentes.

Assim, esse momento marca um aprofundamento dos conflitos de interesses entre aquelas empresas que desejavam a manutenção do apoio estatal porque ele garantia vendas e obtenção de lucros e as outras empresas que, por serem mais dinâmicas, desejavam que o segmento fosse livre para ampliar seus investimentos e parcelas de mercado (BELIK e VIAN, 2002). Após a extinção do IAA, ao longo dos anos noventa o planejamento do setor, apesar de ter perdido a intensidade e efetividade, foi deslocado para diversos órgãos. Primeiramente foi repassado à Secretaria de Desenvolvimento Regional (SDR) da Presidência da República, depois ao Conselho Interministerial do Alcool (CIMA) e por fim ao Ministério da Agricultura. Na verdade, esses órgãos apenas diminuíram os mecanismos de controle e planejamento da produção sucroalcooleira. Ademais, essa mudança gerou um clima de incertezas maior no que se referia à posição do etanol na matriz energética brasileira (BELIK e VIAN, 2002). Esse rearranjo institucional, na realidade, sugeriu um menor grau de importância dada à produção de etanol no âmbito de uma política estratégica de desenvolvimento. Por um lado, a preocupação está relacionada à matriz energética do país, mas por outro, as políticas relacionadas à produção de etanol em outras áreas (tecnológica e comercial, por exemplo) perderam relevância sob essa perspectiva. Desta forma, o processo de desregulação da organização do segmento sucroalcooleiro contribuiu para o esvaziamento de estratégias voltadas ao etanol tendo em vista uma agenda de desenvolvimento de longo prazo nas áreas energética, tecnológica e comercial.

No entanto, apesar desses desarranjos, Batista e Alves (2011) mostram um olhar mais otimista sobre os resultados que a desregulamentação do segmento trouxe para o ambiente concorrencial nessa atividade. Segundo esses autores, essa mudança de postura fez com que as empresas elevassem sua competitividade e eficiência melhorando inclusive a qualidade do etanol brasileiro. Assim, a ausência de incentivos estatais teria impulsionado as empresas a buscarem solução aos problemas técnicos existentes e maior eficiência.

Uma característica importante do setor sucroalcooleiro no Brasil frente a outros setores da agroindústria é a capacidade de flexibilizar a combinação de produção entre açúcar e etanol, conforme as oscilações dos preços dos dois produtos (SHIKIDA e MORAES, 2002). Mas por outro lado isso pode ser prejudicial a qualquer tipo de planejamento quando este não é seguido devido às mudanças que ocorrem nos ajustes

de curto prazo na decisão de produção entre um produto e outro<sup>54</sup>. Assim, as dificuldades enfrentadas no mercado de etanol até certo ponto puderam ser compensadas com a produção de açúcar conforme crescimento dos preços internacionais ao longo da década de 1990.

... entre 1985 e 1990, o preço do açúcar demerara passou de US\$ 89,64 por tonelada para US\$ 277,04/t. Estes preços se mantiveram em condições vantajosas, acima de US\$ 200,00/t, até 1998, fazendo com que o setor redirecionasse sua produção para o açúcar, em detrimento do álcool, acentuando a crise de abastecimento nos postos de combustíveis. Enquanto em 1990/91, 22,5% da produção interna de açúcar eram destinadas à exportação, em 1997/98 esse valor tinha saltado para 56,4% (BACCARIN, 2007, p. 10).

Uma importante consequência da desregulamentação no segmento sucroalcooleiro foi a liberação dos preços de todos os produtos por meio da Portaria do Ministério da Fazenda nº 67 de março de 1996, mas que efetivamente só foi ocorrer com a Portaria nº 275, em outubro de 1998 (BATISTA E ALVES, 2011). No entanto, esse processo foi longo e cheio de restrições. Ainda em 1995 o Ministério da Fazenda publicou a Portaria nº 189/95 por meio da qual fixava os preços da cana-de-açúcar, do mel residual, do etanol anidro e hidratado e do açúcar cristal. Em 1997 os preços do etanol anidro e açúcar cristal deixaram de ser fixados e em 1999 o mesmo ocorreu para a cana-de-açúcar e com o etanol hidratado, concluindo efetivamente o processo de desregulamentação nesses mercados (BACCARIN, 2007).

Ao longo dos anos noventa as condições do mercado do etanol mostraram-se desfavoráveis. Embora seu preço continuasse fixado publicamente até 1999, havia reclamações dos empresários de que, desde 1986, o preço do etanol não cobria mais seus custos de produção. Além disso, os preços do petróleo mantiveram-se menores ao longo desse período prejudicando diretamente a competitividade do etanol (BACCARIN, 2007 e BACCARIN et al, 2009).

A falta de planejamento e orientação por parte do Estado contribuiu para que houvesse um excesso de produção de etanol em 1998 e que não foi consumida devido à forte redução na demanda pelo produto. Os empresários do segmento sucroalcooleiro somente conseguiram comercializar 19% de toda a produção com o governo federal, a preços maiores. Os outros 81% foram comercializados diretamente com distribuidoras a

---

<sup>54</sup> No que se refere a esse contexto, o planejamento de produção necessária de etanol e a sua relação ao consumo de gasolina e etanol no Brasil serão resgatados no capítulo 5 quando da discussão sobre a participação da Agência Nacional do Petróleo (ANP), tal como a sua função de regulação que lhe foi repassada pela lei n. 11.097 de 13 de janeiro de 2005, que introduziu formalmente os biocombustíveis na matriz energética brasileira.

preços abaixo da tabela. Esse foi o momento que os empresários produtores de etanol teriam atingido ‘o fundo do poço’. Mas essa crise fez com que houvesse uma mobilização dos produtores e o governo federal reagiu estabelecendo algumas mudanças favoráveis ao segmento. Dentre elas podem ser citadas: “proibição do uso do MTBE<sup>55</sup> como aditivo à gasolina e sua substituição pelo álcool, a instituição da chamada frota verde (carros oficiais movidos a álcool), a isenção do pagamento de IPVA por três anos dos carros a álcool vendidos até dezembro de 1999 em São Paulo” (BACCARIN, 2007, p. 5).

Além das restrições e desafios já apontados anteriormente para o segmento sucroalcooleiro, os anos noventa também marcam uma maior preocupação e ampliação das exigências em relação ao meio ambiente. Segundo Belik e Vian (2002), foi nesse contexto que o estado de São Paulo passou a determinar o fim da queima total da cana, estabelecendo um cronograma para implementação da colheita mecânica. O prazo estabelecido para a adequação é 2021 para áreas não acidentadas e 2031 para as áreas com acidentes topográficos<sup>56</sup>. Isso também implicou uma maior necessidade de reestruturação das empresas sucroalcooleiras de modo a manterem-se atuantes e competitivas. Belik e Vian (2002) acreditam também que muitas dessas empresas se tornaram mais maduras e competitivas, embora considerem que, mesmo assim, a intervenção do Estado não deve ser desconsiderada ou totalmente descartada segundo a opinião de muitos empresários. No entanto, entende-se que o papel a ser exercido pelo Estado atualmente deve ser diferente do verificado no passado, quando da atuação direta do IAA no mercado sucroalcooleiro.

Uma forma encontrada pelas empresas para se organizarem nesse novo cenário pós-desregulamentação, no fim da década de 1990, foi a criação de entidades representativas (MICHELLON e SANTOS, 2008; BATISTA e ALVES, 2011). Essa foi uma estratégia que buscava não somente a defesa conjunta de interesses, mas também um modo de superar dificuldades financeiras e as sucessivas crises que afetavam a produção sucroalcooleira. Assim, com a saída do Estado, os empresários começaram a se organizar para tentar fortalecer o segmento. Dentre as entidades criadas podem ser

---

<sup>55</sup> Trata-se do **éter metil-terciário butílico** (MTBE). Seu principal problema está em ser considerado cancerígeno e por misturar-se com a água muito facilmente. Assim, na ocorrência de vazamentos de gasolina com MTBE de um tanque subterrâneo em um posto, por exemplo, o MTBE poderá entrar em contato com os lençóis freáticos e contaminá-los.

<sup>56</sup> Note que essa é uma determinação estadual para São Paulo, e não federal.

citadas a Brasil Álcool, a Bolsa Brasileira de Álcool<sup>57</sup>, a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (UNICA), e a Associação Paulista da Agroindústria Sucroalcooleira (SUCROALCOOL) (MICHELLON e SANTOS, 2008; BATISTA e ALVES, 2011). Como essas entidades passaram a representar uma ampla maioria dos empresários do segmento sucroalcooleiro do Brasil, elas começaram a ganhar mais força e espaço para defesa de seus interesses, ocupando, assim, o espaço que antes era gerido pelo próprio Estado.

Batista e Alves (2011) registram que essas entidades passaram a estar crescentemente em contato com os agentes formuladores de políticas, de modo a defenderem seus interesses. Dentre eles podem ser citados os parlamentares no Congresso Nacional, os sindicatos de trabalhadores e os governos dos estados (e cidades) produtores. No entanto, havia divergência entre os empresários do segmento, resultando em conflitos de interesses no interior dessa indústria. Enquanto a maior parte das empresas paulistas afiliadas à UNICA defendia o fim da regulação estatal, entendendo estarem em melhores condições competitivas, outras, inclusive de estado de São Paulo (não associadas à UNICA), alinhavam-se aos empresários do Nordeste na defesa da regulação estatal (BELIK e VIAN, 2002). Ainda, essa disputa de interesses teria relação com o perfil de cada unidade sucroalcooleira, pois de um lado há aquelas que são destilarias autônomas e precisam sustentar sua produção a partir de garantias para o mercado de etanol. Por outro, há empresas que podem processar tanto o açúcar como o etanol, e que em momentos de crise ou de desvantagem no mercado de etanol poderiam se amparar nas vendas de açúcar, como tradicionalmente vem ocorrendo.

Nota-se que o cenário é complexo por não haver uma definição homogênea de interesses e metas a serem seguidas pelo conjunto de empresas do segmento sucroalcooleiro. Com base nesse contexto, Belik e Vian (2002) registraram que já no início dos anos 2000 havia necessidade de suporte por parte do Estado, pois o segmento ainda não tinha maturidade e autonomia para sobreviver em um ambiente desregulado.

---

<sup>57</sup> A Brasil Álcool SA e a Bolsa Brasileira do Álcool Ltda foram criadas com o interesse de intermediar e disciplinar a venda interna do etanol das empresas associadas. No entanto, em 22/11/2000 o CADE considerou a iniciativa um cartel e ordenou sua desconstituição (BACCARIN, 2007).

**Tabela 4.1 - Principais fases da agroindústria canvieira no Brasil**

Período	Eventos Deflagradores	Política Adotada	Resultados Principais
1929/33	Crise Mundial - Superprodução de açúcar, litígios internos (usina x fornecedor, disputa de mercado entre PE e SP)	Criação do IAA (quotas de produção e controle de preços)	Controle da produção nacional e estabilização dos preços
1939/45	II Guerra Mundial e problemas com abastecimento de gasolina e açúcar em SP	Incentivo ao "álcool-motor"	Aumento da produção paulista
1959/62	Revolução Cubana. Problemas sociais no NE e erradicação dos cafezais em SP	Tentativa de modernização da produção no NE	Exportação para os EUA. Crescimento da produção paulista
1968/71	Alto preço internacional, otimismo sobre a falta de açúcar no mercado mundial	Modernização da agroindústria	Expansão da produção paulista
1974/75	Queda nos preços mundiais do açúcar no mercado mundial	Lançamento do Proalcool	Crescimento da produção de álcool anidro
1979/83	Segundo choque. Estimativas quanto ao esgotamento do petróleo	Reforço do Proalcool	Crescimento da produção de álcool hidratado
1985/89	Reversão dos preços do petróleo, crise nas finanças públicas e falta de álcool	Investimentos na produção nacional de petróleo	Quebra da confiança no álcool combustível
Pós-1990	Extinção do IAA (maior produtor mundial x protecionismo / subsídios, fontes e alternativas energéticas). Superprodução de álcool. Reestruturação Produtiva: questões sociais e ambientais	Medidas Paliativas. Governos estaduais e municipais. Autogestão setorial.	Preços e mercados instáveis. Redução do uso de mão-de-obra e intensificação da mecanização da agricultura. Fusões, entrada de empresas estrangeiras e emergência de novas estratégias

Fonte: Vian e Belik (2003, p. 164).

A tabela 4.1 sintetiza, a partir de períodos selecionados, os principais eventos, políticas adotadas e resultados verificados desde a criação do IAA até os anos noventa, com o fim da regulação do segmento sucroalcooleiro. É interessante observar ao longo do período compreendido todos os percalços, as políticas adotadas e os resultados alcançados. Os preços e mercados instáveis são marcas do período pós-desregulamentação.

Esses elementos abrem espaço para se questionar se o segmento sucroalcooleiro teria alcançado condições efetivas de estabilidade após o afastamento do Estado da regulação desse mercado. Os elementos apresentados até aqui sugerem que o mercado não tem sido exitoso nesse contexto mais recente, o que requer atenção às políticas adotadas pelo governo federal, para uma avaliação mais adequada da relação entre mercado e Estado. Entende-se que os interesses estratégicos embutidos na ação do Estado podem, portanto, traçar perspectivas promissoras para a produção de etanol, em



especial as que podem emergir de rotas tecnológicas diferentes, a exemplo da produção de bicomcombustíveis a partir de materiais lignocelulósicos (segunda geração).

#### 4.3 A AGENDA DE POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS AO ETANOL NO BRASIL APÓS 2000

Mesmo que os diversos fatos relatados anteriormente tenham levado a crer no fracasso do etanol como combustível no Brasil, surgem no decorrer dos anos 2000, novas possibilidades e atrativos para a expansão do mercado de etanol de cana-de-açúcar. Ter-se-ia, dessa forma, uma quarta fase do “PROALCOOL”<sup>58</sup> quando, a partir de 2003, foram lançados no Brasil os carros *flex-fuel*, o que impulsionou a demanda pelo combustível (MICHELLON e SANTOS, 2008). Ademais, na década de 2000 os preços do petróleo voltaram a alcançar níveis recordes e reativaram os interesses relacionados ao meio ambiente e o debate em torno do Protocolo de Kyoto<sup>59</sup>. Essa fase marcou uma retomada de interesse por temas que poderiam impulsionar mais fortemente a definição de políticas públicas em prol de uma agenda de desenvolvimento sustentável de longo prazo. É nesse sentido que o etanol poderia integrar uma agenda de caráter estratégico tendo em vista suas potencialidades ambientais e econômicas.

Após a safra 2000/01 a produção de cana, tal como a produção de etanol, tem crescido de forma sustentada, retomando uma dinâmica favorável a esse mercado. A aprovação da Lei nº 10.336/01 referente à Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) e da Lei nº 10.453/02, intitulada Lei do Álcool, foram fundamentais para garantir uma maior competitividade do etanol frente à gasolina, de modo que esta passou a estar sujeita a maior tributação<sup>60</sup>. Além disso, parte dos recursos arrecadados poderia ser revertida para subsidiar preços, realizar estocagem e o transporte do etanol, e até para equalizar os custos da cana entre as diferentes regiões produtoras (BACCARIN et al, 2009).

---

<sup>58</sup> Sabe-se que o programa propriamente termina no início dos anos 90. Contudo, segue-se a terminologia adotada pelos autores de modo a contextualizar as fases que marcam as relações do Estado com o mercado sucroalcooleiro.

<sup>59</sup> Compromisso internacional assumido por diversos países para aumentar a rigidez e o comprometimento com a redução da emissão de gases que agravam o efeito estufa global.

<sup>60</sup> No entanto, o decreto n. 7.764 de 22/6/2012 zerou a cobrança da CIDE sobre a gasolina, o que gerou reflexos negativos diretos sobre o mercado de etanol no Brasil. Esse ponto será resgatado no capítulo 5 ao se discutir a atribuição de importância dada pelo governo federal brasileiro ao segmento sucroalcooleiro ao agir nesse sentido, sinalizando, desta forma, uma mudança de rumo.

A partir de 2006/07 a produção de etanol hidratado tem sido maior que a de etanol anidro. Ademais, após 2003 a quantidade de veículos *flex-fuel* tem crescido continuamente e já responde por metade da frota em circulação no Brasil. No entanto, grande parte do consumo de etanol ainda depende da oscilação de preço do petróleo e sua transferência para a gasolina. Como já indicado anteriormente, apesar do crescimento do consumo de etanol hidratado, o repasse de aumentos dos preços internacionais do petróleo para os preços da gasolina no Brasil estava sendo postergado devido a determinações do governo brasileiro – ponto esse relacionado à inexistência de uma política estratégica efetiva relacionada ao etanol no Brasil. Isso acarretou uma diminuição artificial da competitividade do etanol e uma maior preferência pela gasolina – ainda que os preços internacionais do petróleo estivessem altos. Adicionalmente, cabe retomar que as decisões federais relacionadas à sua política monetária e de controle de inflação acabam por também afetar a definição de preços da gasolina, desfavorecendo os preços relativos em relação ao etanol. Mas, apesar da redução que se verifica na produção total de etanol após a crise econômica de 2008, tal como no que se refere ao engavetamento de projetos de expansão, notou-se uma mudança de comportamento e uma retomada de crescimento a partir da safra 2012/13.

Assim, com base nessa constatação novas questões sobre a ainda indefinida relação entre o Estado e o segmento sucroalcooleiro emergem, especialmente aquelas relativas a uma agenda estratégica de desenvolvimento de longo prazo. Se por um lado os empresários do segmento sucroalcooleiro, e de atividades correlatas, têm demandado maior estímulo do Estado, por outro as políticas públicas não devem perder de vista as perspectivas de desenvolvimento estratégico e sustentável geradas por produtos à base de recurso natural com amplas potencialidades energéticas, tecnológicas e comerciais.

Assim, haveria a necessidade de definição de um marco regulatório no qual o etanol pudesse ser utilizado como um fator estratégico de desenvolvimento no âmbito das políticas energéticas de longo prazo do país:

Portanto, a ausência de uma legislação específica prejudica o desenvolvimento do etanol, já que esse biocombustível se submete à variação do mercado interno e externo, além das decisões dos agentes políticos. Dessa forma, é essencial estabelecer um novo marco regulatório para o etanol combustível para garantir a sua crescente participação na matriz energética do Brasil (BATISTA e ALVES, 2011, p. 09).

O PROALCOOL foi o último grande plano de expansão para o setor sucroalcooleiro, no qual foi evidenciado um conflito de interesses e objetivos em

relação ao futuro do etanol como um vetor de desenvolvimento e de superação de gargalos na matriz energética do país (VIAN e CORRENTE, 2007).

Um aspecto a ser destacado na convivência, às vezes simbiótica, às vezes conflituosa, entre Estado e mercado se refere à formação de um mercado internacional de etanol. Ainda que, como visto no capítulo 3, o volume comercializado internacionalmente pelo Brasil seja pequeno comparado a muitas outras *commodities* agrícolas, trata-se de uma potencialidade a ser explorada no futuro próximo, em que pese inúmeras restrições e incertezas situadas no âmbito global, as quais, embora relevantes, não serão discutidas com profundidade aqui.

O cenário recente tem indicado que é mais urgente deslocar a atenção dada à necessidade de aumentar as exportações de etanol para âmbito da produção e do mercado interno. Assim, investimentos em tecnologia e conhecimentos associados à atividade podem contribuir para uma inserção competitiva do país no mercado internacional. Nesse sentido, o exame das ações adotadas por meio de políticas públicas oferece insumos importantes para a compreensão do posicionamento do Estado e de seu interesse pelos problemas e desafios previamente apontados para a exploração do etanol e de atividades relacionadas no Brasil.

A competitividade atual do Brasil na produção de etanol é resultado de progressos tecnológicos no cultivo da cana, o que envolve desde o melhoramento genético, até a mecanização, gerenciamento de controle biológico de pragas e reciclagem de efluentes. Daí emergiram as bases institucionais necessárias para estruturar a pesquisa em cana-de-açúcar, gerando variedades mais produtivas e resistentes (BASTOS, 2007). Ou seja, o Estado sempre foi um agente importante, por meio de políticas públicas, ao longo desse processo, contribuindo para a formação e fortalecimento das capacidades existentes atualmente tanto entre as empresas quanto em instituições atuantes no segmento.

É possível separar a trajetória do desenvolvimento científico e tecnológico da pesquisa em cana-de-açúcar, e assim, do etanol, em duas etapas: 1970 a 1990 e 1990 a 2005 (PEDRO, 2008). No primeiro período a principal característica é a presença e coordenação pelo Estado, conforme discutido anteriormente. Já o segundo período é fortemente caracterizado pelas “coordenadas” relegadas aos mecanismos de mercado.

Dentre as diversas mudanças institucionais ocorridas no período recente e que afetam, direta ou indiretamente, o segmento produtor de cana-de-açúcar e de etanol, podem ser citadas as seguintes (PEDRO, 2008):

1. Desregulamentação e mudança no papel do Estado;
2. Lei de propriedade industrial (LPI) (Lei n. 9.279 de 14/5/1996);
3. Lei de proteção de cultivares (LPC) (Lei n. 9.456 de 25/4/1997);
4. Adesão à União Internacional para a Proteção de Novas Variedades Vegetais (UPOV) (Decreto n. 3.109 de 30/6/1999);
5. Lei de defesa fitossanitária (Decreto n. 5.741 de 30/3/2006);
6. Fundos setoriais (CT-Agro com a Lei nº 10.332, de 19/12/2001 e o CT-Biotecnologia com a Lei nº 10.332 de 19/12/2001);
7. Nova Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (2003 e 2008);
8. Lei de inovação (Lei n. 10.973 de 2/12/2004) e Lei do Bem (Lei n. 11.196 de 21/11/2005);
9. Lei de Biossegurança (Lei n. 11.105 de 24/3/2005);
10. Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (Decreto n. 6.041 de 8/2/2007);
- e,
11. Plano Nacional de Agroenergia (lançado em out/2005)

Dentre essas mudanças institucionais aquela que se destaca e tem relação direta com os propósitos da discussão aqui desenvolvida é o Plano Nacional de Agroenergia, cujo lançamento se deu em meio a cenário internacional favorável ao aumento do consumo dos biocombustíveis (PEDRO, 2008). Após 2005 tem início uma nova fase da pesquisa em cana-de-açúcar, impulsionada pelo Plano Nacional de Agroenergia, quando as intenções de aumentar a produção de biocombustíveis se tornam mais evidentes. Pesquisas em biomassa ganham mais destaque ao mesmo tempo em que aumenta a preocupação quanto à governança, pois a partir desse plano são criadas formas de intermediar relações entre Estado e mercado (PEDRO, 2008).

Essas relações voltam a ser uma variável importante para se compreender e projetar perspectivas para o avanço do segmento sucroalcooleiro, e em especial do etanol como um produto que, dentre as *commodities* obtidas a partir de recursos naturais, é uma das poucas ‘frentes’ em que o Brasil ainda poderá se manter na dianteira do mercado, com capacidade endógena de promover uma agenda estratégica de desenvolvimento sustentável. A geração de valor a partir das atividades relacionadas à exploração do etanol perpassa desde o desenvolvimento da planta da cana-de-açúcar, a sua forma de cultivo, até as técnicas mais avançadas de seu processamento e da acumulação de competências para gerir e impulsionar novas frentes produtivas e tecnológicas. Essas novas potencialidades passam a ser relacionadas aos diferentes usos

da biomassa para aumentar a produção de biocombustíveis, ou seja, de etanol a partir dos próprios resíduos da cana-de-açúcar. O aumento da produção em larga escala de etanol celulósico advindo da biomassa é ainda um desafio, mas que já está se tornando muito mais próximo de se tornar realidade<sup>61</sup>. E nesse sentido o Plano Nacional de Agroenergia foi o primeiro grande marco institucional a mencionar claramente essa preocupação por parte do governo federal.

O plano lançado em 2005 registra que o Estado é um elemento fundamental para que seja possível gerar um ambiente institucional competitivo para o avanço da agroenergia no Brasil. Trata-se, dessa forma, de uma nova percepção de como organizar a pesquisa sobre agroenergia no país (PEDRO, 2008), a partir das diretrizes que estabelecem como foco o período 2006 a 2011. Uma marca importante nesse plano é a menção ao etanol já em seu início, registrando que o Brasil é uma liderança mundial em uma moderna tecnologia de agricultura tropical com destaque para aquele produto. O objetivo do plano é “organizar e desenvolver proposta de pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia para garantir sustentabilidade e competitividade às cadeias de agroenergia” (MAPA, 2006, p. 07).

O tema da biomassa também ganhou espaço no plano, associado às preocupações com o aumento da produção de energias renováveis. Para os padrões existentes no país até então, o plano configura-se como uma novidade e pontapé institucional deliberado ao trazer o tema da biomassa a esse debate. Para tanto, a apresentação do plano também incorpora os diferentes tipos de rotas tecnológicas para obtenção de etanol de segunda geração ou celulósico.

Assim, dentre os objetivos do programa de pesquisa em agroenergia estabelecido pelo Plano consta a “conquista e manutenção da liderança do biomercado internacional de bioenergia”, o desenvolvimento de “novos produtos e processos baseados na alcoolquímica e no aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar” e o desenvolvimento de “tecnologias relacionadas à gaseificação e à conversão lignocelulósica a etanol” (MAPA, 2006, p. 16, 21 e 27).

O Plano também definiu a criação de um Consórcio Nacional que teria a função de “integrar instituições públicas e privadas de pesquisa, universidades, entidades e associações representativas do setor de energia e agroenergia, empresas

---

<sup>61</sup> Nos capítulos 5 e 6 são apresentados os casos do Brasil e dos EUA no que se refere ao cenário das políticas públicas que estimulam o avanço do etanol (e outros biocombustíveis) de segunda geração. Ver-se-á que o caso americano se destaca fortemente devido a quantidades de ações de estímulo adotadas e de projetos em andamento.

privadas ligadas ao setor e instituições financeiras e promotoras do desenvolvimento da agroenergia, entre outras” (PEDRO, 2008, p. 73). Assim, esse Consórcio possui um caráter importante no que se refere à articulação entre Estado e mercado. E uma das atribuições definidas ao Consórcio foi a criação da Embrapa Agroenergia que passaria a responder por esse tipo de articulação entre mercado e Estado no que se refere às demandas e desafios tecnológicos referentes aos biocombustíveis.

Apesar de o Plano ser um marco e trazer avanços no período recente no que se refere à “preocupação” por parte do governo federal ao tema dos biocombustíveis e o do uso da biomassa para produção de combustíveis, Pedro (2008) considera que ele foi mais uma política de governo do que de Estado, o que acaba por ter seus efeitos minorados ao longo do tempo. Assim, embora o Plano defina expectativas e objetivos, ainda é vago em seus propósitos e padece por não estabelecer parâmetros claros e quantitativos. No tocante ao etanol de primeira geração e ao uso das diferentes rotas tecnológicas para produção de etanol celulósico, embora constem no relatório, as projeções são também imprecisas.

Algumas outras críticas importantes são registradas por Pedro (2008). A primeira delas é o fato de que não foi formulada uma lei para garantir que esses objetivos e resultados fossem alcançados, nem mecanismos de fiscalização por parte do poder legislativo e judiciário. Em segundo lugar, a criação desse plano não se amparou na colaboração e interação com outras agências e conselhos ligados ao tema e também ligados ao governo federal (tal como o Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool). Tendo em vista que o Plano demanda forte inter-relação com conselhos, agências e outros ministérios, “a inovação institucional proposta é interessante por basear-se em um arranjo de parceria e interação entre atores públicos e privados. Mas, ao mesmo tempo, cria assimetrias em torno da Embrapa e do MAPA” (PEDRO, 2008, p. 164).

Assim o argumento defendido por Pedro (2008) é que o sucesso de um programa como o defendido pelo Plano Nacional de Agroenergia só é obtido quando há uma concatenação de ações e interesses dos diferentes órgãos e agências relacionados ao tema, ao mesmo tempo em que suas respectivas funções não sejam superpostas ou desautorizadas no desencadear do processo. Isso ocorre porque apesar de ações e medidas governamentais existirem, o problema central passou a ser a fraca ou inexistente governança e coordenação (PEDRO, 2008).

É nítido que o desenvolvimento da pesquisa e inovação em agroenergia terá dificuldades se for pautado na atuação da Embrapa Agroenergia, pois há um espectro de instrumento que estão diretamente subordinados ao MCT, MME e MIDIC, que se rejeitarem a coordenação proposta pelo MAPA, esfacela a organização da governança da PD&I em Agroenergia – mantendo uma oferta de instrumentos sem interações sinérgicas (PEDRO, 2008, p. 164).

Assim, importa registrar que apesar de seus avanços ao trazer o tema dos biocombustíveis e da biomassa para o Plano Nacional de Agroenergia, este contém muitas restrições e indefinições ao não definir, por exemplo, metas, cronogramas, responsabilidades explícitas, etc. Considerando-se essa análise, é importante discutir como os principais atores ligados ao governo federal e que afetam o progresso do segmento sucroalcooleiro têm se comportado no período recente. Isso serve inclusive para verificar se as críticas referentes à ausência do Estado no apoio explícito ao futuro da produção e consumo de etanol (com destaque ao caso de segunda geração) no Brasil têm sido factíveis, e assim, de como o governo federal tem lidado com os desafios já apontados.

O futuro da produção e consumo de etanol está associado às perspectivas associadas a novas rotas tecnológicas, tal como já foi apontado para o caso do etanol celulósico (de segunda geração). Assim, “para que essa trajetória não se esgote com rendimentos decrescentes deve-se buscar uma mudança de patamar nas inovações agrícolas”, ao mesmo tempo que o país deve “converter a sua atual vantagem produtiva em uma efetiva liderança científica e tecnológica” (FURTADO et al, 2010, p. 942 e 946). E é aí que reside um grande desafio para o segmento no Brasil, pois as políticas públicas, em tese, deveriam estar mais adiantadas e preocupadas em prover essas condições em atuação conjunta com o mercado, dado que esse é um segmento que possui um caráter estratégico de desenvolvimento econômico associado a questões tecnológicas e ambientais, além de ser uma área em que o país possui um destaque internacional de longa data.

Como aproximadamente 60% a 70% do custo de produção do etanol no Brasil estão associados à matéria-prima, avanços nas pesquisas que propiciem aumento de produtividade das plantas tal como da capacidade de produção de etanol celulósico a partir dos resíduos da cana é uma necessidade para que o país continue a se destacar no mercado mundial de etanol. Atualmente o etanol de primeira geração responde pela totalidade desse biocombustível consumido no país e não há metas específicas para aumentar a participação do etanol celulósico ou de segunda geração. Mas é nessa área que as maiores potencialidades para uma transformação qualitativa e quantitativa do

segmento sucroalcooleiro residem. Assim, se atualmente existem políticas públicas e preocupadas em favorecer esse cenário, é preciso verificá-las quanto à sua contribuição para que esse segmento se desenvolva competitivamente, considerando as condições vantajosas do país para a exploração competitiva da atividade.

#### 4.4 CONCLUSÕES

O período da década de 1990 marca a completa desregulamentação do segmento sucroalcooleiro, seguida por uma readaptação e reorganização do segmento sem a participação do Estado como historicamente ocorreu no país. Todo o rearranjo institucional que ocorreu até fins dos anos 1990 contribui para mostrar que o etanol não fazia parte de qualquer política estratégica de desenvolvimento, tendo em vista o esvaziamento das instâncias responsáveis pelo planejamento do segmento. O que levou as políticas voltadas à produção de etanol e ao desenvolvimento tecnológico a perderem relevância sob essa perspectiva.

Como o mercado parecia se revigorar ao longo da primeira metade dos anos 2000, o governo federal sinalizou com novas políticas públicas para fomentar o setor, como parecia ser o caso do Plano Nacional de Agroenergia. No entanto, tal plano mostrou-se vago e não estabeleceu metas específicas e atribuição de responsabilidades aos agentes envolvidos. Apesar da importância desse plano para a utilização de biomassa perante as novas rotas tecnológicas ligadas à produção de etanol de segunda geração, o segmento ainda não avançou muito nessa direção. As políticas de apoio ao desenvolvimento tecnológico do segmento são essenciais para o aumento da produção de etanol celulósico, gerando efeitos em cadeia através de investimentos em áreas voltadas ao desenvolvimento tecnológico e alavancando atividades situadas a montante e a jusante. Assim, a justificativa para as políticas públicas voltadas ao segmento sucroalcooleiro é ampla e está lastreada nas possibilidades de dinamismo econômico, tecnológico e ambiental, uma vez que a produção e o consumo de etanol de segunda geração é menos poluente e demandam pesquisa e desenvolvimento tecnológico, o que contribui para beneficiar a dinâmica tecnológica relacionada a esse segmento no país.

Embora o Brasil seja um importante *player* no mercado internacional de etanol, em decorrência de seus ganhos de produtividade e custos reduzidos de produção, há problemas que precisam ser enfrentados pelos agentes locais em conjunto com o Estado.



O período recente foi marcado pela retomada de interesses pelo etanol, ao mesmo tempo em que há incertezas que não reforçam expectativas de maior grau de segurança e estabilidade nesse mercado. Por isso o posicionamento do Estado, por meio de políticas públicas e de ações de seus órgãos subordinados, é importante para a compreensão dos desafios que o país vem enfrentando para consolidar sua posição competitiva no mercado de etanol. Assim, o próximo capítulo trata dos desdobramentos dos eventos ocorridos no período recente a partir do exame das ações adotadas pelos diversos órgãos e agências subordinados ao governo federal brasileiro, destacando-se as informações relacionadas ao etanol de segunda geração.

## 5. INSTITUIÇÕES E POLÍTICAS FEDERAIS DE ESTÍMULO AO ETANOL NO BRASIL

Neste capítulo são analisadas as ações e políticas públicas voltadas à promoção da produção, pesquisa e comercialização do etanol por instituições federais ou ligadas ao governo federal brasileiro sobretudo após 2000, quando teve início a produção massiva de carros *flex-fuel* no Brasil e as preocupações no mundo com o meio ambiente ganharam mais visibilidade. As questões ambientais passaram a ser debatidas em fóruns internacionais e a influenciar a condução das políticas públicas visando mitigar os efeitos negativos do uso de combustíveis fósseis e desvendar soluções alternativas. Nesse sentido, o período após os anos 2000 é fundamental para a compreensão dos desdobramentos de políticas públicas relacionadas ao etanol, seja pela sua ineficiência ou ausência, e das expectativas derivadas de novos projetos de investimento nesse segmento. Embora as empresas mais preparadas tenham capacidade de elevar o nível de produtividade, esse setor se deparou com desafios oriundos das oscilações no preço da gasolina e que afetaram a demanda por etanol e a decisão de uso da cana-de-açúcar para produção de etanol ou açúcar, conforme as condições de mercado. Essas interferências são determinantes no caso do etanol por se tratar de um produto que não possui um mercado internacional “organizado” tal como ocorre com outras *commodities* em que se incluem, por exemplo, o açúcar e os derivados do petróleo.

Nesse contexto, é relevante observar a atuação do governo federal por meio de políticas públicas voltadas diretamente ao sistema setorial produtivo e inovativo (SSPI) do etanol no Brasil. Ainda que nesse capítulo se apresente e se discuta as ações/instrumentos federais que afetam o SSPI do etanol de primeira geração, há um especial interesse no caso do etanol celulósico, ou de segunda geração, no qual as políticas públicas estão relacionadas ao uso da biomassa para produção de etanol. Por estar situada na fronteira do conhecimento e do desenvolvimento tecnológico, a produção de bicompostíveis de segunda geração pode dinamizar o segmento sucroalcooleiro e influenciar decisivamente em transformações no conjunto da economia.

## 5.1 O SISTEMA SETORIAL DE PRODUÇÃO E INOVAÇÃO DO ETANOL NO BRASIL

A análise do sistema de produção e inovação (SSPI) do etanol no Brasil segue a abordagem teórica já apresentada no capítulo 2, na qual é fundamental a contribuição de Malerba (2002, 2003) referente à identificação dos agentes envolvidos no sistema e nos respectivos processos de interação. Sendo os agentes compostos por indivíduos ou organizações públicas ou privadas, sua interação é um aspecto central no SSPI ao permitir o uso e expansão das competências em prol do funcionamento do sistema e dos objetivos de todos os agentes envolvidos. Assim, a evolução e transformação do sistema estão diretamente referenciados na interpretação neoschumpeteriana.

A análise de SSPI<sup>62</sup> deve ir além dos papéis isolados dos agentes que o compõem, embora atenção deva ser dada às ações e tomadas de decisão de cada componente, pois elas afetam o sistema como um todo. Por isso, a posição e a interação entre os atores no SSPI são fundamentais para a compreensão do sistema de inovação do etanol de cana-de-açúcar no Brasil. O argumento aqui desenvolvido é de que o SSPI de etanol pode se beneficiar de janelas de oportunidades como forma de favorecer as interações que marcam o sistema em prol de sua expansão de forma planejada e organizada, considerando os desafios tecnológicos e institucionais envolvidos.

Nesse sentido, este item vai apresentar o SSPI e seus componentes de modo a estabelecer o recorte analítico em referência aos instrumentos e ações adotadas a partir do governo federal voltadas ao etanol após 2000. Pretende-se, assim, verificar a existência, o teor e os encaminhamentos de ações/instrumentos voltados a fomentar o etanol no Brasil, destacando aqueles relacionados ao caso de segunda geração.

### 5.1.1 Componentes do SSPI no Brasil

A partir dos componentes do SSPI serão analisadas as ações e instrumentos do governo federal voltados ao segmento sucroalcooleiro no Brasil, com ênfase no período pós 2000. Considera-se que após o processo de desregulamentação do segmento sucroalcooleiro na década de 1990, o setor privado se mostrou incapaz de vencer os

---

<sup>62</sup> Dunhan et al (2011) usam a terminologia de Sistema de Produção e Inovação Sucroalcooleiro (SPIS) para estudar as bases da formação do PROALCOOL. Essa expressão não difere da adotada aqui, que também segue a conceituação de Malerba (2002, 2003), sobretudo por focar-se nos aspectos interativos e de transformação (evolutiva) proporcionados no âmbito de um sistema produtivo e inovativo em que as mudanças tecnológicas respondem por um aspecto central da análise.

desafios tecnológicos, produtivos e comerciais que emergiram do mercado de etanol, em especial frente à concorrência internacional. Assim, para avaliar o engajamento do governo federal e de suas instituições, é necessário saber se os instrumentos, planos adotados e decisões tomadas deram ao etanol a relevância necessária, colocando-o numa posição de destaque dentre as alternativas de combustíveis renováveis.

Como analisado no capítulo 4, o papel do Estado foi crucial para o desenvolvimento do SSPI do etanol no país por meio das iniciativas relacionadas ao lançamento do PROALCOOL em 1975. Uma das suas características mais importantes se refere à criação de um mercado para o etanol, ao mesmo tempo em que programas de pesquisa e desenvolvimento associados ao tema foram implementados. Assim, dava-se início à formação de um SSPI baseado na cana-de-açúcar e voltado ao etanol. Sua característica mais importante estava no uso do aparato institucional do Estado como forma de estimular o progresso do segmento (PEDRO, 2008; MAIA, 2009; VARRICHIO, 2012). Mas, com o fim do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) e do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR) em 1990 tem-se um rompimento na trajetória de constituição do SSPI do etanol centrado no Estado, tanto por meio de seu papel regulador como por meio de programas específicos de suporte ao segmento sucroalcooleiro. Após isso o apoio governamental ao desenvolvimento científico e produtivo do segmento se tornou menos frequente, menos expressivo e mais difuso.

Tendo por base os trabalhos de Pedro (2008), Maia (2009), Souza e Hasenclever (2008), Furtado, Scandiffio e Cortez (2011), Varrichio (2012) e Souza (2013) é possível identificar os componentes do SSPI do etanol no Brasil e a natureza de suas interações, destacando-se:

- a. Usinas e destilarias;
- b. Empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos;
- c. Empresas de pesquisa genética e melhoramento vegetal (biotecnologia);
- d. Instituições de pesquisa e laboratórios;
- e. Universidades;
- f. Agências de Fomento e Instituições de Crédito;
- g. Agências do Governo, incluindo ministérios e a gestão da regulação;
- h. Distribuidores e consumidores.

Adicionalmente, a análise da atuação do Estado no âmbito de um SSPI pode incorporar os efeitos de suas decisões relacionadas à gestão macroeconômica, fiscal, de metrologia e outros mecanismos regulatórios sobre seus componentes e a interação entre eles (SOUZA e HASENCLEVER, 2008). Nesse contexto faz sentido a hipótese adotada por Rodrigues (2006, p. 17) de que “uma quebra de paradigma tecnológico na produção de biocombustíveis é iminente e a trajetória do setor sucroalcooleiro nacional no futuro depende de ações do Estado no presente”. Embora governança do sistema de inovação e produção não seja objeto desta análise, destaque é dado ao papel do Estado no âmbito do governo federal para captar as perspectivas do segmento produtor de etanol no Brasil. Ou seja, o Estado tem papel fundamental na definição e planejamento da expansão do segmento aqui analisado. Além das funções referentes à regulamentação, padronização e fiscalização, as ações empreendidas no âmbito de instituições específicas para promover o progresso e a competitividade do etanol são parte importante do SSPI do etanol e, portanto, parte central do objeto de análise deste capítulo.

Embora o PROALCOOL tenha sido a base para o desenvolvimento de um SSPI da cana-de-açúcar e, assim, de etanol no Brasil, sua desarticulação nos anos 1990, a partir do afastamento do Estado, resultou em sua reformatação. Por isso, o SSPI de cana-de-açúcar no Brasil possui falhas de organização, interação e governança que prejudicam a sua sustentabilidade e o progresso mais acelerado da tecnologia que poderia favorecer esse mercado (PEDRO, 2008; FURTADO, SCANDIFFIO e CORTEZ, 2011). Dada a dinâmica tecnológica em torno do segmento sucroalcooleiro envolvendo pesquisas que potencializam a disponibilidade e uso de plantas com maior produtividade por área plantada (incluindo-se os diversos tipos de biomassa, além da cana-de-açúcar), o afastamento ou a menor participação do governo nesses temas significaria que não há preocupações ou estratégias de longo prazo para o segmento na esfera federal. Assim, cabe saber até que ponto as ações/instrumentos utilizados pelo governo federal a favor do etanol tem contribuído para o estabelecimento de metas e trajetórias próprias para enfrentar os desafios produtivos e inovativos do segmento, sobretudo no que tange ao etanol de segunda geração.

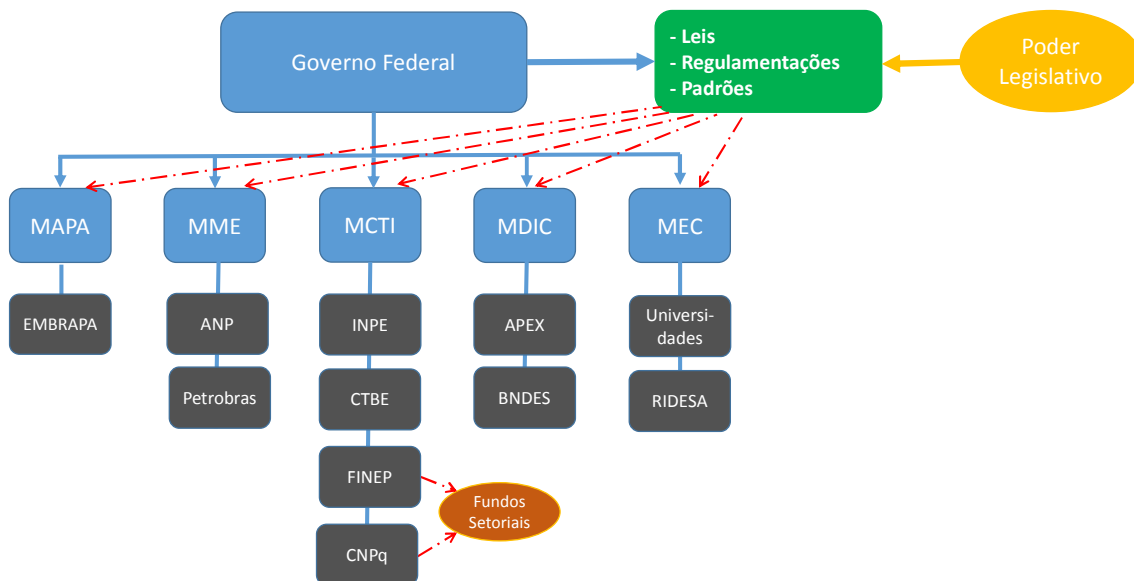
## 5.2 INSTRUMENTOS E AÇÕES DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE APOIO AO ETANOL

A análise dos instrumentos e ações dos agentes que compõem o SSPI de etanol no Brasil está concentrada naqueles situados na esfera do governo federal e na busca de registros e informações que mostrem interesse no desenvolvimento de etanol de segunda geração, com o uso da biomassa/materiais lignocelulósicos para produção de biocombustíveis. As informações aqui analisadas se referem aos ministérios envolvidos com o SSPI de etanol direta ou indiretamente, a partir dos quais foram selecionados os órgãos cujas diretrizes são repassadas, em consonância com o que define o governo federal.

Ao analisar a governança do sistema de inovação do etanol, Pedro (2008) define o nível macro como aquele em que atuam órgãos do governo federal que afetam diretamente o segmento e a regulamentação de sua pesquisa, desenvolvimento e inovação. Nesse patamar estão as instituições que executam as políticas públicas como o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Ministério da Educação (MEC), o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA)<sup>63</sup>. Subordinados a esses ministérios estão outros órgãos e/ou agências governamentais essenciais para a compreensão da dinâmica do SSPI do etanol (Figura 5.1).

---

<sup>63</sup> O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é uma autarquia federal vinculada ao MMA. Uma das funções do IBAMA é emitir licenças para implantação de investimentos em áreas que estejam sob sua jurisdição com impactos no meio ambiente, a exemplo da construção de dutos nas usinas de etanol. Em casos muito específicos, o IBAMA pode emitir pareceres/licenças para construção de usinas, pois normalmente essa função é realizada pelos órgãos ligados às secretarias de meio ambiente de cada estado. Embora inseridos no âmbito do SSPI do etanol, o MMA e o IBAMA não serão discutidos neste trabalho.



**Figura 5.1 - Organização dos componentes do Governo Federal selecionados**

Fonte: Elaboração Própria.

Como demonstrado na Figura 5.1, os órgãos subordinados ao governo federal precisam obedecer às leis, regulamentações e padrões definidos pelo poder legislativo federal, muitas das quais resultam das diretrizes do governo federal.

### 5.2.1 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é responsável pela gestão das políticas públicas de estímulo à agropecuária, pelo fomento do agronegócio e pela regulação e normatização de serviços vinculados ao setor. Para isso o MAPA conta com uma estrutura fixa de cinco secretarias. Dentre elas, a Secretaria de Produção e Agroenergia (SPA), instituída em 2005, tem a função de formular, supervisionar e avaliar políticas públicas de fomento ao setor sucroenergético. Subordinado a essa secretaria está o Departamento de Cana-de-Açúcar e Agroenergia (DCAA), o qual representa o MAPA em acordos, no planejamento, controle e execução das diversas ações relacionadas ao segmento. Além disso, faz o acompanhamento sistemático da produção brasileira de cana-de-açúcar, etanol e açúcar.

A seguir, são apresentados órgãos e outras instâncias subordinadas ao MAPA e que possuem relação direta ao segmento sucroalcooleiro. Procura-se, assim, delimitar os espaços e mecanismos de ação para políticas públicas que afetam o etanol a partir do MAPA.

- Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool (CIMA)

Por meio do decreto presidencial 3.546<sup>64</sup> de 17/07/2000 foi criado o Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool (CIMA) com o objetivo de deliberar sobre assuntos que afetam o setor sucroalcooleiro, entre os quais a participação dos produtos da cana-de-açúcar na Matriz Energética Nacional, os mecanismos econômicos necessários à autossustentação setorial, e o seu desenvolvimento científico e tecnológico. Além disso, a CIMA define a participação de etanol anidro na gasolina, o que tem se caracterizado como umas das principais medidas tomadas no âmbito do governo federal e que afetam diretamente o consumo total de etanol no país. O decreto nº 7.127 de 4/3/2010 redefiniu a estrutura do MAPA e colocou como função da SPAE assessorar e realizar a secretaria executiva do CIMA.

- Câmara Setorial

As Câmaras Setoriais do MAPA funcionam como representantes dos agentes públicos e privados que fazem parte da cadeia produtiva do segmento e como foro consultivo para identificar oportunidades e informar o Conselho do Agronegócio do MAPA. A Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Açúcar e do Alcool foi instalada em 26/5/2003, constituída por diversas entidades, contando atualmente com representantes da classe trabalhadora do segmento. As atas da Câmara revelam as decisões tomadas e as novas perspectivas. Junior Gonçalves et al (2009) mostram que desde seu início em 2003 até 2009, as ações da Câmara se voltaram mais para discussões sobre os temas relacionados ao ambiente tecnológico, institucional e organizacional, cujas principais preocupações diziam respeito a aspectos tributários. O exame das atas após 2009 até a mais recente divulgada (datada de 04/12/2013)<sup>65</sup> mostra que as discussões são mais genéricas e indicam seu limitado poder de afetar decisões, inclusive por se tratar de um fórum de discussões, além de tratarem de assuntos de natureza institucional e conjuntural. As ações geradas a partir dos trabalhos da Câmara parecem ter impacto pouco significativo no encaminhamento de medidas de ordem estrutural, sobretudo no que se refere às questões tecnológicas e de produção de etanol de segunda geração no Brasil, tema praticamente inexistente.

---

<sup>64</sup> Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D3546.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3546.htm)

<sup>65</sup> Não há registros de reuniões em 2014.



#### - Zoneamento Agroecológico (ZAECana)

O Departamento de Cana-de-Açúcar e Agroenergia (DCAA) executa políticas voltadas à expansão e sustentabilidade da agroenergia por meio do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar (ZAECana), além de se dedicar à promoção internacional do etanol. O ZAECana foi instituído em setembro de 2009 com o objetivo de apontar as áreas aptas para a expansão da cana-de-açúcar, respeitando as áreas de preservação ambiental, biomas, declividade de terrenos, necessidade de irrigação, etc. Tal levantamento contribuiu para a formulação de políticas públicas relacionadas ao segmento, tal como aquelas para financiamento público de novas unidades produtoras de açúcar e etanol, ajudando a mitigar riscos financeiros e climáticos.

Trata-se de um trabalho pioneiro no país por ser “um criterioso estudo do clima e do solo das regiões brasileiras que inovou ao considerar aspectos ambientais, econômicos e sociais para orientar a expansão sustentável da produção de cana-de-açúcar e os investimentos do setor sucroalcooleiro” (MAPA, 2009, p. 3). O trabalho mostrou que existe uma margem adicional de até 6,7 mi de hectares que poderiam ser utilizados para produção de cana-de-açúcar no Brasil.

#### - Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira – SAPcana

O MAPA também instituiu o Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira – SAPcana por meio da Instrução Normativa n. 52 de 12/11/2009. Trata-se de um cadastro eletrônico por meio do qual todas as unidades produtivas, cooperativas e empresas atuantes no ramo fornecem informações de produção e comercialização de etanol e açúcar ao MAPA. Com base nessas informações, desde 2009 tem-se publicado o Anuário Estatístico da Agroenergia. O último disponível foi publicado em 2013, e incorpora informações até 2012.

#### - Subvenção Emergencial

De forma a reduzir prejuízos enfrentados por produtores de cana-de-açúcar e usinas de etanol no Nordeste, o governo federal tem mantido o Programa de Subvenção em caráter emergencial da Atividade Canavieira no Nordeste desde a safra 2011. Entre 2011 e 2013 o governo federal concedeu subvenção de R\$ 5 por tonelada de cana, subindo em 2013 para R\$ 10 por tonelada e limitado a 10 mil toneladas por produtor. Essas ações ocorrem para mitigar os efeitos da seca, que chegam a afetar até 60% da

produção. Para 2014 foram reservados R\$ 380 milhões para essa finalidade por meio da Medida Provisória 615/13, de 17 de maio de 2014.

- Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide)

A lei n. 10.336 de 19/12/2001 criou a Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide) para incidir sobre a importação e a comercialização de petróleo e derivados, gás natural e álcool etílico combustível no país. O objetivo da lei era arrecadar recursos para o pagamento de subsídios aos preços ou ao custo de transporte de álcool combustível, de gás natural e seus derivados e de derivados de petróleo, financiar projetos ambientais da indústria do petróleo e do gás e programas de infraestrutura de transportes<sup>66</sup>.

Apesar de seus bons propósitos tal lei sofreu diversas alterações ao longo do tempo, e em 22/06/2012 o Decreto 7.764 anulou os efeitos da CIDE para não afetar o preço final pago pelo consumidor, dado que na época ocorreram reajustes de quase 8% na gasolina e 4% no diesel, caracterizando assim uma ação conjuntural para inibir seus efeitos inflacionários<sup>67</sup>.

Não se pode negar as ações adotadas por parte do MAPA ao longo dos anos 2000, período que foi marcado pela ascensão dos carros *flex-fuel* que passaram a responder pela maioria da frota brasileira e foram beneficiados pela redução de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). As informações mostram que o engajamento do MAPA na produção de etanol foi maior no período compreendido entre 2007 e 2010, em cujo contexto, destaca-se a afirmação, em 2/2/2008, pelo então ministro do MAPA, Reinhold Stephanes, de que o setor sucroalcooleiro tinha duas funções estratégicas para o país: produzir energia limpa e disseminar o etanol brasileiro no mercado externo, como uma fonte importante de bioenergia<sup>68</sup>. No entanto, a escassez de informações e de ações para o período seguinte é patente, caracterizando um claro recuo do governo federal na concessão de estímulos para a expansão e competitividade do etanol.

---

<sup>66</sup> Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/leis/2001/lei10336.htm>. Consultado em 18/8/2014.

<sup>67</sup> Segundo os empresários, o segmento perde mais de R\$ 10 bi por ano devido a não cobrança da CIDE. Veja em: <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/ribeiraopreto/2014/08/1506348-setor-sucroenergetico-diz-que-perde-r-10-bi-por-ano-sem-taxa-da-gasolina.shtml>. Consultado em 27/08/2014.

<sup>68</sup> Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2008/04/producao-de-etanol-tem-funcao-estrategica-para-o-brasil>. Consultado em 18/08/2014.

Assim, percebe-se um esvaziamento da agenda do governo relacionada ao futuro do segmento sucroalcooleiro no Brasil, tendo em vista que as ações e instrumentos apresentados têm um caráter mais protocolar e menos transformador. As ações conjunturais se destacam, sobretudo em relação às desonerações tributárias. Ademais, é importante realçar o zoneamento da cana-de-açúcar como uma medida importante para o controle do avanço das plantações de cana no país, mas ainda insuficiente dado que os novos desafios estão situados na área tecnológica, inclusive de genética das plantas, diante de temperaturas mais elevadas e períodos mais longos de seca, como ocorre no Nordeste. Essa postura criticável do MAPA, no entanto, contrasta com as ações desempenhadas pela Embrapa Agroenergia.

#### 5.2.1.1 EMBRAPA

O MAPA possui duas empresas públicas sob sua coordenação, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). A Embrapa é definida como uma empresa de “inovação tecnológica focada na geração de conhecimento e tecnologia para agropecuária brasileira”<sup>69</sup>. Criada em 1973 e vinculada ao MAPA, tem sido um importante componente do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA)<sup>70</sup>, cujo orçamento em 2014 foi R\$ 2,6 bilhões, dos quais R\$ 408 milhões foram reservados para a área de Desenvolvimento Tecnológico e Engenharia.

A Embrapa conta com 10 unidades de Temas Básicos, entre elas a Embrapa Agroenergia, criada em 2007 como um braço da Embrapa. Tem seu foco em pesquisa, desenvolvimento e inovação de processos de conversão da biomassa em biocombustíveis e outros produtos que agreguem valor às cadeias produtivas da agroenergia no Brasil e promovam a sustentabilidade. Também desenvolve estudos de genética e biotecnologia de culturas agrícolas com potencial energético. Essa unidade foi apontada como um elo de articulação da rede da própria Embrapa com unidades técnicas de outros estados, incluindo universidades, voltadas a P&D relacionados ao agronegócio da cana-de-açúcar (REZENDE, 2007; ROSARIO, 2008).

Após o lançamento do Plano Nacional de Agroenergia no ano de 2006, que estabeleceu diretrizes para estimular a produção sustentável de agricultura relacionada à

---

<sup>69</sup> Informações obtidas no website da Embrapa ([www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br)).

<sup>70</sup> Mais informações em: <https://www.embrapa.br/snpa>

energia renovável, a Embrapa criou o Centro Nacional de Pesquisa de Agroenergia (CNPAAE), cujo nome-síntese passou a ser Embrapa Agroenergia. Isso marca um engajamento do governo federal no desenvolvimento tecnológico voltado à área de agroenergia no Brasil, com destaque para P&D&I voltados a biomateriais para a produção de biocombustíveis, como o etanol celulósico. A sede física da Embrapa Agroenergia só foi inaugurada em dezembro de 2010 com capacidade para cinco laboratórios e um complexo de plantas piloto com equipamentos para pesquisa e desenvolvimento de bioenergia – espaço que também pode ser disponibilizado a parceiros, inclusive empresas privadas. A Embrapa Agroenergia possui 17 Portfólios que agregam projetos afins segundo temáticas específicas. Um deles se refere ao setor sucroalcooleiro-energético com o objetivo de desenvolver atividades e tecnologias, tal como transferir conhecimento por meio de parcerias público-privada com o intuito de favorecer a competitividade do setor sucroenergético do Brasil no cenário mundial.

O Plano Diretor da Embrapa (EMBRAPA, 2008) que estabeleceu os desafios tecnológicos e científicos para o período 2008 a 2023 destaca os interesses relacionados ao P&D&I de biocombustíveis, em especial o etanol de celulose, produtos de biorrefino e hidrogênio, com interesse no desenvolvimento da rota de hidrólise enzimática (biológica) para a produção de etanol a partir material lignocelulósico (biomassa). Como apontado no capítulo 3, a rota tecnológica química se destacou inicialmente nas pesquisas realizadas no Brasil, sobretudo por já ser mais difundida e menos cara. No entanto, os especialistas consideram que as maiores oportunidades de saltos tecnológicos estão na rota biológica ou enzimática, apesar de ser mais custosa e mais desafiadora. O último relatório de atividades da Embrapa (2013) mostra que há um projeto na área de microorganismos focado em “Linhagens microbianas para etanol lignocelulósico”.

A Embrapa também conta com 4 laboratórios virtuais nos EUA, Europa, China e Coreia do Sul, chamados de Labex, funcionando como “bases” onde seus pesquisadores realizam pesquisas em conjunto com outras instituições. Nos EUA já foram realizadas pesquisas com matérias-primas para a produção de etanol de segunda geração em parceria com o Serviço de Pesquisa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (ARS-USDA)<sup>71</sup>. Adicionalmente, a Embrapa Agroenergia também desenvolve pesquisas sobre biomassa lignocelulósica em conjunto com a *Rothamsted*

---

<sup>71</sup> Informações disponíveis em: <http://portaledit.sct.embrapa.br/imprensa/noticias/2010/fevereiro/3a-semana/brasileiros-aceleram-pesquisas-sobre-etanol-de-segunda-geracao/>. Consultado em 20/08/2014.

*Research*, no Reino Unido. Soma-se a isso as parcerias que vem sendo desenvolvidas com o CTBE-CNPEM no Brasil e outras internacionais, como na Austrália (CSIRO), na França (INRA e CIRAD) e na Alemanha (*Max Planck Institute*)<sup>72</sup>.

Adicionalmente, a Embrapa Agroenergia assumiu pesquisas que já vinham sendo realizadas no âmbito da Embrapa desde 2008 para desenvolver as primeiras plantas transgênicas de cana-de-açúcar tolerantes à seca. Dado que as perdas nos canaviais podem variar entre 10% e 50% devido à seca, a pesquisa é de fundamental importância para favorecer a produção de cana-de-açúcar no Nordeste<sup>73</sup>.

É importante frisar que as atividades da Embrapa Agroenergia são muito recentes, o que faz com que os resultados de pesquisa sejam ainda pouco expressivos, em parte devido à disponibilização dos laboratórios para pesquisa ter ocorrido apenas em 2012<sup>74</sup>. No caso da cana, como em outras áreas agrícolas de inserção mais recente, a Embrapa ainda precisa construir uma base de acúmulo de conhecimentos para conseguir gerar progressos perceptíveis, apesar da menor disponibilidade de recursos por área. Adicionalmente, cabe registrar que a Embrapa conta com a unidade Embrapa Monitoramento por Satélite que atua em atividades relacionadas ao monitoramento de atividades agrícolas no Brasil, e no caso da cana-de-açúcar atua em conjunto com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

### 5.2.2 Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

O MCTI, criado em 1985, é outro órgão do governo federal e que integra o SSPI do etanol, sobretudo por conduzir as diretrizes referentes à política científica, tecnológica e de inovação do país. O ministério tem sido um importante financiador de pesquisas que buscam contribuir para o progresso tecnológico do etanol. As ações de C&T&I do ministério estão divididas em quatro grandes áreas, e uma delas é a “Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas” que se subdivide em diversas linhas de ação. A linha de ação 10 se refere aos biocombustíveis, e é composta

---

<sup>72</sup> Disponível em: <http://www.cnpem.br/blog/2012/05/22/embrapa-agroenergia-completa-seis-anos/>. Consultado em 20/08/2014.

<sup>73</sup> Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/noticias/2011/05/embrapa-desenvolve-cana-de-acucar-tolerante-a-seca>. Consultado em 20/08/2014.

<sup>74</sup> A Embrapa Agroenergia tem estabelecido diversas parcerias para pesquisas relacionadas a biomassa. Uma delas ocorreu com o CTBE, a Braskem, a Universidade de São Paulo e a ETH Bioenergia no âmbito do projeto que estuda o bagaço de cana-de-açúcar para obtenção de compostos químicos renováveis de alto valor agregado. Mais informações em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1486518/projeto--estudara-aplicacoes-quimicas-e-bioquimicas-da-xilose>

pelo Programa de C&T&I para o Etanol (sublinha 10.1) e pelo Programa voltado ao Biodiesel (sublinha 10.2).

Esse destaque ao etanol ocorreu com o lançamento do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI 2007-2010) do MCTI. Os objetivos da linha de ação contemplam P&D&I no segmento sucroalcooleiro, com destaque ao etanol e às novas tecnologias e rotas tecnológicas para produção desse biocombustível e outros subprodutos obtidos a partir do etanol de cana-de-açúcar. As ações, que podem ser financiadas por meio dos instrumentos financeiros que o MCTI dispõe<sup>75</sup>, envolvem pesquisadores, instituições de pesquisa e empresas.

O PACTI 2007-2010 reflete um reconhecimento importante pelo governo federal no período recente ao definir os biocombustíveis como uma das áreas estratégicas do plano. Ali aparece uma sinalização a respeito da necessidade de ter domínio tecnológico da rota de hidrólise enzimática para produção de etanol e indica o interesse em se criar um centro de referência mundial em tecnologias do bioetanol, visando o aumento da produção e o desenvolvimento de novas rotas tecnológicas voltadas à energia sustentável.

Nesse contexto, em julho de 2007 o então ministro Sérgio Resende (RESENDE, 2007) apresentou os primeiros delineamentos de uma grande proposta de ações voltadas a estimular desenvolvimentos produtivos e tecnológicos do etanol no Brasil. Era o primeiro ano do segundo governo do presidente Lula e havia uma forte sinalização de maiores preocupações em relação ao etanol. Dentre as ações mencionadas podem ser citados o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento para o Etanol, em que havia um arranjo institucional entre diversas esferas do governo federal voltados a esse propósito, incluindo diversos ministérios e agências do governo. Foi um dos primeiros registros de interesse do governo federal em estimular o que Resende (2007) chamou de transição de um “modelo misto” (alimento/energia) para um novo “modelo orientado” à produção de energia a partir da biomassa (etanol e energia elétrica). Considera-se que o PACTI 2007-2010 foi um “marco” quando se observa esse tema a partir da ótica da atuação do governo federal, sobretudo após o período de desregulamentação e afastamento do Estado ao longo da década de noventa.

---

<sup>75</sup> Os Fundos Setoriais é uma das principais fontes de financiamento que o MCTI tem para apoiar suas linhas de ação. Eles serão apresentados mais adiante.

A partir desse programa surgiu a necessidade de consolidação da Embrapa Agroenergia<sup>76</sup> como unidade voltada ao P&D de cana-de-açúcar e a criação de um centro de excelência em tecnologia do etanol no Brasil. Eram dados, assim, os primeiros passos concretos para a criação do que viria a ser o Centro de Ciência e Tecnologia em Bioetanol (CTBE) – resultado de uma recomendação de um grande estudo encomendado pelo MCTI ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) em 2004.

O ano de 2007 marcou o início de uma série de iniciativas de estímulo do etanol no Brasil, trazendo para o centro do debate os desafios tecnológicos a ele associados. Resende (2007) destacou que para o período 2007-2010 estavam previstos gastos que totalizariam R\$ 430 milhões, sendo que R\$ 80 milhões seriam destinados para a criação do CTBE, na época integrante do Projeto Bioetanol em função do estudo coordenado pelo CGEE, e outros R\$ 160 milhões para projetos de subvenção econômica selecionados pela FINEP.

Uma outra ação apoiada pelo MCTI também nesse período referente ao PACTI foi a Rede de P&D em Hidrólise Enzimática. Entre 2005 e 2010 o ministério financiou pesquisas do projeto “Produção de Etanol via Hidrólise Enzimática da Biomassa de Cana-de-Açúcar”, capitaneado pela Universidade de São Paulo, em conjunto com diversas universidades. O objetivo era o “desenvolvimento de tecnologia viável de transformação da biomassa integral da cana-de-açúcar, em particular de sua fração lignocelulósica”<sup>77</sup>.

É interessante registrar que entre 2007 e 2008 a atenção dada pelo MCTI ao tema do etanol ganhou um destaque muito maior comparado a outros momentos. Assim, o segundo governo do presidente Lula parece ter sido um período de grande euforia em relação ao etanol na esfera federal<sup>78</sup>. O fato de o MCTI ter registrado os biocombustíveis, e o etanol, como uma área estratégica para o país é relevante. Apesar de o segmento de etanol não contar com uma área específica no âmbito dos Fundos Setoriais, verificar-se-á que houve uma mudança significativa na “atribuição de importância estratégica” ao segmento<sup>79</sup>. Assim, tem-se maiores indícios para se verificar até que ponto o etanol pode ser visualizado pela esfera federal como uma área

---

<sup>76</sup> A Embrapa Agroenergia foi criada nesse ano de 2007.

<sup>77</sup> Disponível em: <http://cenbio.iee.usp.br/projetos/bioetanol.htm>. Consultado em 15/08/2014.

<sup>78</sup> Como se discutiu no capítulo 3, havia euforia em relação ao futuro do mercado de etanol no Brasil nessa época, mas a maior parte dos projetos de investimento sucumbiu após a crise financeira internacional a partir de 2008. Esse é um ponto que pode estar associado ao arrefecimento por parte do governo federal em relação ao etanol no período mais recente.

<sup>79</sup> Os Fundos Setoriais serão discutidos em maior detalhe em subitem adiante.

estratégica e importante, de modo a ocupar espaço de destaque similar ao que o petróleo reconquistou no período recente.

No que se refere aos agentes subordinados ao MCTI, foram selecionados três órgãos com atividades diretamente relacionadas ao desenvolvimento do segmento sucroalcooleiro no Brasil (FINEP, CTBE e INPE), juntamente aos Fundos Setoriais que é um dos principais mecanismos de repasse de recursos financeiros do MCTI para pesquisa, desenvolvimento e inovação.

#### 5.2.2.1 FINEP

A FINEP é uma empresa pública que funciona como agência de financiamento a projetos de desenvolvimento de inovações e está subordinada ao MCTI. Desde sua fundação possuía a denominação de Financiadora de Estudos e Projetos e mais recentemente passou a ser chamada de Agência Brasileira de Inovação, com o intuito de enfatizar seu papel de promotora da inovação e desenvolvimento tecnológico. Fundada em 24/06/1967 com a missão de gerenciar o Fundo de Financiamento de Projetos e Programas criado pelo governo federal em 1965, posteriormente assumiu a função de gerenciar o Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC), até então sob controle do BNDES. Assim, seu foco no financiamento de desenvolvimentos tecnológicos foi fortalecido, aumentando sua capacidade de financiamento, com repasses de recursos reembolsáveis e não-reembolsáveis.

A FINEP tem um histórico importante no fomento das atividades de desenvolvimento, pesquisa e inovação no Brasil através do repasse de recursos via financiamento não-reembolsáveis. A análise e repasse de crédito, na prática, sempre funcionou como um banco ou instituição financeira que demanda garantias (reais, em grande parte) para o efetivo repasse, o que em muitos casos acaba por restringir o acesso aos recursos<sup>80</sup>. Ao longo do tempo esse “problema” foi minorado com a possibilidade de obtenção de financiamento por meio de linhas com recursos não-reembolsáveis seja por chamadas públicas ou cartas-convite. Assim, por um lado, a instituição funciona como agência de fomento à C&T&I com financiamentos não-reembolsáveis para operações que envolvam instituições públicas e também privadas quando essas se

---

<sup>80</sup> Diferentemente de instituições financeiras como o BNDES, a FINEP não financia, via de regra, investimentos fixos como compra de máquinas na maioria de suas linhas, mantendo o foco no financiamento de custeio.



submetem às seleções de subvenção. Por outro lado, a FINEP funciona como banco quando as operações se referem a crédito reembolsável (inovação em empresas) e investimentos (operações de capital de risco e incubadoras, por exemplo). Outra forma de repasse importante sob responsabilidade da FINEP são os Fundos Setoriais<sup>81</sup>.

O fomento realizado pela FINEP ao segmento sucroalcooleiro, tradicionalmente ocorreu por meio de linhas disponíveis quando do aparecimento de demandas por parte das empresas. A produção de etanol e de biocombustíveis somente ganhou ênfase nas políticas operacionais da FINEP muito recentemente, sobretudo após 2010, com a definição das áreas prioritárias de sua política operacional para o período 2011-2014, em que o grupo de energia renovável aparece<sup>82</sup>.

É importante destacar o fato de a FINEP ser o principal órgão federal financiador da pesquisa e desenvolvimento no país e ter uma atuação pouco significativa no fomento ao segmento sucroalcooleiro em períodos anteriores, tendo em vista que desde a década de 1990 a meados dos anos 2000 não se atribuía importância estratégica às capacidades dinâmicas desse segmento. Antes de 2012<sup>83</sup>, a atuação da FINEP no estímulo ao avanço tecnológico no segmento é modesta, tendo em vista a inexistência de chamadas públicas específicas relativas ao etanol ou aos biocombustíveis. A única exceção foi a Chamada MCT/Finep/CT-Petro – PROMOPETRO – 02/2009, cujo objetivo era apoiar projetos que promovessem interação entre instituições de ensino de nível superior relacionadas aos segmentos de petróleo e gás, biocombustíveis e petroquímica com instituições de ensino de nível médio. Esse caso não implicou em projetos para fomentar o avanço da pesquisa aplicada para o avanço tecnológico do etanol. Além deste caso, a atuação da FINEP, quando da ocorrência de financiamento aplicado ao segmento sucroalcooleiro no Brasil se deu pela via de financiamento tradicional e por meio das chamadas de subvenção econômica, que repassaram recursos não-reembolsáveis.

Em relação aos financiamentos, destacam-se três casos. O primeiro foi o financiamento ocorrido em 2006 quando a FINEP patrocinou o Projeto Etanol (focado

---

<sup>81</sup> Dado seu caráter inovador e sua importância para o fomento de C&T&I no Brasil, os Fundos Setoriais serão apresentados adiante, em item separado.

<sup>82</sup> Foi nesse contexto que surgiram programas específicos para financiamento ao setor sucroalcooleiro, como é o caso do PAISS e do PAISS Agrícola em parceria com o BNDES. Apesar de serem linhas de financiamento em parceria com a FINEP, esses casos serão detalhados no item referente ao BNDES, pois o objetivo nesta parte se restringe à atuação da FINEP, isolando-se o caso do PAISS.

<sup>83</sup> Em 2012 ocorreu o primeiro contrato no âmbito do PAISS, assinado com o Centro de Tecnologia Canaveieira (CTC) para um financiamento de R\$ 227 milhões com vistas a favorecer pesquisas para enfrentar os novos desafios tecnológicos: [http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod\\_noticia=3087](http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod_noticia=3087)

na hidrólise enzimática da cana-de-açúcar) num total de R\$ 3,5 milhões. Esse projeto envolveu 14 universidades no Brasil, a Universidade de Lund (Suécia), a Universidade de Zaragoza (Espanha) e algumas empresas (Toyobo Brasil, Oxiteno e Braskem) (MAIA, 2009). Tal projeto foi uma prévia do que se pretendia realizar com a criação do CTBE, incluindo o lançamento do laboratório e reafirmando algumas dessas parcerias. O segundo caso ocorreu em janeiro de 2008 quando a FINEP aprovou o aporte de R\$ 20 milhões no fundo de *private equity* Terra Viva, voltado para o setor sucroalcooleiro. A ação foi inovadora por se tratar do primeiro aporte que a FINEP realizou em *private equity*. O objetivo apresentado pelo fundo era aplicar até R\$ 300 milhões em 10 empresas no período de quatro anos. Informações recentes sobre o fundo mostram que ele está ativo e apresentando bons resultados nas empresas em que participa<sup>84</sup>. O terceiro caso se refere a uma operação em agosto de 2008 em que a Dedini S/A Indústrias de Base obteve um financiamento reembolsável no valor de R\$ 2,3 milhões para o desenvolvimento de processos inovadores para aumento da produtividade do etanol por meio da otimização e melhoria dos processos de produção.

Por sua vez o Programa de Subvenção Econômica da FINEP foi lançado em 2006 e significou uma ação pioneira no país. No que se refere ao segmento sucroalcooleiro, verificaram-se algumas operações de financiamento entre 2007 e 2010, sendo o edital de 2010 o último a registrar demanda específica para plantas-piloto para obtenção de etanol de segunda geração a partir de biomassa. Após esse período houve um deslocamento de todos os financiamentos não-reembolsáveis para o âmbito do PAISS (que será apresentado no item referente ao BNDES).

A tabela 5.1 apresenta a seleção de projetos relacionados ao uso da cana-de-açúcar com finalidades energéticas que foram selecionados nas chamadas de subvenção entre 2007 e 2010. Mais de R\$ 133 milhões foram direcionados para projetos de pesquisa e desenvolvimento relacionados ao segmento, mas nem todos voltados ao desenvolvimento de biocombustíveis propriamente. Assim, apesar de se referir ao uso da cana-de-açúcar ou de sua biomassa, muitos projetos se referiam à produção de energia elétrica ou processos de plantio e colheita.

---

<sup>84</sup> Informações disponibilizadas pelo Jornal Valor Econômico (25/03/2014) mostram que as usinas nas quais possui participação processarão 7,5 milhões de toneladas de cana na safra 2013/2014. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/3493994/usinas-do-fundo-fip-terra-viva-deverao-ampliar-moagem-de-cana>. Acessado em 26/08/2014.

**Tabela 5.1 – Projetos aprovados nas chamadas de subvenção econômica da FINEP relacionados ao uso da cana-de-açúcar – 2007 a 2010 (valores em R\$).**

	Título da Proposta	Proponente	Valor da Subvenção
<b>2007</b>			
1	Cana-de-açúcar geneticamente modificada para produção de etanol-celulósico	Alellyx S.A.	9.451.328,39
2	Otimização da fermentação de sacarose para a produção de álcool combustível no Brasil	Usina Cerradinho Açúcar e Álcool S/A	562.200,00
3	Colheitadeira de cana - produtividade para o pequeno produtor	Montana Indústria de Máquinas Ltda	4.544.407,50
4	Desenvolvimento de processos inovadores para aumento da produtividade do etanol por meio da otimização e melhoria dos processos de produção de etanol	Dedini S/A Indústrias de Base	2.550.000,00
<b>Total 2007</b>			<b>17.107.935,89</b>
<b>2008</b>			
5	Cana-de-açúcar geneticamente modificada para a produção de polissacarídeos com efeitos sobre a pós-colheita, a maturação e a produtividade	Alellyx S.A.	5.010.000,00
6	Desenvolvimento de processos biológicos e termoquímicos para aproveitamento energético da palha, vinhoto e bagaço	Cetrel S.A. Empresa de Proteção Ambiental	2.359.650,00
7	Prólise para produção de etanol e energia elétrica a partir do bagaço e da palha da cana-de-açúcar	Cases e equipamentos Silton Ltda	1.393.801,94
8	Desenvolvimento de processo sequencial de biodigestão do vinhoto e resíduos sólidos (palha e bagaço) e cultivo de algas em fotobiorreatores de geração de biogás, biofertilizantes, energia e redução do potencial poluidor do vinhoto	Biosol Serviços e Sistemas de Remediação Ambiental Ltda	1.754.672,05
9	Processamento do vinhoto por bioreator a membrana (MBR) e osmose inversa visando o reuso de água para aplicações secundárias e a produção de concentrado orgânico (fertilizante) para reuso no campo	Pam Membranas Seletivas Ltda	1.589.040,00
10	Desenvolvimento de equipamento para coleta, fragmentação e compactação da palha de cana-de-açúcar para uso como combustível para geração de energia elétrica	Deltamaq Indústria, Comércio e Transportes Ltda	971.520,00
11	Reator anaeróbico de alta taxa para transformação do vinhoto e geração de biogás para produção de energia na indústria sucroalcooleira	Digmotor Equipamentos eletro-mecânicos digitais Ltda	1.226.366,40
12	Concentração de vinhoto por osmose inversa e filtração visando produção de biogás em reatores biológicos integrados à geração de energia elétrica, comercialização de carbono e reuso da água	GCT Bio S.A.	1.524.150,00
13	Procedimentos de produção mais limpa aplicados ao vinhoto para otimização da cadeia do etanol	Onda Verde Agro Comercial S.A.	1.298.000,00
14	Desenvolvimento de soluções para a plena potencialização da riqueza energética associada aos ciclos do etanol e do bio-diesel	Vale Soluções em Energia S.A.	11.541.365,00
15	Desenvolvimento tecnológico e de processos de engenharia para manejo da palha e do vinhoto no ciclo do etanol: transformações de resíduos indesejáveis em energia e matéria-prima para o setor de gás	Vale Soluções em Energia S.A.	18.688.600,33
16	Desenvolvimento de um sistema completo para recolhimento, enfiamento, transporte, armazenamento e desafiamento da palha de cana-de-açúcar para a produção de bioenergia	Indústria de Implementos Agrícolas Siltomac Ltda	5.240.226,70
17	Caseificador em leite fluidizado recirculante para transformação da biomassa da cana-de-açúcar	Industrial Conventos S.A.	1.002.000,00
18	Implantação de uma unidade de biodigestão anaeróbica do vinhoto para mitigação dos impactos ambientais do seu descarte e avaliação do uso do biogás para geração de energia elétrica e/ou térmica	Biosana Rio Soluções Ambientais Ltda	1.002.212,00
19	Controlador de injeção de nitrogênio em fluxo simultaneamente à aplicação de vinhoto em cana-de-açúcar colhida sem despalha à fogo	Enalta Indústria e Comércio e Desenvolvimento de Equipamentos Científicos	2.683.100,00
20	Obtenção de etanol via hidrólise ácida assistida por ondas em injeção de fluxo (HAAMIF) de material celulósico e produção de fertilizante via mineralização de vinhoto por ondas em injeção de fluxo (MVMIF)	Quadex Technology Comércio e Desenvolvimento de Equipamentos Científicos Ltda	2.536.300,00
21	Aproveitamento do vinhoto como fertilizante orgânico granulado	Labmaq do Brasil Ltda	1.726.984,00
22	Projeto, integração e operação de uma planta de geração de eletricidade por gaseificação de bagaço e palha de cana-de-açúcar em leite fluidizado circulante	Orienta Consultoria Engenharia e Negócios Ltda	1.554.000,00
23	Desenvolvimento de processo de obtenção do etanol lignocelulósico da biomassa de cana-de-açúcar, com enfoque na palha - etanoconversão	Hidrólisis Avaliações Analíticas e Novos Processos Ltda	1.000.000,00
<b>Total 2008</b>			<b>64.101.988,42</b>
<b>2009</b>			
24	Desenvolvimento de processo para a obtenção industrial de misturas enzimáticas celulolíticas destinadas à produção de biocombustíveis a partir da biomassa	Biommm S.A.	3.132.506,88
25	Bio4zyme - Processo inovador de produção de enzimas amilolíticas para a produção de etanol a partir de fonte amilácea	Bio4 Soluções Biotecnológicas Ltda	890.888,60
26	Inovação no desenvolvimento e produção de enzimas provenientes de periplaneta americana voltadas para o processamento de biomassa lignocelulósicas	Hygeia Pesquisa e Desenvolvimento em Biotecnologia Aplicada Ltda	2.359.490,16
27	Processo químico e biotecnológico para produção de biodiesel etanólico	Brasil Bio Fuels S.A.	7.405.000,00
28	Desenvolvimento de equipamentos e processos de transesterificação etanólica acelerada, com secagem concomitante do catalisador e do biodiesel, de forma contínua	Desidratec - IND e COM de Tecnologia de Desidratação Ltda	597.497,16
<b>Total 2009</b>			<b>14.385.382,80</b>
<b>2010</b>			
29	Projeto e Instalação de planta piloto flexível para produção de etanol de segunda geração a partir da biomassa da cana-de-açúcar	Cosan S.A. Indústria e Comércio	9.966.152,17
30	Double: Bioproduto para controle de pragas da cana-de-açúcar integrado com o uso de plantas transgênicas	Biobrasil Bioenergia do Brasil S.A.	3.558.169,08
31	Obtenção de plantas de cana-de-açúcar geneticamente modificadas destinadas a condições adversas de maturação para maior rendimento na produção de bioetanol	Central de Álcool Lucélia Ltda	9.744.171,12
<b>Total 2010</b>			<b>37.653.875,17</b>
<b>Total 2007 - 2010 (A)</b>			<b>133.249.182,28</b>
<b>Diretamente relacionado a etanol de segunda geração (B)</b>			<b>41.497.118,14</b>
<b>B / A (%)</b>			<b>31,14</b>

Fonte: FINEP – elaboração própria.

É possível verificar que houve alguns projetos diretamente associados ao etanol de segunda geração (projetos 1, 6, 7, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27 e 29) totalizando R\$ 41,5 milhões ou 31,1% do total financiado. Comparativamente ao conjunto e às outras iniciativas no âmbito da área de energia e biotecnologia, a quantidade de projetos e os valores relativos ao etanol, no período considerado, são relativamente baixos. No ano de 2008, quando muitos projetos relacionados à cana-de-açúcar foram aprovados, a maioria se referiu ao aproveitamento dos resíduos e produção de energia elétrica, os quais, apesar de seus méritos, não estão diretamente associados às tecnologias para produção de etanol celulósico ou à sua vanguarda tecnológica.

Embora o número de projetos e seus valores atribuídos à área pudessem ser maiores, é importante ressaltar que a atuação da FINEP também fica dependente da apresentação de propostas que se enquadrem nas diretrizes pré-estabelecidas. Assim, se o número de propostas de subvenção é baixo, o resultado tende a ser menos expressivo inclusive para a área de biocombustíveis de segunda geração. Mas cabe lembrar que uma maior dinâmica em prol de avanços tecnológicos no segmento é também resultado do contexto econômico e do ambiente institucional e, portanto, das perspectivas que se criaram a partir dali.

#### 5.2.2.2 Fundos Setoriais

Os Fundos Setoriais são um instrumento federal de financiamento para projetos voltados à pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil, criados em 1999 como um dos principais mecanismos do governo federal para promover a ciência, tecnologia e inovação no país. Atualmente existem 16 fundos, alguns dos quais caracterizados como transversais (aplicando-se a mais de um segmento) e outros como verticais (específicos a um segmento). A criação dos fundos setoriais ocorreu para suprir carências existentes no sistema de inovação. O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) existe desde 1969 e sempre foi uma fonte importante de recursos para todo o sistema nacional de ciência e tecnologia. “Entretanto, esses nem sempre foram suficientes ou asseguraram a realização das atividades programadas, uma vez que sofriam toda sorte de discontinuidades” (PEREIRA, 2005, p. 7).

Todos os recursos dos Fundos são alocados no âmbito do FNDCT e administrados pela FINEP, a partir das diretrizes definidas no MCTI. Além de ser a

secretaria executiva dos Fundos Setoriais, a FINEP também realiza o repasse em conjunto com o CNPq. Os Fundos Setoriais foram criados para também minimizar o papel histórico do Estado na condução da pesquisa científica e tecnológica no Brasil, pois passou a eleger as empresas como o *focus* e o *locus* da atividade de inovação, tal como os demais arranjos que com elas poderiam ser realizados (PEREIRA, 2005).

Essa foi uma política pioneira no Brasil, inclusive por estabelecer uma regularidade na disponibilização de recursos financeiros para essas demandas no âmbito do sistema nacional de inovação. Em função do aumento de seu volume ao longo dos anos, os fundos passaram a responder por uma parcela significativa dos recursos concedidos pelo MCTI para investimentos em C, T&I.

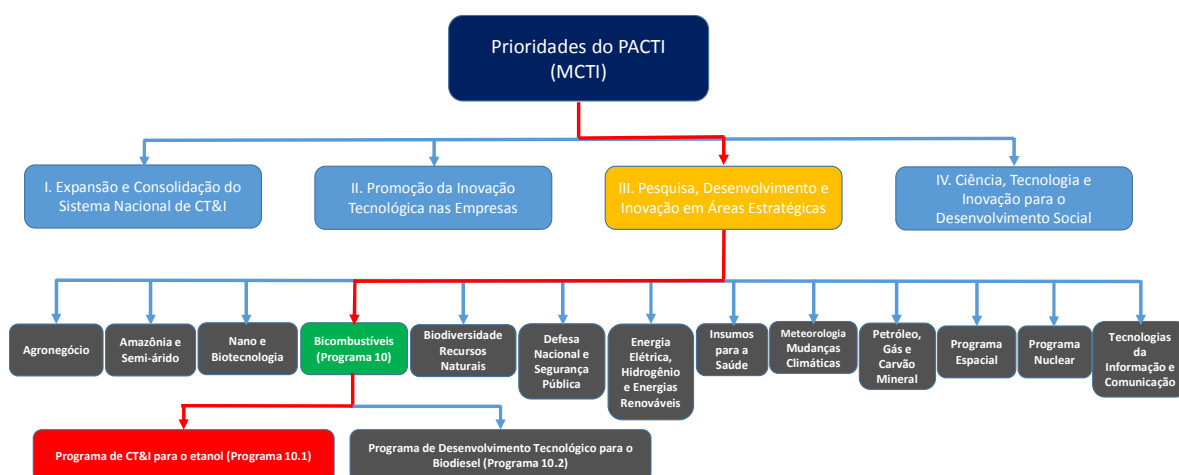
**Tabela 5.2 – Caracterização dos Fundos Setoriais**

Fundo	Lei Geradora	Decreto	Tipo	Fonte de Recursos
CT-Petro	9.478 de 6/8/1997	30/11/1998	Vertical	25% dos royalties que excederem a 5% da produção de petróleo e gás natural
CT-Info	10.176 de 11/1/2001	20/04/2001	Vertical	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas beneficiadas pela Lei de Informática
CT-Infra	10.197 de 14/2/2001	26/04/2001	Horizontal	20% dos recursos de cada fundo setorial
CT-Energia	9.991 de 24/7/2000	16/07/2001	Vertical	0,75% a 1% do faturamento das concessionárias
CT-Mineral	9.993 de 24/7/2000	16/07/2001	Vertical	2% da compensação financeira (Cfem) paga por empresas com direitos de mineração
CT-Hidro	9.993 de 24/7/2001	19/07/2001	Vertical	4% da compensação financeira recolhida pelas geradoras de energia elétrica
CT-Espacial	10.332 de 19/12/2001 e 9.994 de 24/7/2000	12/09/2001	Vertical	25% das receitas de utilização de posições orbitais; total da receita de licenças e autorizações da Agência Espacial Brasileira
CT-Saúde	10.332 de 19/12/2001	25/02/2002	Vertical	17,5% da CIDE
CT-Bio	10.332 de 19/12/2001	07/03/2002	Vertical	7,5% da CIDE
CT-Agro	10.332 de 19/12/2001	12/03/2002	Vertical	17,5% da CIDE
CT-Aero	10.332 de 19/12/2001	02/04/2002	Vertical	7,5% da CIDE
CT-Verde Amarelo	10.168 de 29/12/2000 e 10.332 de 19/12/2001	11/04/2002	Horizontal	50% da CIDE, 43% da receita do IPI incidente sobre produtos beneficiados pela Lei da Informática
CT-Transporte	9.992 de 24/7/2000 e 10.332 de 19/12/2001	06/08/2002	Vertical	10% das receitas do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes (contratos para utilização de Infra-estrutura de transporte terrestre)
CT-Amazônia	8.387 de 30/12/1991 e 10.176 de 11/1/2001	01/10/2002	Horizontal	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas de informática da Zona Franca de Manaus
CT-Aquaviário	10.893 de 13/7/2004	22/10/2004	Vertical	3% da parcela do produto da arrecadação do Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante (AFRMM) que cabe ao Fundo da Marinha Mercante (FMM).

Fonte: Pereira (2005, p. 10-11) e inserções.

Conforme a Tabela 5.2, existem 15 fundos setoriais, com diferentes inícios e fontes de recursos. Eles também passaram a ser uma fonte essencial de recursos para subvenção econômica (financiamento não-reembolsável) no Brasil.

O etanol começou a ser prioridade no âmbito do uso dos Fundos Setoriais a partir de 2007. Por meio do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) de 2007-2010 do MCTI foram definidos os diversos programas estratégicos que teriam atenção especial no repasse de recursos. O PACTI 2007-2010 constitui-se em um instrumento importante para orientar as ações do Estado voltadas ao desenvolvimento da C,T&I (MCT, 2007).



**Figura 5.2 – O programa de CT&I para etanol dentre as prioridades do PACTI**  
 Fonte: elaboração própria.

A Figura 5.2 apresenta as quatro prioridades estratégicas do PACTI 2007-2011, tal como os diversos programas contemplados na terceira prioridade, na qual aparece um programa específico para o etanol. Verifica-se que o programa 10 foi reservado aos Biocombustíveis, o qual se subdivide nos Programas 10.1 para o caso do Etanol e no Programa 10.2 para o caso do Biodiesel. Assim, o organograma da Figura 5.2 apresenta o recorte da análise que se realizará na sequência em relação aos valores repassados ao segmento sucroalcooleiro a partir dos Fundos Setoriais.

Os dados foram obtidos a partir da Plataforma Aquarius<sup>85</sup> mantida pelo MCTI na qual é possível obter as informações sobre os recursos repassados pelos Fundos Setoriais desde seu início. A Tabela 5.3 traz um conjunto de informações (valores absolutos) que possibilitam uma visão global do repasse de recursos pelos Fundos Setoriais, tal como no caso específico do Programa 10.1 referente ao etanol. Os dados permitem identificar o espaço que os biocombustíveis obtiveram no âmbito da terceira prioridade do PACTI, e assim estabelecer comparações relativas ao caso do etanol.

<sup>85</sup> Disponível em: <http://aquarius.mcti.gov.br/app/home/>

**Tabela 5.3 – Quantidade de projetos e valores contratados (R\$ mi) com recursos dos Fundos Setoriais – 2001 a 2013**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2001	878	109	2	-	2	423,5	87,1	0,1	-	0,1
2002	778	214	1	-	1	315,1	61,2	0,8	-	0,8
2003	1.039	169		-	-	219,4	36,9		-	
2004	1.940	493	36	-	36	675,8	190,4	10,4	-	10,4
2005	1.926	474	16	-	16	762,1	217,7	5,0	-	5,0
2006	2.248	655	32	1	31	1.101,1	295,7	19,5	3,6	15,8
2007	4.605	467	100	23	77	1.341,8	189,7	36,1	13,7	22,5
2008	5.145	617	96	4	92	2.029,8	401,7	34,1	0,2	33,9
2009	4.383	472	26	3	23	2.033,0	492,2	25,0	13,1	11,9
2010	5.835	993	138	41	97	2.465,4	742,1	45,8	7,5	38,3
2011	3.249	433	5	4	1	885,8	163,7	0,3	0,3	0,0
2012	1.922	355	1	-	1	1.470,1	142,1	0,0	-	0,0
2013	280	40	2	1	1	983,1	126,6	4,6	1,7	2,9
<b>Acumulado</b>	<b>34.228</b>	<b>5.491</b>	<b>455</b>	<b>77</b>	<b>378</b>	<b>14.706</b>	<b>3.147</b>	<b>182</b>	<b>40</b>	<b>142</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Plataforma Aquarius.

**Legenda:**

- A Total de projetos contratados para todas as áreas dos Fundos Setoriais;
- B Total de projetos contratados para a Linha III do PACTI - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas;
- C Total de projetos contratados no âmbito da área 10 – Biocombustíveis;
- D Total de projetos contratados no âmbito da área 10.1 - Programa C, T&I Etanol;
- E Total de projetos contratados no âmbito da área 10.2 - Programa de Desenvolvimento Tecnológico para o Biodiesel;
- F Valor contratado (R\$ mi) para todas as áreas dos Fundos Setoriais;
- G Valor contratado (R\$ mi) para a Linha III do PACTI - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas;
- H Valor contratado (R\$ mi) no âmbito da área 10 – Biocombustíveis;
- I Valor contratado (R\$ mi) no âmbito da área 10.1 - Programa C, T&I Etanol;
- J Valor contratado (R\$ mi) no âmbito da área 10.2 - Programa de Desenvolvimento Tecnológico para o Biodiesel;

**Tabela 5.4 – Participações relativas no total de projetos e nos valores contratados a partir dos Fundos Setoriais**

	B/A	C/B	D/C	E/C	G/F	H/G	I/H	J/H
2001	12,41	1,83	-	100	20,6	0,12	-	100
2002	27,51	0,47	-	100	19,4	1,26	-	100
2003	16,27	-	-	-	16,8	-	-	-
2004	25,41	7,30	-	100	28,2	5,44	-	100
2005	24,61	3,38	-	100	28,6	2,31	-	100
2006	29,14	4,89	3,13	96,9	26,9	6,58	18,7	81,3
2007	10,14	21,41	23,00	77,0	14,1	19,04	37,8	62,2
2008	11,99	15,56	4,17	95,8	19,8	8,49	0,5	99,5
2009	10,77	5,51	11,54	88,5	24,2	5,08	52,3	47,7
2010	17,02	13,90	29,71	70,3	30,1	6,17	16,3	83,7
2011	13,33	1,15	80,00	20,0	18,5	0,20	93,8	6,2
2012	18,47	0,28	-	100	9,7	0,01	-	100
2013	14,29	5,00	50,00	50,0	12,9	3,62	37,1	62,9
<b>Acumulado</b>	<b>16,04</b>	<b>8,29</b>	<b>16,92</b>	<b>83,1</b>	<b>21,4</b>	<b>5,77</b>	<b>22,0</b>	<b>78,0</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Plataforma Aquarius.

**Legenda:**

- B/A Participação (%) relativa no total de projetos contratados de B em relação a A;
- C/B Participação (%) relativa no total de projetos contratados de C em relação a B;
- D/C Participação (%) relativa no total de projetos contratados de D em relação a C;
- E/C Participação (%) relativa no total de projetos contratados de E em relação a C;
- G/F Participação (%) relativa no valor contratado em G em relação a F;
- H/G Participação (%) relativa no valor contratado em H em relação a G;
- I/H Participação (%) relativa no valor contratado em I em relação a H;

J/H Participação (%) relativa no valor contratado em J em relação a H.

Adicionalmente, a Tabela 5.4 apresenta as participações relativas (%) das diferentes categorias ali apresentadas. Assim, é possível estabelecer comparações e verificar a evolução do total de projetos e de valores contratados no Programa de Biocombustíveis, tal como a parte que coube ao Programa 10.1 referente ao etanol:

1. Entre 2001 e 2013 foram contratados 455 projetos no âmbito do Programa 10 (Biocombustíveis) e destes, somente 77 se referiram ao caso do etanol, ou seja, somente 16,9% daquele valor. O restante foi direcionado para o Programa 10.2 referente ao biodiesel.
2. De 2005 a 2010 houve um significativo aumento no valor total contratado para biocombustíveis (Programa 10). Mas ao mesmo tempo, apesar de nos anos 2007 e 2009 as contratações no Programa 10.1 referente ao etanol terem ultrapassado R\$ 13 milhões de reais, verifica-se que há uma grande irregularidade nos valores repassados a esse grupo em todo o período.
3. Apesar de os repasses para o Programa referente ao etanol terem iniciado em 2006 com um único caso e depois ter apresentado aumento, ainda que irregular, nota-se que o Programa 10 (Biocombustíveis) sempre respondeu por participações baixas em relação ao total direcionado para a terceira prioridade do PACTI (coluna H/G da Tabela 5.4). A exceção ocorreu em 2007, quando a participação no valor repassado atingiu 19,0%. E no caso do Programa do etanol, as maiores participações nos valores recebidos frente àqueles direcionados ao Programa de Biodiesel ocorreram em 2009 e 2011, respondendo, respectivamente, por 52,3% e 93,8% do total direcionado ao Programa de Biocombustíveis. Mas isso somente ocorreu em 2011 porque o valor absoluto repassado foi de somente R\$ 300 mil – valor bem inferior ao visto em outros anos e demonstrando uma mudança no direcionamento dos repasses a partir de 2010, o que também pode ser resultado da desaceleração econômica que marcou fortemente o segmento nesse período.
4. Entre 2006 e 2013 o Programa para o etanol recebeu R\$ 40 milhões, valor bem inferior aos R\$ 142 milhões recebidos pelo Programa do Biodiesel e aos R\$ 3,1 bilhões geridos pela terceira prioridade do PACTI. Entre 2001 e 2013 o Programa de Biocombustíveis respondeu por 5,7% do total contratado no âmbito da terceira prioridade do PACTI, e esse valor foi repartido entre os 22% para Programa de Etanol e os 78% para Programa de Biodiesel, o que demonstra que o etanol acabou sendo menos privilegiado ao longo de todo período frente às diretrizes que priorizaram o caso do biodiesel.
5. Tanto os dados referentes ao total de projetos e aos valores contratados (absolutos e relativos) mostram que o Programa de Etanol teve um breve destaque em 2007 e 2009. Interessante notar que em 2010 houve contratação de 41 projetos contra somente 3 em 2009 quando foram repassados R\$ 13,1 milhões. Em 2010 esse valor caiu para quase metade (R\$ 7,5 milhões). Assim, nota-se que houve uma forte concentração no repasse dos recursos em 2009 e maior pulverização em 2010.



Essas oscilações entre o total de projetos podem ser explicadas a partir das unidades orçamentárias que realizaram o repasse (Tabela 5.5), tal como pelo tipo de instrumento que foi utilizado (Tabela 5.6). Dos 77 projetos contratados entre 2001 e 2013, somente 6 tiveram origem orçamentária na FINEP, 5 dos quais contratados por meio de Encomenda em resposta a demandas específicas apresentadas pela FINEP, diferentemente dos casos de Chamada Pública em que foram apresentados pelos interessados.

**Tabela 5.5 – Projetos e valores contratados para o programa do etanol conforme unidade orçamentária**

Unidade orçamentária	Total de projetos	Valor médio (R\$ mil)	Valor contratado (R\$ em milhões)
CNPQ	71	288,8	20,5
FINEP	6	3.252,5	19,5
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>3.541,3</b>	<b>40,0</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Plataforma Aquarius.

**Tabela 5.6 – Projetos e valores contratados para o programa do etanol conforme tipo de instrumento adotado**

Tipo de instrumento	Total de projetos	Valor médio (em milhares de R\$)	Valor contratado (em milhões de R\$)
Chamada Pública	72	294,5	21,2
Encomenda	5	3.763,4	18,8
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>4.057,9</b>	<b>40,0</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Plataforma Aquarius.

**Tabela 5.7 – Projetos e valores contratados para o programa do etanol via Encomenda**

Nome do projeto	Início	Coordenador	Instituição proponente	Valor contratado
Produção de etanol por hidrólise enzimática da biomassa da cana-de-açúcar	31/01/2006	Rogério Cezar de Cerqueira Leite	Fundação de Desenvolvimento da UNICAMP	3.629.932,80
Escalonamento da produção de enzimas celulolíticas e acessórias e sua utilização na hidrólise da biomassa da cana e outras biomassas pré-tratadas	24/11/2009	Elba Pinto da Silva Bon	Fundação COPPETEC - UFRJ	9.924.410,12
Desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar para o Rio Grande do Sul - foco na produção de álcool	08/09/2009	Sergio Delmar dos Anjos e Silva	Fundação Edmundo Gastal - FAPEG (conveniada da EMBRAPA)	2.461.247,41
Estudo de Viabilidade de Produção de Biocombustíveis na Guiné-Bissau	08/04/2010	Cesar Cunha Campos	Fundação Getúlio Vargas - RJ	1.099.650,00
Produção de Biofertilizantes Orgânicos e Organominerais a partir dos Resíduos Sólidos do Setor Sucroenergético	14/08/2013	Moacir Rossi Forim	Fundação de Apoio Institucional - FAI (UFSCAR)	1.701.659,00
<b>Total</b>				<b>18.816.899,33</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Plataforma Aquarius.

Como se observa na tabela acima, os cinco projetos financiados pela FINEP via Encomenda correspondem àqueles com os maiores valores individuais, somando juntos R\$ 18,8 milhões, ou 47% do valor total repassado no âmbito do Programa 10.1 referente ao etanol. Assim, existiu uma forte concentração no repasse, sugerindo que a FINEP buscou parceiros específicos para que fossem atendidas suas demandas/diretrizes. Adicionalmente, somente dois dos projetos acima apontados possuem relação com o etanol de segunda geração. As informações da Tabela 5.8

permitem uma comparação com aqueles referentes a todos os outros projetos que contemplam o Programa 10.1 para o etanol, levando em conta que a seleção dos projetos considerou todos os casos que apresentavam em seu título alguma relação com o etanol de segunda geração e/ou tecnologias voltadas ao uso da biomassa para produção de etanol.

**Tabela 5.8 – Projetos e valores contratados para o programa do etanol – casos referentes ao etanol de segunda geração.**

	Área 10.1 - Programa de C, T & I para o etanol		Casos relacionados ao etanol de segunda geração na Área 10.1		C/A	D/B
	Total de projetos (A)	Valor contratado (R\$ milhões) (B)	Total de projetos (C)	Valor contratado (R\$ milhões) (D)		
2006	1	3,63	1	3,63	100	100
2007	23	13,65	8	6,26	34,8	45,8
2008	4	0,17	2	0,08	50,0	48,2
2009	3	13,08	1	9,92	33,3	75,9
2010	41	7,49	16	4,40	39,0	58,7
2011	4	0,30	1	0,08	25,0	26,2
2012	-	-	-	-	-	-
2013	1	1,70	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>40,02</b>	<b>29</b>	<b>24,37</b>	<b>37,7</b>	<b>60,9</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Plataforma Aquarius.

Verifica-se que 29 entre os 77 projetos contemplados no Programa do Etanol entre 2006 e 2013 se referem ao processo de produção ou de pesquisas relacionadas à biomassa para produção do etanol celulósico. E dos R\$ 40 milhões financiados, R\$ 24,3 milhões (ou 60,9%) se destinaram aos projetos de etanol de segunda geração. Interessante registrar que apesar de os valores relativos destinados ao Programa do Etanol serem bem inferiores àqueles que foram para o Programa de Biodiesel, os dois projetos voltados ao etanol de segunda geração respondem pelos maiores valores individuais entre os 5 projetos contratados por meio de Encomenda pela FINEP.

Na tabela 5.9 são apresentados os 29 projetos relacionados ao etanol de segunda geração, financiados entre 2006 e 2013, entre os quais 7 responderam por valores individuais superiores a R\$ 1 milhão, correspondendo a 87,3% do valor total contratado.

**Tabela 5.9 – Projetos e valores contratados referentes ao etanol celulósico**

	Nome do projeto	Início	Data de fim	Valor contratado
1	Produção de etanol por hidrólise enzimática da biomassa da cana-de-açúcar	31/01/2006	31/03/2010	3.629.932,80
2	Produção de bioetanol a partir de biomassas residuais da indústria de celulose	10/12/2007	09/12/2010	1.368.864,64
3	Produção de etanol de 2ª geração da biomassa da cana-de-açúcar em escala piloto: pré-tratamento, produção de enzimas, hidrólise enzimática e fermentação alcoólica	10/12/2007	09/12/2010	1.338.564,96
4	Aproveitamento do pedúnculo do caju na produção de biocombustível (bioetanol)	10/12/2007	09/12/2010	301.166,71
5	Bioetanol: desenvolvimento de leveduras industriais brasileiras para fermentação eficiente dos açúcares presentes na biomassa	10/12/2007	09/12/2010	1.054.560,02
6	Seleção e caracterização molecular de leveduras adaptadas a condições de alto etanol em fermentadores industriais	10/12/2007	09/12/2010	1.139.869,06
7	Produção de etanol por hidrólise enzimática do bagaço e da palha da cana-de-açúcar	10/12/2007	09/12/2010	934.410,79
8	Sacarificação enzimática de biomassa lignocelulósica em meio supercrítico para produção de etanol	24/12/2007	23/12/2009	80.000,00
9	Análise de características de interesse para a produção de etanol de isolados de diferentes cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26/12/2007	25/12/2009	40.000,00
10	Obtenção de xilose purificada a partir de hidrolisado de bagaço de cana através do uso combinado de processos de separação visando a obtenção de etanol	07/01/2008	06/01/2010	40.000,00
11	Produção de etanol e glicose cristalina a partir da hidrólise enzimática de biomassa de jaticaba ( <i>Myrciaria jaticaba</i> e <i>Myrciaria cauliflora</i> Berg)	21/01/2008	20/01/2010	40.000,00
12	Escalonamento da produção de enzimas celulolíticas e acessórias e sua utilização na hidrólise da biomassa da cana e outras biomassas pré-tratadas	24/11/2009	24/11/2012	9.924.410,12
13	Hidrólise de resíduos lignocelulósicos do processamento da cana-de-açúcar e da indústria têxtil para a produção de bioetanol de segunda geração.	13/08/2010	12/08/2012	80.880,00
14	Biodegradação da celulose, hemicelulose e lignina presentes no farelo de cacau visando à formação de açúcares para a produção de Etanol.	13/08/2010	12/08/2012	58.732,26
15	Produção de enzimas celulolíticas para hidrólise de biomassa vegetal	13/08/2010	12/08/2012	34.182,64
16	Produção de bioetanol a partir de biomassas vegetais usadas ou avaliadas pela cadeia produtiva do biodiesel	13/08/2010	12/08/2012	66.169,79
17	Caracterização de leveduras para aplicação na produção de etanol de segunda geração	13/08/2010	12/08/2012	126.795,28
18	Desenvolvimento de bioprocessos para produção de bioetanol utilizando resíduos agro-industriais	13/08/2010	12/08/2012	132.892,00
19	Produção de etanol pelo uso de complexo enzimático misto de <i>Aspergillus niger</i> e cepas selecionadas do ecossistema do cerrado	13/08/2010	12/08/2012	125.672,00
20	Aplicação de CO <sub>2</sub> supercrítico no pré-tratamento e na hidrólise enzimática de materiais lignocelulósicos	24/08/2010	23/08/2012	149.342,00
21	Produção de etanol em cepas de leveduras com maior atividade da enzima H <sup>+</sup> -ATPase de membrana citoplasmática em células de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	24/08/2010	23/08/2012	64.380,00
22	Produção de etanol com leveduras floculantes em reatores do tipo torre	24/08/2010	23/08/2012	116.512,00
23	Catalisadores alternativos para hidrólise da celulose	26/08/2010	25/08/2012	16.460,00
24	Produção, purificação e caracterização molecular e estrutural das enzimas do complexo celulolítico de fungos visando desenvolvimento de coquetéis enzimáticos para produção de etanol celulósico	08/10/2010	07/10/2012	105.560,00
25	Efeito da morfologia e da microestrutura do bagaço de cana de açúcar na bioconversão enzimática em etanol celulósico através de técnicas microscópicas ópticas de altíssima resolução	08/10/2010	07/10/2012	86.720,00
26	Produção e uso de hidrolases para etanol de segunda geração	19/11/2010	18/11/2012	89.328,00
27	Integração e otimização da produção de etanol de primeira e segunda geração para a eficiente produção de álcool combustível no Brasil	01/12/2010	30/11/2011	320.554,00
28	Integração da biologia e engenharia para a produção eficiente e econômica de etanol de segunda geração	23/12/2010	22/12/2014	2.822.457,38
29	Bioprospeção de enzimas lignocelulolíticas a partir de uma biblioteca metagenômica e de actinomicetos endofíticos para aplicações no processo de produção de bioetanol	14/01/2011	13/01/2013	79.150,00
	<b>Total</b>			<b>24.367.566,45</b>
	<b>Participação (%) no total contratado na categoria 10.1</b>			<b>60,89</b>

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Plataforma Aquarius.

Uma crítica recorrente aos valores repassados pelos Fundos Setoriais é que não existe um fundo específico para o etanol, o que reforça a avaliação de que o etanol não tem sido priorizado tal como ocorre com outros setores, como é o caso do petróleo. Assim, ainda que haja um programa dentro do PACTI voltado aos biocombustíveis, seu foco principal ao longo de toda sua existência recaiu sobre o biodiesel, destinando recursos relativamente menores ao segmento do etanol.

Por fim, cabe mencionar o Edital MCTI/CNPq nº 39 de 2007 (com recursos do CT-Agronegócio e do CT-Biotecnologia) voltado para “Tecnologias de Vanguarda para a Produção de Etanol e Biodiesel”. Entre as justificativas apresentadas no edital, constava a de que o Brasil precisava realizar maiores investimentos em áreas estratégicas da bioenergia, com destaque ao caso das tecnologias voltadas para a produção em larga escala de etanol de segunda geração. Assim, objetivava-se apoiar

projetos de pesquisa em dois grandes eixos temáticos<sup>86</sup>, que contribuíssem para manter e ampliar a competitividade nacional e internacional do Brasil em bioenergia, com ênfase em biocombustíveis.

O edital contratou um total de R\$ 28,3 milhões, distribuídos entre 46 projetos – 22 referentes ao biodiesel e 24 ao etanol, sendo que 7 deles se referem ao etanol de 2ª geração. No entanto, nesse valor estão incluídos 16 projetos que já apareceram na Plataforma Aquarius, no âmbito das contratações dos Fundos Setoriais, os quais totalizam R\$ 12,7 milhões ou 45% do total de R\$ 28,3 milhões. Além disso, dos 7 projetos referentes ao etanol de 2ª geração, 5 deles fazem parte daqueles que apareceram repetidamente<sup>87</sup>. Observa-se que além das sobreposições indicadas nos resultados desse edital, os casos adicionais referentes ao etanol de segunda geração foram poucos e juntos responderam por R\$ 1,1 milhão.

A partir dessas informações pode-se argumentar que a parcela direcionada ao etanol de primeira e segunda geração no âmbito dos Fundos Setoriais foi proporcionalmente menor àquela repassada aos projetos referentes ao biodiesel, área que ganhou mais destaque e prioridade no contexto das políticas de promoção dos biocombustíveis. É essencial registrar a importância dos recursos repassados aos projetos referentes ao etanol, embora as estatísticas indiquem que ele não foi uma prioridade entre as opções e diante dos valores que se dispunha.

#### 5.2.2.3 CTBE

O Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) foi estabelecido em Campinas/SP, no campus do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) que é uma instituição sem fins lucrativos e possui um contrato de gestão com o MCTI, viabilizando seu funcionamento e de outros três laboratórios localizados no mesmo campus. O CTBE teve suas instalações inauguradas em 2010 mas seu início ocorreu, efetivamente, a partir de 2007 com a apresentação dos resultados do estudo preparado pelo CGEE (2009) e que foram aceitos e ‘defendidos’ pelo ministro do MCTI na época, Sérgio Rezende.

---

<sup>86</sup> Os dois eixos temáticos foram assim definidos: Eixo Temático 1: Avanços Científicos, Tecnologias de Vanguarda e Tecnologias com Inovações Radicais para a Produção de Etanol; e, Eixo Temático 2: Avanços Científicos e Tecnológicos para a Cadeia de Produção de Matéria-Prima e Industrialização do Biodiesel.

<sup>87</sup> Uma possível explicação para essa repetição de projetos pode ser explicada pela submissão paralela a chamadas diferentes, o que não significa necessariamente dupla contratação dos mesmos projetos.

A missão do CTBE é “contribuir para o avanço do conhecimento científico e tecnológico na produção, uso e conversão de biomassas em energia e materiais, por meio de pesquisa, desenvolvimento, inovação e capacitação de pessoal”<sup>88</sup>. Nota-se que o Centro expandiu suas preocupações para incorporar a biomassa e outros materiais para geração de energia, em conjunto com a cana-de-açúcar. Inicialmente o etanol de cana-de-açúcar aparecia explicitado em sua missão (PAULA, FUCK e DALCIN, 2012), o que foi alterado para abarcar biomassas em geral.

O estudo de prospecção encomendado ao CGEE (CGEE, 2009) foi coordenado pelo físico Rogério Cerqueira Leite, cujos resultados indicaram que o Brasil possuía condições de exportar etanol para suprir entre 5% e 10% da demanda desse biocombustível num prazo de 20 anos. Essa afirmação levava à constatação de que era necessário fortalecer a pesquisa e desenvolvimento em etanol de modo a propiciar ao Brasil a condição de exportador competitivo de biocombustíveis. Assim, sua missão primária era assegurar ao Brasil a liderança na produção sustentável de etanol de cana-de-açúcar tendo em vista o estado da arte em P&D&I (FURTADO, SCANDIFFIO e CORTEZ, 2011; CNPEM, 2011).

Atualmente o CTBE conta com 216 profissionais, sendo que são 37 pesquisadores, 76 engenheiros e técnicos, 75 bolsistas de pós e graduação, 11 consultores científicos e 17 estagiários. O laboratório é um espaço que hospeda pesquisas conjuntas, atraindo dessa forma a comunidade científica ao oferecer uma infraestrutura avançada para realização de pesquisas de conversão da biomassa em energia e biocombustíveis. Por isso o CTBE informa que prioriza a pesquisa, desenvolvimento e inovação na fronteira do conhecimento nessa área. Os pesquisadores e empresas interessados em utilizar a infraestrutura do CTBE precisam apresentar propostas formalizadas, procurando destacar o uso das matérias-primas de interesse do CTBE.

Para isso o laboratório conta com 7.900 m<sup>2</sup> de infraestrutura física, com espaço para abrigar adicionalmente até 80 pesquisadores visitantes. A planta piloto é utilizada especialmente para pesquisas de hidrólise, avaliação de processos de mecanização para corte da cana sem queima, do impacto de novas tecnologias para sustentabilidade, pesquisas em agricultura básica. Além disso, uma biorrefinaria para avaliação de novas tecnologias complementa os ativos e as competências do CTBE (FURTADO, SCANDIFFIO e CORTEZ, 2011).

---

<sup>88</sup> Disponível em: <http://ctbe.cnpem.br/o-ctbe/missao-e-visao/>. Consultado em 15/08/2014.

O CTBE tem uma característica importante por ser o principal instituto voltado à pesquisa de biocombustíveis de segunda geração no país e que se mantém com recursos federais, resultado de uma demanda que resultou na construção de uma política pública. O foco do Centro são as pesquisas em hidrólise enzimática para produção de etanol, além das pesquisas sobre mecanização de baixo impacto no solo para a redução de custos relacionados à colheita e plantio (SOUZA, 2013). O estabelecimento de parcerias constitui uma parte fundamental e estratégica do trabalho de pesquisa realizada no âmbito do CTBE, enquanto a agenda científica de cultivo e processamento da cana-de-açúcar é parte importante das preocupações do laboratório. Seus objetivos estão estruturados em três eixos: 1. Instalações abertas a usuários externos; 2. P&D *in house* (nacionalmente); 3. Apoio à inovação na interação com a agricultura, indústria e serviços (AIS); e, 4. Treinamento, educação e extensão. (CNPEM, 2013).

O orçamento do CTBE é prioritariamente público, com recursos federais, podendo ser incrementado com recursos de terceiros em parcerias com o laboratório, tal como também por meio de instituições de pesquisa e fomento por meio de projetos conjuntos. Até 2013 foram disponibilizados recursos para o CTBE que totalizaram R\$ 136,6 milhões, a partir das seguintes fontes: MCTI com R\$ 107 milhões; BNDES com R\$ 24 milhões; CNPq com 642 mil; FAPESP com R\$ 5 milhões (SOUZA, 2013, p.106). O orçamento anual executado (via repasse do MCTI) de 2013 totalizou R\$ 22,3 milhões e no primeiro semestre de 2014 foi de R\$ 7,4 milhões<sup>89</sup>. Esses valores representam respectivamente 22,2% e 19% do orçamento anual executado pelo CNPEM.

No que se refere a recursos adicionais obtidos por meio de parcerias, vale registrar o financiamento não-reembolsável concedido pelo BNDES por meio de seu programa PAISS<sup>90</sup> ao CTBE no valor de R\$ 21,9 milhões em março de 2014. Os recursos correspondem a 90% do total necessário para realização de um projeto de pesquisa a respeito da conversão de biomassa da cana-de-açúcar. Os outros 10% restantes são de responsabilidade de duas empresas (Dow Brasil Sudeste Industrial Ltda e DSM South America Ltda) que participam conjuntamente na pesquisa<sup>91</sup>. Outra

---

<sup>89</sup> Informações disponíveis em: <http://www.cnpem.br/aceso-informacao/institucional/orcamento/>. Consultado em 25/08/2014.

<sup>90</sup> Trata-se do Plano Conjunto BNDES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico que será discutido posteriormente quando da apresentação da atuação do BNDES.

<sup>91</sup> Informações disponíveis em: <http://www.cnpem.br/blog/2014/03/18/bndes-apoia-com-projeto-de-desenvolvimento-de-tecnologia-para-etanol/>. Consultado em 25/08/2014.

iniciativa conjunta do CTBE foi firmada com a empresa Rhodia, do grupo Solvay, para o desenvolvimento de rotas e processos químicos de moléculas de alto valor agregado utilizando a biomassa da cana-de-açúcar. O projeto também teve financiamento de R\$ 7 milhões, aprovado pelo BNDES em abril de 2014, e que será repassado ao longo de 3 anos<sup>92</sup>.

Apesar de recente, a atuação do CTBE tem se mostrado como uma via potencial para favorecer o desenvolvimento tecnológico na área do etanol celulósico. É importante frisar que suas ações têm um significado importante para o segmento sucroalcooleiro por serem coordenadas por meio de uma política pública federal. Existem muitas expectativas positivas em relação aos resultados futuros que o CTBE pode gerar, favorecendo o país nos desafios da fronteira tecnológica da produção de biocombustíveis celulósicos. Mas para isso, far-se-á necessária uma ampliação de interesses e recursos voltados a esse objetivo.

#### 5.2.2.4 INPE

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais é um órgão autônomo subordinado ao MCTI, criado em 1961 com a denominação de Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE). Em 1971 foi subordinado ao CNPq e em 1985 passou a se subordinar ao MCTI, vindo a ser um agente importante das diretrizes de ciência e tecnologia do novo ministério. Dentre os objetivos estratégicos do INPE consta o interesse em “ampliar e consolidar competências em previsão de tempo e clima em mudanças ambientais globais”. Nesse contexto, as preocupações e o mapeamento da expansão do plantio de cana-de-açúcar e sua relação com as mudanças climáticas passou a ser parte das atividades do INPE. Dentre os trabalhos desenvolvidos pelo INPE atualmente, podem ser citados aqueles referentes à engenharia e dados de satélites, o monitoramento da Amazônia e da Mata Atlântica, o acompanhamento de queimadas e incêndios, o acompanhamento do clima e da meteorologia, a participação no Projeto Antártico Brasileiro e o acompanhamento das plantações de cana-de-açúcar no Brasil por meio do Canasat que é um instrumento criado no INPE especialmente para esse propósito.

---

<sup>92</sup> Informações disponíveis em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios.rhodia-e-ctbe-produzira-quimica-de-biomassa-de-cana,110526e>. Consultado em 25/08/2014.

O Canasat é um importante mecanismo de monitoramento por imagens de satélite, fundamental por oferecer uma base de dados de identificação e acompanhamento de tendências e de indicadores de sustentabilidade econômicos, ambientais e sociais. Assim, é possível acompanhar a expansão das áreas produtivas e a forma como ela ocorre, inclusive vendo se há substituição de culturas e também desmatamento e queimadas. O Canasat permite o monitoramento anual do cultivo de cana-de-açúcar na região centro-sul (Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo) desde 2003, e no Espírito Santo e Rio de Janeiro a partir de 2010. Assim, tornou-se possível mapear e estabelecer previsões sobre áreas cultivadas, monitorar a prática de colheita, a forma de conversão e uso da terra e séries temporais sobre o uso da terra (RUDORFF, 2012).

O INPE também tem exercido papel importante na condução das discussões sobre mudanças climáticas e no âmbito da participação do Brasil no Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC)<sup>93</sup>. Além disso, o INPE vem desenvolvendo estudos importantes ao longo dos últimos anos sobre a expansão das plantações de cana-de-açúcar no Brasil, utilizando-se da interpretação visual e do processamento digital de imagens<sup>94</sup>. Nesse sentido, é importante destacar a importância do trabalho do INPE ao suprir os gestores de informações relevantes sobre o avanço das plantações de cana-de-açúcar, tal como a forma de colheita e a prática de queimadas.

Recentemente o INPE estabeleceu uma parceria com a *Boeing Research & Technology* com o objetivo de mapear culturas energéticas e identificar áreas potenciais para a sua expansão sustentável, na qual o INPE fará uso de *know-how* obtido com o Canasat<sup>95</sup>. O trabalho do INPE nessa temática tem sido, inclusive, objeto de premiação. O método STARS (*Spectral-Temporal Analysis by Response Surface*) desenvolvido pela equipe do INPE recebeu o 1º lugar no Prêmio TOP Etanol<sup>96</sup> em 2014, o que demonstra que o segmento sucroalcooleiro tem se beneficiado dos trabalhos desenvolvidos pelo INPE.

---

<sup>93</sup> Inpe sedia encontro sobre energia renovável em 2009. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=1727](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=1727). Consultado em 27/08/2014.

<sup>94</sup> Informações disponíveis em: <http://www.ecodebate.com.br/2010/04/29/estudo-feito-no-inpe-indica-expansao-da-cana-de-acucar-no-estado-de-sao-paulo/>. Consultado em 27/08/2014.

<sup>95</sup> Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=3490](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3490). Consultado em 27/08/2014.

<sup>96</sup> O prêmio é promovido por empresas da cadeia sucroalcooleira por meio do Projeto Agora. Maiores informações podem ser obtidas aqui: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=3614](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3614). Consultado em 27/08/2014.



Ainda que o trabalho do INPE não esteja diretamente associado à produção do etanol de segunda geração, é importante registrar que esse tipo de contribuição é essencial para o sucesso do segmento em toda a sua cadeia produtiva, pois esses mapeamentos contribuem tanto para o segmento orientar suas ações, como para os gestores públicos terem informações sobre a dimensão e direção das possíveis alterações que estejam acontecendo no campo.

### 5.2.3 Ministério da Educação (MEC)

O Ministério da Educação (MEC) existe desde a década de 1930 e tem como foco atuar na política nacional de educação, incluindo a avaliação, regulação e supervisão do ensino, pesquisa e extensão de educação superior através de 58 universidades federais. As universidades federais são o elo com o governo federal, via MEC, no que se refere ao ensino, pesquisa e extensão que são realizados com recursos federais que, porventura, estejam voltados ao segmento sucroalcooleiro.

As pesquisas e trabalhos científicos relacionados à cana-de-açúcar e ao etanol realizados pelas universidades brasileiras são diversos e não serão detalhados aqui. O intuito de incluir o MEC nessa discussão tem a ver com o fato de que ele também é um braço do governo federal que repassa recursos importantes para pesquisa científica nas universidades federais, sejam eles teóricos ou aplicados, que podem trazer resultados práticos para a competitividade do segmento. No que se refere ao ensino superior, cabe mencionar o caso da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), instituição ligada ao MEC, que desempenha papel central no repasse de recursos para projetos de pesquisas e bolsas no âmbito de programas de pós-graduação no Brasil<sup>97</sup>, contribuindo significativamente para os avanços dos conhecimentos aplicados em tecnologias que melhoram técnicas de produção de etanol<sup>98</sup>.

---

<sup>97</sup> O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) também repassa recursos para projetos de pesquisas e bolsas em programas de pós-graduação, mas está subordinado ao MCTI. O Edital MCT/CNPq/FNDCT N° 046/2009 voltado à Formação de Recursos Humanos em Etanol e Biodiesel foi o único caso específico de chamada realizada pelo órgão para repassar bolsas e recursos para pesquisas relacionadas ao segmento produtor de etanol.

<sup>98</sup> Um exemplo do reconhecimento da Capes a pesquisas sobre etanol pode ser apresentado por meio do Grande Prêmio Capes de Tese 2011 que premiou o trabalho intitulado “Avaliação e Otimização de Pré-Tratamentos e Hidrólise Enzimática do Bagaço de Cana-de-Açúcar para a Produção de Etanol de Segunda Geração” de Sarita Cândida Rabelo. Isso é um demonstrativo da atuação universitária no desenvolvimento científico que pode afetar positivamente as técnicas produtivas do segmento no futuro.

No âmbito das universidades federais brasileiras destaca-se a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA) formada por pesquisadores, professores, alunos e técnicos daquelas universidades.

### 5.2.3.1 RIDESA

A RIDESA é uma rede de pesquisas voltada ao melhoramento genético da cana-de-açúcar e envolve um total de nove universidades federais (UFPR, UFSCar, UFV, UFRRJ, UFSE, UFAL, UFG, UFMT, UFPI e UFRPE). Criada após a extinção do PLANALSUCAR em 1991, recebeu a sua importante “herança”<sup>99</sup>, dado que o órgão foi responsável pelo desenvolvimento de variedades da cana-de-açúcar adaptadas às condições do clima e solo do país, substituindo variedades antes importadas (ROSARIO, 2008). No início as quatro fazendas que o PLANALSUCAR possuía foram transferidas para as universidades federais de Pernambuco, de Alagoas, do Rio de Janeiro e de São Carlos, as quais incorporam a estrutura física e o pessoal das antigas coordenadorias. Após isso o convênio incorporou outras universidades.

A ênfase das pesquisas continuou a ser a manutenção e continuidade da pesquisa conduzida pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA), anteriormente realizado pelo PLANALSUCAR (FONSECA et al, 2007). Assim, a RIDESA foi criada para assumir a responsabilidade de continuar a melhoria da produtividade das variedades de cana-de-açúcar. Para isso, o trabalho passou a ser desempenhado no formato de rede entre universidades federais, sem dispor de recursos e ações centralizadas a partir do governo federal, como anteriormente. As pesquisas da RIDESA também incluem as áreas de fitopatologia, parasitologia, fitossanidade, irrigação, drenagem e nutrição de plantas, área ambiental e estudos de minimização de impactos de queimas, estudos relacionados a condições de trabalho e transferência de tecnologia (VIEIRA, 2007).

A RIDESA completou 23 anos de existência em 2014, e conta com 31 estações experimentais que já produziram 30 tipos de cultivares. A sigla RB (República do Brasil) identifica as variedades desenvolvida pela PLANALSUCAR e pela RIDESA e chegam a representar de 50% a 70% das áreas com cana-de-açúcar plantada no país (VARRICHIO, 2012; ROSARIO, 2008). Assim, é importante destacar que o trabalho que continuou a ser

---

<sup>99</sup> A RIDESA e o PROCANA (Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar) passaram a ser dois programas fundamentais para a obtenção de melhorias genéticas e manutenção e fornecimento das variedades genéticas pelo país, herdando as estruturas e o pessoal ligados às instituições que deixaram de existir (DANTAS e FIGUEIREDO, 2009; VARRICHIO, 2012).

desenvolvido no âmbito das universidades federais significou a continuidade da propagação e da adoção expressiva das variedades RB (República do Brasil) da RIDESA<sup>100</sup>. Atualmente as variedades RB ocupam, na média, 65% dos canaviais brasileiros<sup>101</sup>, os quais conseguiram atingir um rendimento 40% superior àquele obtido pelas variedades disponibilizadas na década de 1970, demonstrando um bom resultado da atuação da RIDESA no melhoramento genético.

O trabalho da rede funciona a partir de algumas atribuições específicas. As sementes são produzidas pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), que possui um banco de germoplasma desde 1966, e a partir de lá as demais universidades recebem as sementes, e produzem plântulas (genótipos) que serão estudadas no campo e avaliadas conjuntamente na rede para definir as melhores ‘apostas’, o que pode resultar no lançamento de uma nova variedade. Mas esse processo é complexo e custoso, podendo demandar de 10 – 15 anos para o completo desenvolvimento de uma nova variedade e custar mais de R\$ 100 milhões ao longo de todo o processo<sup>102</sup>.

O desenvolvimento de variedades que possam ser mais produtivas no que se refere à biomassa também passou a fazer parte das preocupações da RIDESA. Nesse sentido, a rede tem buscado desenvolver variedades no âmbito do conceito cana-energia, ou seja, clones com alto vigor produtivo, livres de doenças e elevado rendimento de biomassa. Assim, as variedades que possibilitarão aumentar a capacidade de produção de etanol a partir da diminuição da sacarose e aumento das fibras presentes na cana estão em desenvolvimento no âmbito da rede (BARBOSA, 2014).

A RIDESA opera por meio de contratos de licenciamento com empresas (usinas e produtores agrícolas) que utilizam suas variedades de cana-de-açúcar. Nesse sentido, a RIDESA é considerada um caso de parceria público-privada, dado que ela já estabeleceu contratos com mais de 300 empresas produtoras de açúcar, etanol e energia<sup>103</sup>. As principais fontes de financiamento da RIDESA são grupos privados do setor sucroalcooleiro através de contratos de licenciamento, pagando *royalties* à

---

<sup>100</sup> Informações disponíveis em: <http://www.ridesa.agro.ufg.br/pages/38059-historico>. Consultado em 14/09/2014.

<sup>101</sup> O vice-líder de mercado é o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), com 33,8% de participação. Informações disponíveis na reportagem do Jornal Valor Econômico de 29/05/2014. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/3568132/variedades-de-cana-da-ridesa-lideram-canaviais-no-brasil>.

<sup>102</sup> Informações disponibilizadas pela RIDESA: <http://www.ridesa.agro.ufg.br/pages/38084-melhoramento-genetico>. Consultado em 15/09/2014.

<sup>103</sup> Informações disponíveis em: <http://www.ridesa.agro.ufg.br/pages/38085-parcerias>. Consultado em 15/09/2014.

RIDESA por hectare plantado<sup>104</sup>. Outra fonte são os projetos de pesquisa submetidos e financiados por agências de fomento como a FINEP, Fapesp, BNB e Fundações Estaduais de Pesquisa (FAPs); além de parcerias, por exemplo, com a Embrapa (ROSARIO, 2008; VIEIRA, 2007).

As pesquisas conduzidas pela RIDESA acabam por ter um custo relativo menor porque a infraestrutura e o pessoal são agora mantidos com recursos financeiros repassados pelo MEC às universidades. Caso tivessem que ser financiadas integralmente com recursos obtidos por meio de parcerias com o setor privado e ou projetos de pesquisas submetidos a agências de fomento, tais pesquisas não ocorreriam tão facilmente no âmbito das universidades federais. Assim, apesar de o MEC não direcionar recursos explícita e diretamente à RIDESA, o fato de a rede dispor das estruturas físicas e dos salários pagos aos professores e técnicos contribui para a manutenção das atividades, mas não resolve os desafios futuros associadas aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos para os quais os investimentos são significativos. Além disso, há competição pelos recursos dentro das universidades, especificamente aqueles direcionados à renovação de estruturas físicas. Além disso, parte importante das pesquisas é desenvolvida por estudantes de pós-graduação que dependem de bolsas e quando obtêm oportunidades de trabalho migram para outras instituições, prejudicando o andamento das pesquisas em curso. Assim, a atuação direta do MEC no que se refere a repasse de recursos à RIDESA para uso em pesquisas e compra de equipamentos é inexistente ou longe de ser suficiente, restando à Rede buscar fontes alternativas de recursos e incentivos para a manutenção do trabalho.

#### 5.2.4 Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC)

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) tem um papel central na gestão das políticas federais relacionadas à promoção da indústria, comércio e serviços, e recentemente incorporou, com maior ênfase, a preocupação relacionada às políticas de inovação. Assim, desde a retomada do uso de políticas industriais pelo governo federal a partir de 2003, o tema da inovação passou a receber destaque nas ações do MDIC.

---

<sup>104</sup> A RIDESA repassa as variedades, via de regra, para as usinas as quais estabelecem os contatos diretos com os produtores agrícolas (VIEIRA, 2007).

A estrutura do ministério é composta de quatro secretarias: a. Secretaria de Desenvolvimento da Produção (SDP); b. Secretaria de Comércio Exterior (SECEX); c. Secretaria de Comércio e Serviços (SCS); e, d. Secretaria de Inovação (SI). Duas delas possuem maior relação com os desafios atuais do etanol. De um lado a SECEX é a responsável pela gestão das alíquotas tarifárias e demais ações que afetam o comércio exterior. Ainda que o etanol responda por um fluxo de comércio exterior relativamente baixo, quando comparado a diversas outras *commodities*, a gestão tarifária é um importante instrumento que pode afetar a competitividade do produto. A outra secretaria é a SI que possui um papel central na gestão do Plano Brasil Maior (PBM) lançado pelo governo federal em 2011 para fomentar a indústria. O PBM organiza suas ações a partir de cinco blocos: 1. Sistemas da mecânica, eletroeletrônica e de saúde; 2. Sistemas intensivos em escala; 3. Sistemas intensivos em trabalho; 4. Sistemas do agronegócio; e, 5. Comércio, serviços logísticos e serviços. As energias renováveis estão incluídas no bloco 2, e o etanol está lá, juntamente a outras indústrias com perfis bem diferentes como a indústria de mineração, metalurgia, produtos de higiene pessoal e cosméticos. Um dos grandes problemas das ações de política industrial no Brasil diz respeito à falta de seletividade, considerando muitos setores estratégicos, sem dar o devido enfoque, o que acaba por diluir os seus possíveis efeitos benéficos à competitividade setorial.

O tema da energia renovável aparece no PBM como uma área considerada pelo governo federal estratégica para o desenvolvimento do país. Assim, o Conselho de Energias Renováveis designado pelo PBM dividiu o tema em três grupos: setor sucroenergético, biodiesel, energia eólica e energia solar. A preocupação referente às inovações associadas ao uso da biomassa para produção de energia apareceu entre as diretrizes propostas pelo conselho, mas isso somente foi adiante com a indicação da contratação de um estudo de viabilidade técnica e econômica de tecnologias inovadoras. Esse desdobramento, de certo modo, não afeta o cenário recente de um grande número de estudos relacionados ao tema, inclusive financiados por outros órgãos do governo federal, demonstra uma ação descoordenada no âmbito da política industrial.

Além do próprio MDIC que, em tese, deve conduzir as políticas industriais no Brasil, duas entidades, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX), que possuem relação com o fomento à competitividade do etanol brasileiro, a partir de diretrizes do MDIC, serão discutidas adiante.

#### 5.2.4.1 BNDES

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), empresa pública federal subordinada ao MDIC, sempre desempenhou o papel de principal instituição de financiamento de longo prazo para investimentos no Brasil, desde sua fundação em 1952. Tradicionalmente, o BNDES financiou investimentos em capital fixo (construção de plantas e aquisição de equipamentos) e exportações. No entanto, mais recentemente o BNDES passou a direcionar recursos e dar maior atenção ao financiamento à inovação em empresas no país. Seu planejamento estratégico de 2009/2014 estabeleceu a inovação, o desenvolvimento local/regional e socioambiental como os aspectos mais importantes do fomento econômico que deveriam ser estimulados.

Embora as linhas tradicionais de financiamento realizado pelo banco não sejam tratadas aqui, faz-se necessário resgatar o enfoque direcionado ao segmento sucroalcooleiro nesse mesmo período de reorientação das ações do BNDES. Devido à maior preocupação com as operações com o segmento sucroalcooleiro e de biodiesel, foi criado o Departamento de Biocombustíveis ligado à área de operações industriais do BNDES, as quais passaram a ser analisadas por uma equipe especializada no tema. Além das linhas tradicionais de financiamentos de longo prazo acessadas por empresas do segmento sucroalcooleiro ao longo dos anos, cinco linhas que possuem uma relação direta com o fomento ao segmento sucroalcooleiro foram iniciadas recentemente, e são examinadas a seguir.

##### - Programa de Apoio ao Setor Sucroalcooleiro (PASS)

A primeira linha específica ao segmento sucroalcooleiro foi lançada em 2010 através do Programa de Apoio ao Setor Sucroalcooleiro (PASS), com o objetivo de financiar a estocagem de etanol pelas empresas sucroalcooleiras. Já em 2011 essa linha foi desativada, mas reaberta em 2013 com orçamento de até R\$ 2 bilhões, com vigência até 2015.

##### - Plano de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS)

A segunda linha, lançada em 2011 a partir de uma parceria entre o BNDES e a FINEP é o Plano de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores

Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS), a partir das conclusões obtidas pela equipe do BNDES (NYKO et al, 2010) segundo as quais a melhoria e eficiência na aplicação de recursos voltados à inovação no segmento sucroalcooleiro passava pela necessidade de melhorar a coordenação entre as agências federais de financiamento. Assim, o PAISS surgia como uma ação pioneira no Brasil, financiando atividades de inovação tecnológica no país a partir de um plano de ação conjunta entre BNDES e FINEP. Isso tem um significado importante porque o histórico do BNDES no financiamento à inovação é recente e, em certa medida, competia com a FINEP, dado que o foco desta é o financiamento à inovação e ao desenvolvimento tecnológico, diferentemente do leque de financiamentos do BNDES que tradicionalmente esteve voltado ao capital fixo.

As empresas poderiam enviar suas propostas a partir de 3 linhas com propósitos específicos<sup>105</sup>, as quais destacaram atividades e objetivos diretamente relacionados ao uso e tratamento da biomassa/materiais lignocelulósicos para produção de biocombustível:

- Linha 1: Bioetanol de 2ª Geração;
- Linha 2: Novos produtos de cana-de-açúcar;
- Linha 3: Gaseificação: Tecnologias, equipamentos, processos e catalisadores.

Assim, a partir do enquadramento em uma das linhas, o formato de apoio financeiro a ser repassado pela FINEP e/ou BNDES poderia ser desde o financiamento, até participação acionária (no caso do BNDESPar) e a subvenção econômica (via FINEP ou Funtec-BNDES). Além disso, projetos que envolvessem empresas e alguma instituição científica poderiam ser beneficiados com recursos não-reembolsáveis. Na prática, a empresa indicava os instrumentos que achava adequados, e eles foram avaliados ou alterados a partir da análise conjunta do BNDES e FINEP.

A chamada do BNDES-FINEP recebeu 57 cartas de manifestação de interesse, as quais resultaram em 35 planos de negócios aprovados, ligados a 25 empresas, distribuídos da seguinte forma: 13 projetos para a linha 1; 20 projetos para a linha 2; e, 2 projetos para a linha 3. Essa distribuição ocorreu em 2011, mas em 2013 a carteira conjunta entre BNDES-FINEP havia se alterado para 16, 22 e 1 projetos nas respectivas linhas, conforme mostram Nyko et al (2013).

A proposta inicial era de financiamento conjunto de R\$ 1 bilhão para planos de negócios e fomento a projetos que contemplassem o desenvolvimento, a produção e a

---

<sup>105</sup> Informações obtidas em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Areas\\_de\\_Atualizacao/Inovacao/paiss/](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/paiss/). Consulta em 13/09/2014.

comercialização de novas tecnologias industriais destinadas ao processamento da biomassa oriunda da cana-de-açúcar, entre 2011 e 2014. No entanto, todos os planos de negócios enviados totalizaram R\$ 10 bilhões. No final, foram aprovados R\$ 3,1 bilhões (NYKO et al, 2013). O valor total aprovado foi distribuído em desembolsos ao longo de quatro anos, conforme planejamento indicado na Tabela 5.10. Definiu-se que o BNDES repassaria a maior parte dos recursos no formato de crédito reembolsável, e que somente a FINEP repassaria recursos não-reembolsáveis para empresas (totalizando R\$ 155,3 milhões), que o BNDES repassaria R\$ 331 milhões no formato de participação acionária. Por fim, esperava-se dar um salto importante em relação aos valores repassados ao segmento sucroalcooleiro quando se compara com a posição do portfólio do BNDES e da FINEP em abril de 2010.

**Tabela 5.10 – Distribuição planejada dos repasses aos 35 projetos aprovados no PAISS, 2012-2015 (R\$ mil)**

Instrumento Financeiro	Orçamento Original	2012	2013	2014	2015	Total	Portfólio em abril de 2010
<b>FINEP</b>	<b>500.000</b>	<b>195.121</b>	<b>327.734</b>	<b>405.016</b>	<b>450.555</b>	<b>1.378.426</b>	<b>60.225</b>
Crédito	200.000	129.072	270.184	359.409	425.377	1.184.042	45.000
Subvenção para empresas	200.000	47.438	47.027	38.176	22.639	155.280	15.225
Subvenção para Instituições de C,T&I	100.000	18.611	10.524	7.432	2.539	39.106	
<b>BNDES</b>	<b>500.000</b>	<b>436.024</b>	<b>650.102</b>	<b>513.168</b>	<b>144.202</b>	<b>1.743.496</b>	<b>53.896</b>
Crédito	200.000	404.331	487.432	357.936	124.602	1.374.301	
Participação acionária	200.000	8.282	151.929	151.572	19.600	331.383	45.000
Subvenção para Instituições de C,T&I	100.000	23.411	10.741	3.660		37.812	8.896
<b>Total</b>	<b>1.000.000</b>	<b>631.145</b>	<b>977.836</b>	<b>918.184</b>	<b>594.757</b>	<b>3.121.922</b>	<b>114.121</b>

Fonte: Milanez (2013, slide 11).

O primeiro contrato foi realizado com o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) no valor de R\$ 227 milhões (crédito reembolsável e subvenção para instituições de C, T&I) para ser utilizado no desenvolvimento de tecnologias aplicadas ao uso do bagaço e da palha da cana e para o estabelecimento de uma biorrefinaria. Segundo o BNDES (NYKO et al, 2013), a iniciativa foi bem sucedida, pois em 2010 a carteira conjunta BNDES-FINEP de projetos industriais relacionados ao etanol de segunda geração era de somente R\$ 70 milhões alcançando R\$ 1,5 bilhão em 2013. Estudo realizado pela equipe do BNDES (NYKO et al, 2010) mostrou que os investimentos relacionados às tecnologias de etanol de segunda geração no Brasil eram insignificantes comparados aos realizados nos EUA, e mesmo na União Europeia. Mesmo assim, a avaliação dos resultados do PAISS realizada por Nyko et al (2013) indica que o Brasil conseguiu dar um salto quantitativo e qualitativo no volume de projetos e de



investimentos nessa área a partir de 2011. Além disso, o PAISS teria possibilitado uma ‘inovação’ organizacional no repasse de recursos voltados ao desenvolvimento tecnológico em etanol de segunda geração ao estabelecer uma coordenação das ações entre o BNDES e a FINEP.

**Tabela 5.11 – Situação dos projetos contratados no PAISS pelo BNDES e FINEP (valores em R\$ mi)**

	BNDES			FINEP		
	Contratado (A)	Desembolsado (B)	B/C (%)	Contratado (C)	Desembolsado (D)	D/C (%)
<i>Crédito</i>	845,0	705,0	83,4	1.146,0	207,6	18,1
<i>Participação Acionária</i>	900,0	379,0	42,1	-	-	-
<i>Subvenção</i>	25,0	11,0	44,0	85,3	21,2	24,9
<b>Total</b>	<b>1.770,0</b>	<b>1.095,0</b>	<b>61,9</b>	<b>1.231,3</b>	<b>228,8</b>	<b>18,6</b>

Fonte: Informações repassadas pelo BNDES e FINEP.

Nota: Desembolsos até o mês de novembro/2014.

Para complementar a análise, a Tabela 5.11 apresenta a situação dos valores efetivamente contratados e desembolsados (referente a nov/2014) no âmbito do PAISS. Apesar de os valores totais contratados por ambas as instituições serem próximos daqueles vistos na distribuição planejada, nota-se que há uma discrepância significativa entre os valores contratados e os desembolsados. Ainda que a evolução dos repasses dependa diretamente do andamento dos projetos, tem ocorrido atrasos que afetam o cronograma inicial de repasse. Isso sinaliza que há dificuldades técnicas que as empresas/instituições demandantes estão tendo para cumprir com cronogramas e requisitos definidos nos projetos/contratos. Assim, ainda que o programa seja uma ótima iniciativa para fomentar mais pesquisa, desenvolvimento e inovação em empresas privadas e/ou instituições públicas e privadas, verifica-se que essas dificuldades/atrasos no repasse dos valores tendem a atrasar o encaminhamento dessas pesquisas. Enquanto no BNDES 61,9% do total contratado já foi repassado, na FINEP somente 18,6% dos valores foram repassados<sup>106</sup>. Isso mostra que a realidade tem sido muito mais adversa para o fomento às pesquisas em etanol celulósico no Brasil, ainda que os recursos tenham sido definidos/reservados para tal propósito.

#### - Plano Inova Energia

Em abril de 2013 foi lançado o Plano Inova Energia pelo BNDES em parceria com a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e FINEP. Apesar de estar

<sup>106</sup> O BNDES informou que as diferenças entre os valores contratados e os desembolsados se referem ao próprio cronograma dos projetos.

principalmente voltado ao desenvolvimento de energia elétrica e dispositivos associados, o plano contemplou uma linha para a qual poderiam ser repassados recursos para o desenvolvimento da cadeia de produção de veículos elétricos e híbridos a etanol, que privilegiassem a eficiência energética. Para financiar empresas e instituições científicas no Brasil foram alocados R\$ 3 bilhões, distribuídos entre BNDES e FINEP com R\$ 1,2 bilhão e a ANEEL com R\$ 600 milhões.

#### - Prorenova Industrial

Ainda em 2013 foi lançado pelo BNDES o programa Prorenova Industrial com orçamento de até R\$ 3,5 bilhões. Seu objetivo era estimular a renovação e implantação de novos canaviais no país com o intuito de aumentar a produção de cana-de-açúcar. Dado que a produtividade dos canaviais no Brasil vinha reduzindo devido à idade média já elevada (MILANEZ et al, 2012), o novo programa tentava atacar um problema importante relacionado à produtividade da lavoura de cana-de-açúcar. Assim, o BNDES assegurava condições de financiamento com taxas de juros subsidiadas e prazo de até 6 anos para amortização a produtores de açúcar e etanol que plantassem cana-de-açúcar para processamento industrial.

Concomitantemente, o governo federal aumentou o percentual de etanol na gasolina de 20% para 25% e anunciou a criação de um crédito presumido de Pis/Cofins ao produtor de etanol, zerando a alíquota de R\$ 0,12 por litro desses tributos (MME, 2013).

#### - PAISS Agrícola

Após o término do PAISS, o BNDES lançou em 2014 o Plano de Ação Conjunta PAISS Agrícola também em parceria com a FINEP com orçamento de R\$ 1,48 bilhão, mas que após seleção dos projetos alcançou R\$ 1,9 bilhão. O programa tem o objetivo de “fomentar tanto o desenvolvimento e a produção pioneira de tecnologias agrícolas como a adaptação de sistemas industriais, desde que inseridos nas cadeias produtivas da cana-de-açúcar e/ou de outras culturas energéticas compatíveis, complementares e/ou consorciáveis com o sistema agroindustrial da cana-de-açúcar”<sup>107</sup>.

---

<sup>107</sup> Informações disponíveis em:

[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Areas\\_de\\_Atualizacao/Inovacao/paissagricola.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/paissagricola.html)

O interesse do programa é continuar a estimular a inovação e aprimorar os instrumentos que já foram disponibilizados pelo BNDES e FINEP por meio do PAISS, mas agora com uma perspectiva mais ampla da cadeia produtiva. Assim, as empresas puderam participar da seleção a partir de 5 linhas temáticas:

- **Linha 1:** Novas variedades, sobretudo: aquelas voltadas aos ambientes de produção das regiões de fronteira; mais adequadas à mecanização agrícola; e/ou com maiores quantidades de biomassa e/ou ATR, com ênfase na utilização de melhoramento transgênico;
- **Linha 2:** Máquinas e implementos para plantio e/ou colheita, bem como para coleta de palha e/ou resíduos, com ênfase na ampliação do uso de técnicas de agricultura de precisão;
- **Linha 3:** Sistemas integrados de manejo, planejamento e controle da produção;
- **Linha 4:** Técnicas mais ágeis e eficientes de propagação de mudas e dispositivos biotecnológicos inovadores para o plantio e;
- **Linha 5:** Adaptação de sistemas industriais para culturas energéticas compatíveis, complementares e/ou consorciáveis com o sistema agroindustrial do etanol produzido a partir da cana-de-açúcar.

Importante destacar que diferentemente do PAISS, o PAISS Agrícola não tem foco nas inovações e desenvolvimento do etanol de segunda geração. O PAISS Agrícola é bem mais abrangente no que tange às suas linhas temáticas, indicando uma preocupação em estimular as inovações que afetem toda a cadeia produtiva do segmento. A seleção resultou em 35 planos de negócios aprovados (envolvendo 126 projetos) de 29 empresas. A linha temática 3 foi a mais contemplada em relação ao número de projetos (12 projetos totalizando R\$ 485 milhões)<sup>108</sup> (Tabela 5.12).

**Tabela 5.12 - Resultado Final do PAISS Agrícola**

<b>Linha Temática</b>	<b>No de Planos de Negócios</b>	<b>Valor (R\$ milhões)</b>
Novas variedades	6	298
Máquinas e implementos para plantio e/ou colheita	5	482
Sistemas integrados de manejo, planejamento e controle da produção	12	485
Técnicas mais ágeis e eficientes de propagação de mudas	6	159
Adaptação de sistemas industriais para culturas energéticas compatíveis, complementares e/ou consorciáveis com o sistema agroindustrial do etanol	6	444
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>1.868</b>

Fonte: Informações repassadas pelo BNDES.

<sup>108</sup> Informações disponíveis em: <http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2014/07/paiss-agricola-seleciona-r-1-9-bilhao-em-projetos>. Consultado em 15/09/2014. Desenvolvimento de variedades transgênicas e de sementes artificiais de cana, bem como conceitos totalmente novos de máquinas e equipamentos para plantio e colheita, são exemplos de projetos que receberam indicação de recursos não reembolsáveis (BNDES Funtec e Finep Subvenção).

A atuação do BNDES no fomento ao etanol e, especialmente ao de segunda geração, é recente mas pode ser apontada como uma das ações que envolveram grande volume de recursos financeiros voltados para inovação e desenvolvimento tecnológico. Apesar de direcionar maiores esforços ao tema somente após 2011, é importante frisar que o lançamento e manutenção dessas linhas de financiamento são importantes instrumentos de apoio ao segmento sucroalcooleiro no período pós crise financeira internacional de 2008.

#### 5.3.4.2 APEX

A Agência Brasileira de Promoção das Exportações (Apex-Brasil) foi criada em 2003 e está vinculada ao MDIC por meio de contrato de gestão através do qual repassa cerca de R\$ 400 milhões à entidade. A grande missão da Apex-Brasil é promover empresas brasileiras no exterior, ou seja, seus produtos e serviços, de modo que isso possa se converter em aumento das exportações e atração de investimentos estrangeiros no Brasil. A agência promove diversas ações direcionadas à promoção comercial, tal como participação em feiras internacionais, missões prospectivas e comerciais, rodadas de negócios, etc. para assim fortalecer os negócios do país no exterior.

No que se refere ao etanol, a Apex-Brasil tem desenvolvido atividades de promoção do biocombustível no exterior, com maior destaque nos EUA. Duas ações merecem destaque, sendo a primeira o Projeto Fórmula Indy que surgiu para divulgar o etanol brasileiro naquele país. Assim, desde 2009, a Apex-Brasil tem participado do evento, tentando atrair a atenção da mídia e estabelecendo contato com empresas para dar maior visibilidade ao etanol de cana-de-açúcar. O etanol, inclusive, passou a ser utilizado pelos carros durante as competições. Atualmente, o projeto não está mais focado no etanol e se transformou em uma plataforma maior de negócios, incorporando representações de vários outros segmentos. Assim, o ambiente passou a ser usado para promover encontros e ações de divulgações de produtos de empresas brasileiras, o que, segundo informações da Apex-Brasil, tem contribuído para alavancar somas expressivas de negócios a cada ano.

A segunda atividade importante desenvolvida pela Apex-Brasil para promover o etanol é o 'Projeto Setorial Integrado de Construção do Mercado Mundial de Etanol

de Cana-de-açúcar’ em parceria com a União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA), desde 2008. O projeto visa promover a imagem do etanol brasileiro como energia limpa e renovável no exterior, e assim contribuir para as discussões e o comércio a favor do produto no mercado externo. A atuação conjunta da Apex-Brasil com a UNICA por meio de preparação de estudos, apresentação de seminários e a representação física nos EUA contribuiu para um maior debate crítico sobre os subsídios ao etanol de milho e sobre as barreiras às importações do etanol brasileiro pelos EUA.

Apesar de as discussões específicas ao comércio exterior não serem o foco do trabalho, as atividades desenvolvidas pela Apex-Brasil para estimular o etanol de cana-de-açúcar têm sua importância estratégica no que se refere às tentativas de se moldar o futuro do mercado internacional desse combustível, o que ainda está longe de se tornar realidade, dado que os principais mercados ainda estão restritos aos EUA e ao Brasil.

#### 5.5.1 Ministério de Minas e Energia (MME)

O Ministério de Minas e Energia tem a missão de cuidar dos assuntos relacionados à energia no Brasil, em que se incluem as diferentes fontes de energia e de combustíveis, inclusive o etanol. Em 2004 foi criada a Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis diretamente subordinada ao Ministro, enquanto o Departamento de Combustíveis Renováveis (DCR) está subordinado à essa secretaria. Dentre as atribuições deste está o monitoramento, avaliação das condições de produção e utilização de combustíveis renováveis no Brasil, como também a avaliação de novos combustíveis para inserção na matriz energética, coordenação e implementação de programas relacionados a esses temas.

O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) é vinculado à presidência da República e presidido pelo ministro do MME<sup>109</sup>. Dentre as diversas missões atribuídas ao conselho, a lei nº 9.478/97 estabeleceu que deve “definir a estratégia e a política de desenvolvimento econômico e tecnológico da indústria de petróleo, de gás natural, de outros hidrocarbonetos fluidos e de biocombustíveis, bem como da sua cadeia de suprimento”<sup>110</sup>. Assim, a partir do MME são definidas diretrizes que podem

---

<sup>109</sup> O CNPE é um dos três conselhos/comissões do MME. Os outros dois são o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) e o Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (CGIEE).

<sup>110</sup> A definição da agenda governamental para 2014 por parte do CNPE somente indicava a projeção de crescimento de 9,3% na produção de etanol e de conclusão das obras do segundo trecho do alcoolduto de Ribeirão Preto a Uberaba.

afetar o segmento sucroalcooleiro, como exemplo, o aumento ou redução do percentual de etanol na gasolina, os padrões dos biocombustíveis, etc.

Dentre as medidas definidas pelo MME que afetam o segmento sucroalcooleiro pode ser citada a aprovação da emissão de debêntures, em junho de 2014. A produção de etanol inicialmente não fazia parte do escopo dos projetos de investimento na área de infraestrutura em energia definidos pela Lei no 12.431/2011. Assim, as empresas do segmento passaram a contar com uma fonte adicional de captação de recursos para investimentos por meio de debêntures. Essa medida vem no momento em que o segmento sucroalcooleiro passa por uma série de problemas relacionados ao alto grau de endividamento e projeções pessimistas sobre o futuro do etanol. Assim, a permissão para captação desses recursos permite que eles sejam utilizados na reestruturação de passivos e securitização de recebíveis<sup>111</sup>.

O tema do uso da biomassa aparece nas preocupações do MME, visualizadas em alguns de seus estudos, como é o caso do Plano Nacional de Energia 2030 e no Balanço Energético Nacional divulgado anualmente. Em ambos os casos o uso da biomassa aparece referindo-se ao seu processamento para geração de energia elétrica, inclusive no que se refere à cana-de-açúcar. Assim, o uso da biomassa para produção de etanol de segunda geração não tem aparecido nas preocupações do MME, ou mesmo em projeções sobre o uso desse tipo de combustível no futuro, pois o tema não aparece na agenda do MME<sup>112</sup>.

Algumas autarquias, sociedades de economia mista e empresas públicas estão vinculadas ou subordinadas ao MME na estrutura de governo federal. Dois casos serão discutidos adiante devido à sua relação direta com o mercado de etanol no Brasil. O primeiro se refere à Agência Nacional do Petróleo (ANP), uma autarquia subordinada ao MME e que não lida somente com assuntos relacionados ao petróleo, mas também tem a missão de cuidar de temas associados à padronização e fiscalização aplicada a biocombustíveis e gás natural no Brasil. O segundo caso se refere à atuação da Petrobras na produção de etanol, tal como na realização de pesquisas associadas ao tema. A Petrobras é uma sociedade de economia mista com participação majoritária do Estado.

---

<sup>111</sup> Informações disponíveis em: [http://www.mme.gov.br/mme/noticias/destaque1/Destaque\\_505.html](http://www.mme.gov.br/mme/noticias/destaque1/Destaque_505.html). Consultado em 17/09/2014.

<sup>112</sup> O Plano Decenal de Expansão de Energia 2022 produzido pela Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Estratégico do MME, em 2013, reservou apenas uma dúzia de linhas no relatório para mencionar o caso do etanol celulósico de cana-de-açúcar com uma área de futuro potencial.

### 5.5.1.1 ANP

Uma das entidades que cuidam do marco regulatório do etanol no Brasil é a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A lei nº 9.478 de 1997 criou conjuntamente o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) a qual, a partir de 2005, incorporou o Gás Natural e Biocombustíveis ao seu nome. E o decreto nº 2.455 implementou a ANP como órgão vinculado ao MME. Dentre as funções da ANP relacionadas ao etanol podem ser citadas:

- autorizar e fiscalizar as atividades de produção, estocagem, importação e exportação de etanol e biodiesel;
- autorizar e fiscalizar as operações das empresas que distribuem e revendem derivados de petróleo, álcool e biodiesel;
- estabelecer as especificações técnicas (características físico-químicas) dos derivados de petróleo, gás natural e dos biocombustíveis e realizar permanente monitoramento da qualidade desses produtos nos pontos-de-venda;

Foi com a lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 que se introduziu formalmente os biocombustíveis na matriz energética brasileira, ficando a ANP responsável por sua regulação (BONOMI, 2010b), ou seja, especificar e fiscalizar a qualidade do produto e garantir o abastecimento no mercado interno. Nesse sentido, a ANP é responsável por fazer vigorar leis sobre produção, distribuição e comercialização de etanol no Brasil, incluindo a autorização e fiscalização para produção, transporte, armazenagem e certificação do etanol.

A ANP e o Conselho Interministerial do Açúcar e Álcool (CIMA) são os dois órgãos reguladores do segmento de etanol combustível no Brasil. O primeiro atua regulando e fiscalizando as atividades de produção e abastecimento de etanol<sup>113</sup>, enquanto o segundo é responsável por medidas reguladoras de mercado, tal como o percentual de etanol na gasolina.

---

<sup>113</sup> Casos de adulteração de combustíveis, por exemplo, são fiscalizados e punidos pela ANP. Tal como também cabe a ela autorizar mudanças na industrialização de combustíveis. Em setembro de 2014 a ANP autorizou a Petrobras Distribuidora a comercializar gasolina com 27,5% de etanol anidro para realização de testes de viabilidade técnica, dado que o limite aprovado é de até 25%.

Em 01/04/2009 foi lançada a Resolução ANP nº 5 que estabeleceu que todos os postos de combustíveis deveriam trocar o nome do combustível de álcool para etanol, seguindo assim um padrão internacional e contribuindo para a promoção do etanol<sup>114</sup>.

Em relação ao etanol de segunda geração, a ANP também é responsável pela definição dos padrões, tal como pela emissão de autorizações para produção e comercialização. Assim, é importante registrar que a autorização para o início das atividades da primeira usina apta a produzir etanol celulósico em larga escala no Brasil foi emitida pela ANP em 27/08/2014<sup>115</sup>.

### 5.5.1.2 PETROBRAS

A PETROBRAS é a maior empresa brasileira e a maior responsável pela exploração, refino, comercialização e transporte de derivados de petróleo no Brasil. Além disso, a PETROBRAS atua nas áreas petroquímica, de gás natural, energia elétrica, gás-química e biocombustíveis. Apesar de o petróleo ser o principal negócio da empresa, a PETROBRAS diversificou seus investimentos ao longo do tempo, inclusive direcionando-se para o mercado de biodiesel e de etanol. Ademais, quando existe uma diretriz ou demanda advinda do governo brasileiro no que se refere à atuação da empresa em determinada área, a PETROBRAS direciona investimentos para o segmento em questão, a exemplo dos investimentos da empresa em biodiesel. No caso do etanol, os interesses governamentais foram simultâneos a demandas por diversificação de investimentos. O fato é que devido ao seu tamanho, a PETROBRAS tem uma capacidade de puxar outros investimentos nos segmentos em que atua, inclusive contribuindo para melhorar expectativas e minorar incertezas.

No que se refere à área de biocombustíveis, desde 2008 a PETROBRAS conta com uma subsidiária integral. Assim, a PETROBRAS Biocombustíveis atua tanto na produção de biodiesel como de etanol. Ademais, a empresa também realiza pesquisa e desenvolvimento na área de etanol de segunda geração<sup>116</sup> além de ter uma parceria com

---

<sup>114</sup> <http://www.mme.gov.br/mme/noticias/outras/03.04.2009-2.html>.

<sup>115</sup> Trata-se da Bioflex Agroindustrial, unidade da GranBio, em Alagoas. Informação disponível em: <http://www.novacana.com/n/etanol/2-geracao-celulose/usina-etanol-celulosico-brasil-operar-270814/>. Consultado em 18/09/2014.

<sup>116</sup> Em 2010 a Petrobras estabeleceu um acordo com a empresa Blue Sugars Corporation, localizada em Upton (EUA). Junto com a empresa foram desenvolvidas experiências de produção em uma planta de demonstração para produção de etanol de segunda geração a partir do bagaço de cana. Cerca de 76 mil litros (20 mil galões) chegaram a ser enviados ao Brasil. No mesmo ano a empresa estabeleceu uma



a Universidade Federal do Rio Grande do Norte para pesquisas com microalgas, nesse caso mais direcionada para obtenção de óleos e biodiesel. As atividades de pesquisa e desenvolvimento da PETROBRAS são desenvolvidas a partir do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (CENPES), no Rio de Janeiro<sup>117</sup>.

A PETROBRAS Biocombustíveis ingressou pela primeira vez no mercado de etanol em 2008 quando adquiriu 40% das ações da Total Agroindústria Canavieira S.A. Assim, a empresa passava a contar com participação na usina de Bambuí que na época contava com capacidade de produção de 100 milhões de litros de etanol hidratado por ano<sup>118</sup>. Atualmente, todas as usinas nas quais a PETROBRAS Biocombustíveis tem participação produzem 1,5 bilhão de litros/ano. Dessa forma, a empresa se tornou um dos maiores produtores de etanol no Brasil<sup>119</sup>.

Além disso, além de possuir seu próprio centro de pesquisas, a PETROBRAS possui parcerias para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao etanol a exemplo da estabelecida em 2010 com o INPE para realizar pesquisas com biocombustíveis em baixas temperaturas no âmbito do Programa Antártico Brasileiro<sup>120</sup>. Em agosto de 2014 a empresa anunciou parceria com a Embrapa Pelotas, no Rio Grande do Sul, para o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar adaptadas a climas temperados e resistentes a pragas<sup>121</sup>. Assim, a participação da PETROBRAS no mercado de etanol, conduzindo e apoiando pesquisas relacionadas ao segmento, é de grande relevância, não somente pelos resultados que possam ser obtidos, mas pela capacidade que uma grande empresa como a PETROBRAS possui para destinar recursos, articular e realizar

---

parceria com a empresa dinamarquesa especializada na produção de enzimas Novozymes. Mais informações disponíveis em: <http://www.unica.com.br/noticia/2631908292036406485/acordo-petrobras-novozymes-amplia-pesquisas-com-etanol-celulosico-no-brasil/>. Consultado em 15/09/2014.

<sup>117</sup> Bomtempo (2011) acredita que como as pesquisas situam-se no CENPES e os negócios de biocombustíveis em uma subsidiária (Petrobras Biocombustíveis), isso poderia levar à definição de estratégias não necessariamente convergentes, o que poderia prejudicar os avanços e possíveis intenções mais ousadas nessa área. Disponível em publicação de seu blog: <http://infopetro.wordpress.com/2011/03/14/o-futuro-dos-biocombustiveis-vi-a-estrategia-da-petrobras/>. Consultado em 20/11/2014.

<sup>118</sup> Além de produzir etanol, a usina também produz energia elétrica excedente que é repassada para a rede. Informações disponíveis em: [http://www.mme.gov.br/mme/noticias/lista\\_destaque/destaque\\_0111.html](http://www.mme.gov.br/mme/noticias/lista_destaque/destaque_0111.html). Consultado em 19/09/2014.

<sup>119</sup> Atualmente conta com participação em dez usinas (7 no estado de São Paulo, e 1 em Minas Gerais e outra em Goiás). E indicam que vão investir até US\$ 2,3 bilhões até para obter uma participação de 15% no mercado nacional de etanol até 2018. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/producao-de-biocombustiveis/>. Consultado em 19/09/2014.

<sup>120</sup> Infelizmente a estação brasileira na Antártica foi destruída em um incêndio em 2012. Mais informações em: <http://economia.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2010/01/19/petrobras-vai-pesquisar-uso-de-biocombustiveis-na-antartica.jhtm>. Consultado em 19/09/2014.

<sup>121</sup> <http://ridesa.agro.ufg.br/pages/73066-petrobras-investe-em-pesquisa-para-producao-de-etanol-no-sul-do-brasil>. Consultado em 15/09/2014.

investimentos em pesquisas que possam trazer resultados positivos para todo o segmento. No entanto, as duas parcerias citadas tiveram que ser interrompidas prematuramente<sup>122</sup>. Ainda que seu foco não seja o etanol e que os recursos direcionados a essa área sejam relativamente muito inferiores quando comparados com os investimentos direcionados à exploração de petróleo, sua atuação na produção e pesquisas relacionadas ao etanol (inclusive pesquisas em etanol de segunda geração realizadas no centro de pesquisas da PETROBRAS) não pode ser ignorada a partir da definição de diretrizes voltadas ao etanol que possam vir da esfera do governo federal.

\*

As informações apresentadas anteriormente permitem ver os instrumentos disponíveis e ações realizadas na esfera do governo federal em prol do segmento sucroalcooleiro. Ademais, foi possível verificar a fragmentação, a inexistência de articulação e o restrito uso de ações e instrumentos voltados a esse objetivo. Assim, constata-se que a eficácia tem sido insuficiente frente aos desafios atuais para a sustentação da competitividade do etanol de cana-de-açúcar no Brasil. O próximo item apresenta a sistematização e análise das informações apresentadas, procurando indicar se é possível visualizar a existência de alguma sinalização de que o etanol tem sido considerado um segmento estratégico dentro das diretrizes que moldam as ações e instrumentos adotados a partir do governo federal.

### 5.3 AÇÕES E INSTRUMENTOS FEDERAIS PRÓ-ETANOL: SÍNTESE E ANÁLISE

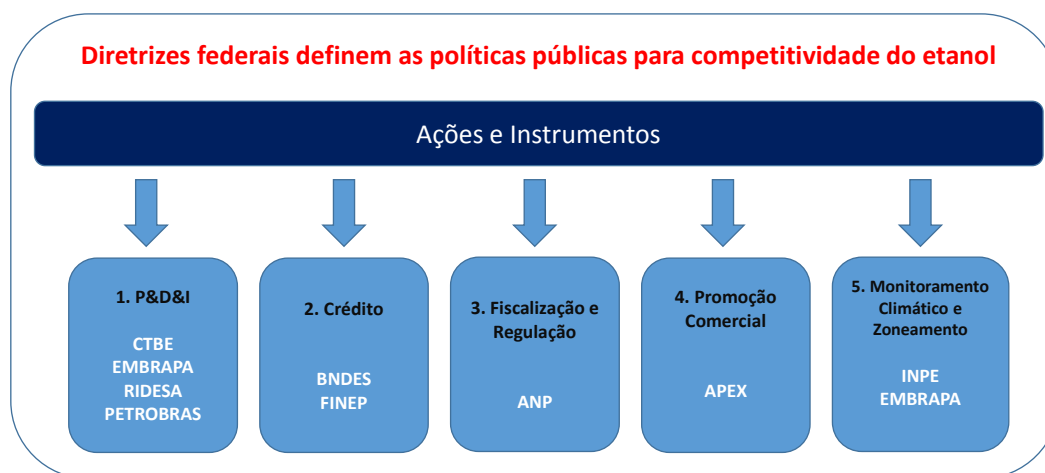
Os instrumentos de políticas públicas e as respectivas ações que tenham como objetivo a competitividade do etanol devem começar a se basear no pressuposto de que o etanol é um segmento estratégico para promoção de desenvolvimento econômico do país, dado seu potencial de catalisar uma dinâmica tecnológica em torno de seu sistema produtivo e inovativo. O recorte do SSPI aqui adotado permite identificar os instrumentos e ações do governo federal e os agentes capazes de promover essa atividade através de estratégias específicas.

Um aspecto central relativo aos agentes subordinados ao governo federal no âmbito do SSPI se refere à sua capacidade de catalisar ações no restante do SSPI. O

---

<sup>122</sup> Primeiro porque a Blue Sugars Corporation teve sua falência decretada em 2013. Segundo devido ao incêndio na estação na Antártica. No entanto, os estudos sobre etanol 2G continuam a ser realizados no CENPES da Petrobras.

papel do governo federal é importante na formação de expectativas e na mitigação de riscos tanto através do apoio a pesquisas estratégicas quanto de incentivos ao segmento. As políticas públicas direcionadas ao fomento do etanol podem contribuir para dinamizar uma atividade econômica baseada em recursos naturais a qual possui condições de impulsionar o desenvolvimento econômico a partir da transformação produtiva e tecnológica. Ou seja, as políticas públicas implementadas por instituições do governo federal podem estimular transbordamentos positivos para além do segmento, beneficiando desde a maior formação de recursos humanos qualificados necessários para atuar nas áreas relacionadas, até maiores investimentos em segmentos fornecedores (máquinas e equipamentos) e usuários (veículos), podendo resultar em externalidades positivas como a redução da dependência de combustíveis fósseis e a promoção do comércio internacional.



**Figura 5.3 – Temática das ações e instrumentos utilizados pró-etanol**  
Fonte: elaboração própria.

A Figura 5.3 sistematiza a ideia de que as diretrizes definidas pelo governo federal se traduzem em ações e instrumentos empreendidos pelos órgãos subordinados ao governo federal atuando em pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I), crédito, fiscalização e regulação, promoção comercial, e monitoramento climático e zoneamento. Embora todas essas áreas sejam importantes, algumas acabaram por se destacar mais. Nesse sentido, cabe resgatar a preocupação desse trabalho em relação às políticas públicas voltadas ao etanol de segunda geração devido às suas condições de catalisar outras ações de cunho científico e tecnológico, contribuindo para o desenvolvimento econômico associado às demandas que essas iniciativas alavancam.

Ministério	Órgãos	Ações/Instrumentos	Breve descrição	Classificação
<b>MAPA</b>				
		CIMA	Pode influenciar na definição da participação do etanol na gasolina;	Instrumento
		Câmara Setorial	Encontros de representantes com muito debate, mas sem deliberações com poder efetivo;	Ação
		ZAECana	Instrumento de zoneamento importante para definição de áreas agrícolas para o segmento;	Instrumento
		SAPCana	Acompanhamento periódico das safras;	Instrumento
		Subvenção	Subsídio voltado a mitigar perdas dos produtores no Nordeste devido à seca.	Instrumento
	<b>Embrapa</b>			
		Criação da Embrapa	Primeiro grande engajamento federal em agroenergia;	Ação
		Agroenergia	Preocupação com o tema da biomassa e realização de pesquisas em etanol de 2ª geração.	Ação
<b>MCTI</b>				
		PACTI	Criação do Programa Etanol no âmbito do PACTI, definindo como uma área estratégica.	Ação
			Os recursos dos fundos são repassados pela FINEP e CNPq, subordinados ao ministério;	
			Há 15 Fundos Setoriais, mas nenhum específico para bioenergia e/ou biocombustíveis;	
			O Programa Etanol, dentro das prioridades do PACTI, recebeu R\$ 40 milhões a partir de alguns dos Fundos Setoriais existentes;	
		Fundos Setoriais	Competição entre Biodiesel e Etanol no âmbito da alocação de recursos na área de biocombustíveis do PACTI;	Instrumento
			Priorização dos projetos relacionados a Biodiesel frente ao Etanol;	
			Forte concentração do repasse de recursos a alguns projetos no Programa Etanol: 5 projetos responderam pela maioria dos recursos; e dois deles se referem ao etanol celulósico.	
	<b>FINEP</b>			
		Planejamento Estratégico	Definição das energias renováveis como área prioritária na política operacional 2011-2014.	Ação
		Financiamento via Subvenção	Foram aprovados 11 projetos referentes ao etanol de segunda geração (R\$ 41,5 mi ou 31,1% do total de R\$ 133,2 milhões repassado a projetos relacionados à cana-de-açúcar, incluindo aproveitamento de resíduos para produção de energia elétrica) entre 2007 e 2010.	Instrumento
	<b>CTBE</b>			
		Foco em etanol 2ª geração	Possui importante papel no desenvolvimento tecnológico do etanol celulósico no Brasil.	Ação
		Parcerias em pesquisas	A sua atuação é baseada em parcerias com o setor privado e público, contemplando projetos promissores relacionados à biomassa e etanol celulósico, mas conta com recursos regulares do MCTI.	Ação
	<b>INPE</b>			
		CANASat	Monitoramento por satélite é um instrumento essencial para o acompanhamento das plantações e mitigação de riscos climáticos.	Instrumento
<b>MEC</b>				
	<b>RIDESA</b>			
		Banco de Germoplasma	Responsável pela gestão das variedades genéticas de cana herdadas do PLANALSUCAR.	Instrumento
		Pesquisas em bioenergia	Início de pesquisas em variedades da cana-de-açúcar voltadas ao tema cana-energia.	Ação
		Obtenção de Recursos Financeiros	Recursos são provenientes de licenciamentos pelo uso das variedades da RIDESA, parcerias, e projetos submetidos a instituições de fomento; Governo federal, via MEC, não repassa recursos exclusivos para a RIDESA, nos moldes do que ocorre com o CTBE, por exemplo; A busca por recursos internamente nas universidades é restrita devido à competição com todas as demais áreas. Assim, é mais um projeto dentre vários.	Ação
<b>MDIC</b>				
		Inserção no Plano Brasil Maior	O etanol aparece no PBM do governo federal, mas disperso no meio de indústrias intensivas em escala. Isso indica que, apesar de sua inclusão, não há qualquer atribuição estratégica ao segmento.	Ação
		Conselho Energias Renováveis	O conselho responsável pelo tema de energias renováveis no âmbito do PBM encomendou um estudo em tecnologias inovadoras (em que se inclui o etanol celulósico) e nada mais.	Ação
	<b>BNDDES</b>			
		Atuando em Inovação	Incorporação do tema inovação à sua rotina operacional, o que, posteriormente, favoreceu o segmento sucroalcooleiro e os investimentos em etanol celulósico, em especial.	Ação
		Operacionalização	Criação do Departamento de Biocombustíveis.	Instrumento
		Linhas de Crédito	5 linhas de crédito relacionadas ao segmento sucroalcooleiro no período recente. E uma delas específica para fomentar o etanol de segunda geração (PAISS); O PAISS significou uma maior coordenação para o repasse de recursos para pesquisa, desenvolvimento e inovação no segmento; A previsão de fundos foi inferior à demanda. Assim, isso indica que existe demanda por recursos para inovação na área.	Instrumento
	<b>APEX</b>			
		Fórmula Indy	Promoção do etanol de cana-de-açúcar e de sua imagem no exterior, e uso de espaço físico nas competições para realização de negócios.	Ação
		Parceria com a UNICA	Promoção do etanol brasileiro e de sua imagem de forma a diferenciar do etanol produzido a partir do milho nos EUA, tal como para eliminar barreiras comerciais e estimular a expansão de seu mercado internacional.	Ação
<b>MME</b>				
		Definições a partir do CNPE	O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) também define diretrizes que afetam o maior ou menor uso de etanol, a partir de estudos sobre a matriz energética nacional.	Ação
		Permissão para Debêntures	Aprovação da emissão de debêntures para sanear dívidas e aumentar investimentos no setor.	Instrumento
		Planejamento sobre o uso da biomassa	Uso da biomassa só aparece em discussões referentes à geração de energia elétrica, sem análises conjuntas sobre o aumento da capacidade de produção de etanol a partir do uso dos	Ação
	<b>ANP</b>			
		Incorporação do etanol às suas atribuições	O etanol foi incorporado às atribuições da ANP em 2005, e agora ela é responsável por aspectos regulatórios e fiscalizatórios na produção e venda do etanol.	Instrumento
		Gestão sobre etanol	A capacidade da ANP de melhorar a organização da produção/venda e padronização do etanol ainda não foi demonstrada no que se refere a minimizar as oscilações no consumo do produto.	Ação
	<b>PETROBRAS</b>			
		Atuação em etanol	Criação da Petrobras Biocombustíveis em 2008. Aumentaram a participação no mercado de etanol, mas o foco inicial esteve mais direcionado para biodiesel, seguindo diretrizes do governo federal. A empresa entrou no segmento por meio de compra de participações em empresas já atuantes no ramo.	Ação / Instrumento
		Etanol Celulósico	Foram realizadas parcerias, mas atualmente elas ocorrem só no centro de pesquisas da empresa; Possui elevada capacidade de investimento e condições de acelerar a dinâmica das pesquisas na área.	Ação

**Quadro 5.1 – Sistematização dos principais instrumentos e ações adotados em relação ao etanol a partir da esfera do governo federal**

Fonte: elaboração própria.

O embasamento teórico que justifica essa abordagem é aquele referente às janelas de oportunidades associadas à economia e desenvolvimento econômico baseados em recursos naturais, tal como no que tange ao papel do Estado na articulação e fomento ao etanol no âmbito do SSPI. Assim, a promoção da competitividade do etanol é analisada à luz de sua importância estratégica para o desenvolvimento econômico e tecnológico. Resta saber em que medida as diretrizes do governo federal correspondem às transformações necessárias para que essa importância seja atendida.

Para auxiliar nessa análise, o Quadro 5.1 contém uma sistematização das ações e instrumentos disponibilizados/usados pelos ministérios e órgãos selecionados que moldaram a atuação relacionada ao etanol no período pós-2000. Entre os instrumentos utilizados para promover o etanol no Brasil no período recente, os principais são a disponibilização de crédito e de bolsas/custeio de pesquisas, favorecimentos tributários<sup>123</sup> e adequação de aspectos regulatórios/fiscalizatórios, os quais refletem as diretrizes do governo federal. Tendo por base a análise apresentada anteriormente relativa ao fomento ao etanol reiniciado após 2003, verifica-se intensidades diferentes dependendo do órgão, permitindo chegar à seguinte caracterização de suas atuações:

1. O MAPA atua timidamente na promoção do etanol, basicamente acompanhando a evolução dessa atividade. Em alguns casos exerceu alguma influência conjuntural sobre temas como benefícios fiscais e concessão de subvenção para o Nordeste. Já a Embrapa tem fomentado o etanol de segunda geração, depois da criação da Embrapa Agroenergia. No entanto, resultados significativos ainda não apareceram, o que contribui para reforçar a crítica de que a Embrapa estaria atirando em vários alvos ao mesmo tempo;
2. O MCTI possui uma forte participação no fomento ao etanol por meio de seus órgãos subordinados e grande capacidade de influenciar no repasse de recursos financeiros para P&D&I. Contudo, como já apontado, apesar de as energias renováveis constarem como área estratégica no âmbito do PACTI, os recursos que foram repassados a partir dos Fundos Setoriais para o Programa Etanol não foram prioritários perante outras áreas que receberam mais recursos, tal como o biodiesel que, aliás, foi o foco de atenções em energias renováveis do governo federal com o lançamento do Programa Nacional de

---

<sup>123</sup> Os benefícios fiscais são discutidos no âmbito do MAPA e MDIC, mas implementados a partir do Ministério da Fazenda.

Produção e Uso do Biodiesel, em 2005. Apesar de a FINEP ter um papel fundamental no repasse de recursos para projetos de pesquisa e inovação em etanol, destaque maior coube ao CTBE por ter sido criado para realizar pesquisas em etanol de segunda geração. Assim, apesar de sua trajetória recente, o CTBE é um órgão que se destaca pela realização de parcerias para estudos da biomassa e etanol celulósico, mas que ainda caminha de forma lenta no que se refere à intensidade e volume de resultados. Devido ao uso da cana-de-açúcar para produção de etanol no Brasil, a oferta de biomassa não tem sido o grande problema no país. Assim, os recursos não precisam ser direcionados para a descoberta de biomassas diferentes, mas sim dominar o mais rápido possível as técnicas economicamente viáveis para aumentar a produção e a produtividade associada ao etanol de segunda geração da cana-de-açúcar. Isso significa que as pesquisas nas variedades de cana são altamente relevantes, pois a partir delas será possível aumentar a competitividade do Brasil nesse segmento;

3. No caso do MEC, a atuação no SSPI se deve não a um órgão subordinado, mas a uma rede de pesquisas formada no âmbito das universidades federais, a RIDESA. Mesmo com contribuição significativa para a competitividade da cana-de-açúcar como insumo para a produção de etanol no Brasil, verifica-se que ela não recebe atenção e recursos específicos, ou qualquer tratamento diferenciado de modo a fortalecê-la como um agente importante para o SSPI do etanol. Sua capacidade de responder por aproximadamente 50% a 70% das plantações de cana-de-açúcar no país não motivou nenhum tipo de ação federal específica para favorecer a rede. Sua existência foi repassada às universidades, de modo que os pesquisadores-professores que gerenciam suas bases locais têm a missão de buscar recursos adicionais para pesquisas por meio de parcerias. Uma reflexão necessária a respeito da RIDESA se refere à sua posição dentro das universidades. Uma vez operando dentro das universidades, os projetos e demais ações da rede ficam limitadas ao que a legislação permite no âmbito das universidades federais. Assim, numa perspectiva de desenvolvimento estratégico, seria importante rever o posicionamento da RIDESA dentro da esfera do governo federal de modo a torná-la mais atuante e articulada com outros órgãos federais ligados a

essa temática como a EMBRAPA e o CTBE, ainda que muitas complicações políticas e conflito de interesses entre grupos diferentes seja uma realidade.

4. Se não fossem as ações e instrumentos utilizados/disponibilizados pelo BNDES e APEX para promoção do etanol, o MDIC nem precisaria ser mencionado nessa análise, pois sua contribuição recente à promoção da competitividade do etanol foi protocolar e sazonal. No que se refere aos recursos financeiros, a parceria entre o BNDES e a FINEP foi o grande instrumento disponibilizado no país para acelerar pesquisas em etanol de segunda geração. Essa ação poderá gerar resultados efetivos no futuro, mas eles também dependerão do crescimento do consumo e da menor incerteza sobre a participação do etanol no mercado nacional de combustíveis. No mesmo sentido, cabe registrar que as iniciativas da APEX têm uma orientação estratégica em que alguns resultados já apareceram, e são ações voltadas para competitividade de médio e longo prazo, o que indica ser uma ação importante para a competitividade internacional do etanol brasileiro.

5. A análise do desempenho do MME na promoção do etanol mostra que suas ações e instrumentos estiveram voltados a aspectos regulatórios, mas nem por isso menos importante. A liberação de emissão de debêntures por parte do MME para o segmento produtor de etanol é uma ação inovadora que pode contribuir para mitigar os problemas financeiros em várias empresas no segmento, tal como também para captar recursos para investimentos. Ações como essa indicam que o etanol começa a ser visto como uma variável importante na gestão da oferta nacional de combustíveis, ainda que os derivados de petróleo ainda predominem e recebam maior atenção. Na medida em que a ANP passou a ser a responsável pelo acompanhamento regulatório e fiscalizatório do mercado de etanol no Brasil, poderia se argumentar que surgia ali uma maior preocupação com a organização do lado ofertante do mercado e padronização do produto. Com a entrada do etanol no rol de funções da ANP, ela passou a ter a missão de garantir o fornecimento do produto no mercado nacional, mesmo que isso na realidade fuja de seu controle. Atualmente não existem mecanismos para assegurar metas e compromissos que possam ser firmados pelo governo com o segmento, dado que o comportamento do mercado de etanol, em grande medida, é afetado por variações internacionais do preço do açúcar e por incertezas futuras sobre o segmento, incluindo a

prioridade dada pelo governo federal à gasolina frente ao etanol<sup>124</sup>. Assim, apesar da entrada do etanol nesse rol de interesses sob gestão da ANP, a capacidade do órgão de oferecer uma “segurança institucional” aos investidores nesse mercado não pode ser assegurada somente pelos mecanismos regulatórios e fiscais atualmente existentes.

6. A atuação da PETROBRAS na área de biocombustíveis também é recente. Ainda que ela tenha começado a se preocupar com o tema a partir de 2006, a institucionalização desse processo por meio da criação da Petrobras Biocombustíveis só ocorreu em 2008. A empresa se deslocou para os biocombustíveis a partir de diretrizes vindas do governo federal para que houvesse apoio na estratégia de aumentar a produção de biodiesel, e nesse contexto o etanol também passou a ser parte do portfólio de produtos da empresa. Para isso, a PETROBRAS se associou a algumas empresas, passando a atuar na industrialização de etanol. Apesar de não ser prioridade da empresa, pesquisas relacionadas ao etanol celulósico são realizadas em seu centro de pesquisas. O fato de a PETROBRAS atuar nessa área tem sua importância, dada sua capacidade financeira e de recursos humanos qualificados. Contudo, cabe frisar que se não houver uma priorização do etanol (primeira e segunda geração) por parte do governo federal, a empresa não tenderá a trazer o etanol para o centro da sua atuação, tal como ocorre com o petróleo, mantendo-o como produto secundário, e não prioritário, em suas operações.

O tipo de apoio do governo federal ao segmento sucroalcooleiro nos últimos anos tem sido predominantemente aquele relacionado ao favorecimento fiscal (sobretudo antes da eliminação da CIDE, em 2012) e à concessão de crédito (via BNDES e FINEP). Contudo, ações dos ministérios selecionados indicam uma indefinição clara e enfática de colocar o etanol no rol de diretrizes federais preocupadas com o desenvolvimento econômico de longo prazo do país. Com exceção da criação do CTBE e dos repasses realizados pelo BNDES-FINEP que significaram ações de estímulo ao etanol de segunda geração, não há registro de instrumentos e ações de

---

<sup>124</sup> O fim da CIDE e o represamento de preços da gasolina entre 2013/2014 são exemplos dessas ações. Ademais, isso é agravado pela inexistência de um mercado internacional organizando oferta e demanda de etanol como ocorre com outras *commodities* agrícolas e minerais, e gestão das expectativas com mercados futuros.



grande impacto por parte do governo federal no período recente, além da definição do percentual de etanol anidro na gasolina.

As quatro instituições diretamente vinculadas às atividades de P&D&I (EMBRAPA, CTBE, RIDESA e PETROBRAS) não sustentam parcerias entre si de modo a formar um ambiente sinérgico com efeitos positivos à pesquisa em etanol. Em janeiro de 2010 o CTBE estabeleceu um acordo com a EMBRAPA antes mesmo de ter suas instalações inauguradas, cuja função acabou sendo mais protocolar do que prática<sup>125</sup>. Os primeiros resultados de parceria entre o CTBE e a Embrapa (envolvendo várias de suas unidades) que se tem registro se refere ao projeto de aproveitamento da D-xilose da hemicelulose do bagaço da cana-de-açúcar, iniciado em 2012<sup>126</sup>. Outra iniciativa que vem apresentando resultados foi iniciada em 2009 por meio de uma parceria entre o CBTE e a Universidade de Caxias do Sul, à qual a Embrapa foi posteriormente incorporada<sup>127</sup>.

Ainda que em 2010 um acordo de parceria tenha sido assinado com a Embrapa<sup>128</sup>, o único registro de atuação conjunta dessa instituição com a RIDESA ocorreu por meio da Embrapa Tabuleiro Costeiros, ambas em Alagoas<sup>129</sup>. Contudo, a RIDESA tem estabelecido parcerias diretamente com empresas e com instituições de pesquisa no estado de São Paulo<sup>130</sup>. E em relação à PETROBRAS, verificou-se que com exceção das parcerias que ela estabeleceu com outras empresas na área de etanol celulósico, não há registros de parcerias com os órgãos ligados ao governo federal.

---

<sup>125</sup> Informações disponíveis em: <http://www.cnpem.br/blog/2010/01/21/parceria-da-embrapa-promove-desenvolvimento-energetico/>. Consultado em 25/09/2014.

<sup>126</sup> Refere-se ao projeto “Aproveitamento da D-xilose da hemicelulose do bagaço de cana-de-açúcar para obtenção de compostos químicos renováveis de alto valor agregado (C5-AGREGA)”. Maiores informações podem ser encontradas em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1486518/projeto--estudara-aplicacoes-quimicas-e-bioquimicas-da-xilose>. Consultado em 25/09/2014.

<sup>127</sup> O projeto se refere ao estudo de microrganismos que possam ser utilizados na produção de enzimas capazes de processar a biomassa da cana-de-açúcar. O líder do projeto, Jose Geraldo Pradella, informou que o custo de produção atual do coquetel de enzimas alcançado pelo projeto alcançado recentemente (ago/2014) já é de US\$ 0,10 por litro de etanol, e que a meta é chegar a US\$ 0,05 – valor inferior ao que tem sido definido como necessário para tornar seu uso economicamente viável. Disponível em: <http://ctbe.cnpem.br/coquetel-enzimatico-ctbe-etanol-2g/>. Consultado em 25/09/2014.

<sup>128</sup> Informação disponível em: <http://portaledit.sct.embrapa.br/imprensa/noticias/2010/janeiro/3a-semana/embrapa-fara-parceria-com-ridesa/>. Consultado em 25/09/2014.

<sup>129</sup> Informação disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigos&artigo=9789>. Consultado em 25/09/2014.

<sup>130</sup> A RIDESA tem atuado em projetos com o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) que é mantido por empresas do segmento sucroalcooleiro e com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), além de empresas. Maiores informações podem ser encontradas em: <http://www.agrolink.com.br/noticias/NoticiaDetalhe.aspx?CodNoticia=191946>. Um exemplo de parceria da RIDESA com empresas no México pode ser visualizado aqui: <http://www.jornalcana.com.br/grupo-mexicano-firma-parceria-com-ridesa-para-intercambio-de-variedades>. Consultado em 25/09/2014.

Assim, conclui-se que o grau de relacionamento entre esses órgãos na condução de P&D&I em etanol no Brasil tem sido intermitente e fraco (regido por ações pessoais). Ainda que isoladamente eles estejam trabalhando e evoluindo positivamente em muitas questões associadas aos desafios tecnológicos do etanol de segunda geração, não há uma sinergia entre os órgãos indicados. Assim, a pulverização dessas ações sem uma organização ou elo de ligação entre todas elas, somada à ausência de uma diretriz clara e estratégica, não contribui para que haja uma política de ação coordenada de P&D&I no âmbito dos órgãos subordinados ao governo federal.

Como as tecnologias referentes ao desenvolvimento e produção de enzimas para quebra de biomassa que possibilitem fermentação dos açúcares estão predominantemente nas mãos de empresas estrangeiras, parece que as informações apresentadas até aqui servem para mostrar que as ações desenvolvidas têm sido insuficientes para concatenar uma articulação entre os próprios órgãos do governo federal em relação a esse tema.

Ainda que tenha se iniciado um período de euforia no Brasil devido ao aumento da frota de carros *flex-fuel* após 2003, nota-se que as ações na esfera federal que foram examinadas anteriormente têm sido tardias e não articuladas em prol de avanços no novo cenário que caracteriza o futuro do etanol. Uma exceção importante se refere à parceria entre a FINEP e o BNDES no repasse de recursos para projetos de inovação relacionados ao etanol de segunda geração. No entanto, o simples repasse de recursos a empresas e instituições públicas e privadas de pesquisa não é necessariamente a solução para todos os desafios colocados para o futuro da competitividade do etanol, dado que no próprio governo federal não há uma organização e uma definição estratégica a respeito do papel que se pretende atribuir ao etanol dentre os diferentes tipos de combustíveis disponíveis no mercado.

Assim, não se direciona atenção para o fato de que o etanol é um produto no qual o Brasil conseguiu construir um amplo conjunto de competências que contribuíram para torná-lo um dos grandes produtores de biocombustíveis no mundo. Seu pioneirismo favoreceu para que o Brasil fosse o maior produtor de etanol no mundo até recentemente, quando perdeu o posto para os EUA. Além disso, esse debate traz a necessidade de reflexão sobre o comportamento do governo federal a respeito do segmento produtor de etanol. Assim, as implicações do desenvolvimento econômico e da formação de competências para o enfrentamento dos desafios na área de energia e

biocombustíveis renováveis estão diretamente associadas ao etanol, mas parecem ser pouco relevantes na ótica das ações e instrumentos do governo federal.

#### 5.4 CONCLUSÕES

Com base nessa análise, em que medida o etanol tem sido considerado um segmento estratégico para promoção de desenvolvimento econômico no Brasil? Ainda que existam ações e instrumentos com o propósito de promover o etanol, não é possível dizer que há uma estratégia por parte do governo federal de forma clara e organizada. Ademais, dado o histórico e pioneirismo que o país possui nesse segmento, é pouco compreensível a ausência de uma maior articulação dentro da própria esfera do governo federal de modo a contribuir para a superação de desafios que marcam o futuro associado à produção e consumo de etanol.

Um grande problema nesse contexto é que não é possível resolver desafios estruturais, de longo prazo, com medidas de curto prazo. Sem dúvida, os dois grandes mecanismos de intervenção conjuntural do governo federal no mercado nacional de etanol (definição do percentual de etanol anidro na gasolina e de benefícios fiscais) podem contribuir para a formação de um mercado do produto no país. No entanto, o grande suporte conjuntural que se tinha com a cobrança da CIDE não existiu nos últimos anos e o limite técnico para adição de etanol na gasolina foi atingido<sup>131</sup>. Assim, parece que o espaço para medidas conjunturais tem se tornado restrito e, ao mesmo tempo, não parece haver uma definição clara de uma estratégia de desenvolvimento de longo prazo a partir do etanol no Brasil.

O discurso de *policy makers* de que os biocombustíveis são necessários e importantes para que se alcance um novo *modus operandi* na oferta e consumo de combustíveis tem um grande efeito midiático. Contudo, em termos práticos, constata-se que o que foi feito até agora, em relação ao etanol no Brasil, tem sua importância, mas mostra que há uma desorganização somada à falta de interesse na definição de uma diretriz de desenvolvimento baseada no etanol por parte do governo federal.

---

<sup>131</sup> Em setembro/2014 o governo federal aprovou o aumento do percentual de adição para 27,5%, sujeito a revisão do Conselho Nacional de Política Energética. E em março de 2015 o governo federal voltou a defender a cobrança da CIDE.

A hipótese apontada no início do trabalho de que o governo federal não estaria atuando intensivamente na promoção estratégica em prol do futuro do etanol ganha força a partir das constatações feitas até aqui. Isso ocorre porque a análise dos instrumentos disponíveis e ações adotados por órgãos do governo federal indica que o etanol não tem obtido prioridade perante as outras alternativas de combustíveis disponíveis no mercado.

Enquanto notícias<sup>132</sup> mostram que nos EUA já se reconhece a possibilidade de pagar ágios por biocombustíveis “mais limpos” no que se refere à emissão de gás carbônico, no Brasil ainda falta determinação de uma diretriz clara e enfática a respeito da importância do etanol (com destaque para o etanol celulósico) como parte de uma estratégia de desenvolvimento econômico de longo prazo. De modo a trazer elementos comparativos para o caso brasileiro, no próximo capítulo será analisada a postura do governo federal dos EUA no que tange ao fomento ao etanol e outros biocombustíveis. Procura-se realizar o mesmo tipo de análise realizada para o Brasil, de modo que isso possa contribuir para entender como o governo federal dos EUA tem enfrentado os desafios tecnológicos associados ao etanol, especialmente no que se refere ao de segunda geração.

---

<sup>132</sup> O Estado da Califórnia reconheceu o etanol de segunda geração produzido no Brasil pela empresa GranBio como “muito limpo”. Isso ajudará a empresa a obter maior pagamento pelo seu produto, dado que pretende exportar, pelo menos, 50% da produção de etanol celulósico. A GranBio é a primeira empresa a produzir etanol em larga escala no hemisfério sul. A empresa iniciou sua produção em set/2014. Mais informações em: <http://www.ideaonline.com.br/clipping/california-deve-pagar-premio-por-etanol2g.html>. Consultado em 26/09/2014.

## 6. O FOMENTO AO ETANOL NOS EUA: HISTÓRICO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E ESTÍMULOS RECENTES AO ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

Esse capítulo apresenta as políticas adotadas pelo governo americano, cuja importância foi fundamental para transformar aquele país no maior produtor mundial de biocombustíveis, inclusive à frente do Brasil na produção de etanol. Mais ainda, leis promulgadas no período recente proporcionaram forte estímulo para a produção e consumo de etanol celulósico (segunda geração), contribuindo para a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas a próximas gerações de biocombustíveis. A análise dessas políticas é também importante para auxiliar na compreensão do caso brasileiro, pois possibilita entender paralelamente ações e definições de políticas públicas preocupadas com o futuro da produção e do consumo de etanol pelo maior produtor mundial, o qual é visto como um *benchmarking* para os propósitos desse trabalho.

Desde fins dos anos 1970, o governo dos Estados Unidos (EUA) tem atuado diretamente na promoção do etanol por meio de uma série de leis que têm o objetivo de reduzir sua dependência de combustíveis fósseis. A concessão de subsídios à produção e consumo do etanol de milho durou mais de 30 anos (1978 a 2011), em grande parte devido ao forte *lobby* no congresso americano e nos governos de estados produtores, com destaque para os estados que compõem o chamado “cinturão do milho” (Ohio, Indiana, Illinois, Missouri, Iowa, Minnesota, South Dakota, Nebraska e Kansas)<sup>133</sup>. Nesse contexto, a produção de etanol nos EUA sempre foi justificada por princípios de soberania nacional associada à obtenção de novas fontes de energia, visando, sobretudo a redução da dependência do petróleo importado. Esse não foi, todavia, o único argumento utilizado pelo governo para o uso de subsídios e outros mecanismos de estímulo à produção e o uso do etanol obtido a partir do milho. Preocupações relacionadas à sustentabilidade ambiental, embora presentes na agenda oficial, ganharam maior relevância quando associadas à possibilidade de geração e ampliação de tecnologias e mercados.

Para melhor entendimento do cenário a ser apresentado, o item 6.1 faz uma breve apresentação dos atores que respondem pela gestão e encaminhamento de todas as

---

<sup>133</sup> “Foi criada nos EUA a Governors’ Ethanol Coalition (GEC) (Coalização dos Governadores norte-americanos pró-Etanol) composta por 24 Estados mantenedores, com um trabalho muito efetivo, técnico e de grande impacto na sociedade. Há, na GEC, as Alianças Internacionais de suporte ao desenvolvimento sustentado do mercado internacional para o etanol e para trocas de tecnologia entre EUA, Brasil, Canadá, México e Suécia, e provavelmente, com Tailândia, Índia e China.” (CARVALHO, L. C. 2002, p. 163)

decisões, ações e metas estabelecidas pelo governo federal por meio de leis e regulamentações no tema referente aos biocombustíveis, e com atenção especial ao caso do etanol. No item 6.2 é feita uma apresentação do histórico de todo o fomento federal ao etanol nos EUA, por meio das principais leis e regulamentações adotadas. No item 6.3 apresenta-se um panorama sobre o volume de subsídios concedidos pelo governo dos EUA para estimular a produção e consumo de biocombustíveis. No item 6.4 se realiza uma discussão sobre a fronteira tecnológica de desenvolvimento de biocombustíveis celulósicos nos EUA, tal como uma apresentação dos estímulos. Além disso, faz-se uma introdução à discussão referente à produção de biocombustível a partir de algas, que tem sido considerada a base da 3ª geração de biocombustíveis. No item 6.5 apresenta-se a discussão a respeito das dificuldades e desafios que o governo federal do EUA vem tendo para concretizar suas metas em relação à produção e consumo de biocombustíveis que foram definidas na segunda edição da *Renewable Fuel Standard* (RFS2) e que tem o etanol celulósico como destaque. Por fim, são apresentadas as conclusões do capítulo.

## 6.1 AGENTES FEDERAIS DE FOMENTO À INOVAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ETANOL NOS EUA

A compreensão do fomento aos biocombustíveis nos EUA demanda uma breve exposição de seu sistema de produção e inovação, especialmente dos agentes e instâncias que executam as políticas públicas definidas no âmbito do governo federal. A apresentação dos agentes federais de fomento aos biocombustíveis que se faz nesse item está focada no caso do etanol. Sabe-se que a elevada produção de etanol nos EUA ocorre em função da utilização do milho como seu principal insumo. No entanto, argumenta-se que o etanol de milho já não é mais o centro das atenções das políticas recentes no que se refere às preocupações em relação ao futuro produtivo e inovativo desse segmento. Assim, o aspecto principal a ser observado aqui se refere às estratégias do governo federal relativas aos biocombustíveis de segunda geração, com destaque para o caso do etanol celulósico. Ou seja, considera-se que as ações de estímulo e regulamentações advindas do governo federal são fundamentais para a compreensão da dinâmica que se forma neste segmento.

A definição de funções de cada agente no âmbito da política federal voltada a estimular o futuro da produção e inovação de etanol celulósico, ou dos biocombustíveis em geral, indica o interesse do Estado e a importância estratégica dessa atividade na

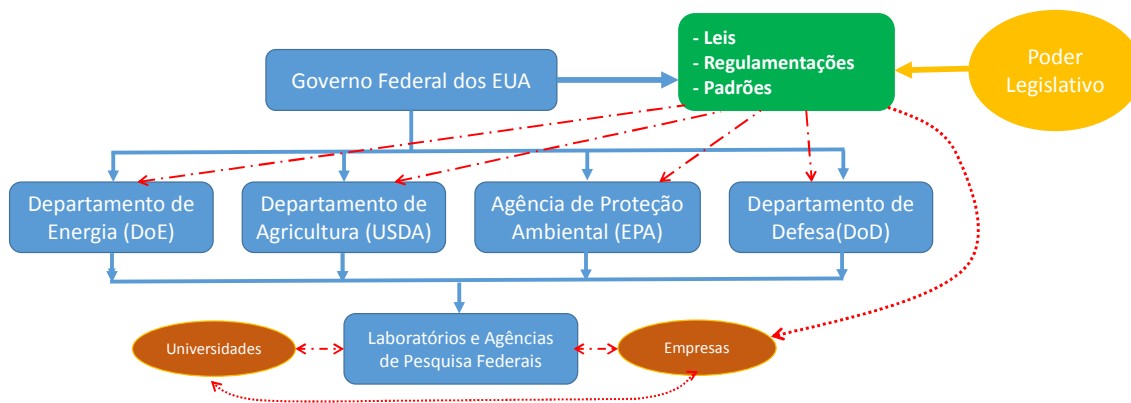
agenda política do país, ainda que com avanços e retrocessos. Um aspecto essencial nesse sentido se refere à caracterização do sistema de produção e inovação de etanol nos EUA, apresentado brevemente a seguir.

#### 6.1.1 Componentes do sistema de produção e inovação de etanol

A ideia de um sistema setorial de produção e inovação que se adota aqui está amparada na concepção definida por Malerba (2002; 2003), cuja interpretação possibilita uma visão multidimensional, integrada e dinâmica de um sistema, seguindo os preceitos definidos no âmbito da teoria neoschumpeteriana apresentada no capítulo 2. Os agentes que compõem esse sistema são os indivíduos e organizações que possuem diferentes posições, competências e objetivos. A característica importante é que eles interagem dinamicamente tanto por meio de competição como de cooperação de modo a alcançar suas metas. Essas interações são fundamentais para a compreensão do que se propõe no trabalho para o caso do etanol celulósico que é uma tecnologia em desenvolvimento e que tem requerido uma integração permanente entre agentes do setor público (via políticas públicas) e setor privado (via expansão de investimentos e fortalecimento da crença no futuro do segmento).

Nesse sentido, Malerba (2003) registra que os sistemas setoriais possuem três dimensões que afetam o futuro do segmento, pois eles influenciam a sua organização e a adoção das novas tecnologias: o conhecimento, os atores e suas redes, e as instituições. Esse recorte é interessante porque permite identificar as relações entre o conhecimento, tal como o avanço tecnológico a partir das fronteiras existentes, os atores (consumidores, investidores, empresas, órgãos de governo federal, as universidades, laboratórios, etc.) e as instituições (normas, leis, padrões, hábitos, etc).

Assim, à luz dessa caracterização, esta análise se volta para os atores e instituições vinculados à estratégia de fomento ao etanol nos EUA. Por um lado, o recorte que se estabelece para os atores se refere aos órgãos ligados diretamente ao governo federal, como departamentos e seus laboratórios. Por outro lado, no que se refere às instituições o interesse recai sobre todas as leis e regulamentações definidas pelo governo federal, conforme discutido no item 6.2.



**Figura 6.1 – Organização dos componentes do Governo Federal selecionados**

Fonte: elaboração própria.

Embora a Figura 6.1 seja uma simplificação do envolvimento dos atores e instituições, e de suas relações com o Governo Federal dos EUA, ela traduz o recorte analítico desta investigação. Assim, o Departamento de Energia, Departamento de Agricultura, Agência de Proteção Ambiental e o Departamento de Defesa aparecem como os braços do governo federal que mais possuem relações diretas com o fomento à produção e inovação a biocombustíveis, e em especial ao etanol de segunda geração no país, nas diversas leis e regulamentações relacionadas ao tema. Ocorre que as “instituições”, ou seja, as leis, regulamentações e padrões definidos tanto pela presidência como pelo poder legislativo federal afetam diretamente as ações a serem desempenhadas pelos braços do governo federal, tal como de seus laboratórios e agências subordinados, que realizam atividades e possuem projetos em parceria com empresas privadas, universidades e outros agentes envolvidos na atividade.

Reconhece-se que as empresas privadas e as universidades são elementos fundamentais nesse contexto. Aproximadamente 30 empresas que têm desenvolvido biocombustíveis de segunda geração, por diversas rotas tecnológicas e matérias-primas, já receberam aportes e concessões diversas de órgãos do governo federal (COYLE, 2010). Além disso, diversas universidades receberam recursos para realização de pesquisas e desenvolvimento de biocombustíveis, inclusive em parceria com laboratórios ligados ao governo federal<sup>134</sup>. Assim, apesar de receber recursos advindos de departamentos do governo federal, as universidades acabam tendo relação direta na execução dos projetos com os laboratórios/agências ligadas à esfera federal e às

<sup>134</sup> Exemplo dessas ações conjuntas pode ser encontrado no seguinte link: <http://energy.gov/articles/doe-invest-44-million-six-innovative-biofuels-projects-us-universities>. Consultado em 10/04/2014.



empresas quando participam dos projetos e ou foram também contempladas na concessão de recursos para pesquisas/desenvolvimento/implantação de instalações.

Apesar das leis, regulamentações e normas afetarem diretamente as empresas e demais atores do sistema produtivo, optou-se por direcionar esta análise aos atores diretamente subordinados ao governo federal e às leis e demais ações federais voltadas especificamente aos biocombustíveis, em particular ao etanol celulósico sempre que foi possível.

### 6.1.2 Agentes federais responsáveis pela promoção do etanol nos EUA

Neste item serão apresentados brevemente os quatro órgãos subordinados ao governo federal que mais atuam no fomento ao sistema produtivo e inovativo de biocombustíveis nos EUA, com destaque para o Departamento de Energia, Departamento de Agricultura, Agência de Proteção Ambiental e o Departamento de Defesa.

#### 6.1.2.1 Departamento de Energia (DoE)

O Departamento de Energia (DoE) realiza investimentos em pesquisa e desenvolvimento na área de energia, como também concede empréstimos ou garantias para projetos financiados que atendam interesses na atividade. Existe uma série de iniciativas organizadas e geridas pelo DoE a partir de seu grande *Biomass Program*. O objetivo definido no programa é desenvolver e transformar os recursos naturais e biomassa em biocombustíveis de segunda geração competitivos em termos de custos e rendimentos. Desde 2007 o DoE vem atuando de modo a alcançar as metas definidas pelo governo federal para o tema<sup>135</sup>, e para isso tem apoiado pesquisas, desenvolvimento e demonstração de produtos (em que se incluem as plantas-piloto e biorrefinarias de demonstração). Para o sucesso dessas iniciativas o *Loan Guarantee Office*, subordinado ao DoE, provê garantias e empréstimos diretos de até 80% dos custos do projeto. Aproximadamente 90% dos projetos que receberam recursos são aqueles referentes a projetos piloto ou para demonstração. Além disso, o DoE também pode fornecer garantias a projetos que contribuam para evitar, reduzir e sequestrar poluentes e gases

---

<sup>135</sup> Sobretudo a partir do *Renewable Fuel Standard* (RFS) que será discutido adiante.

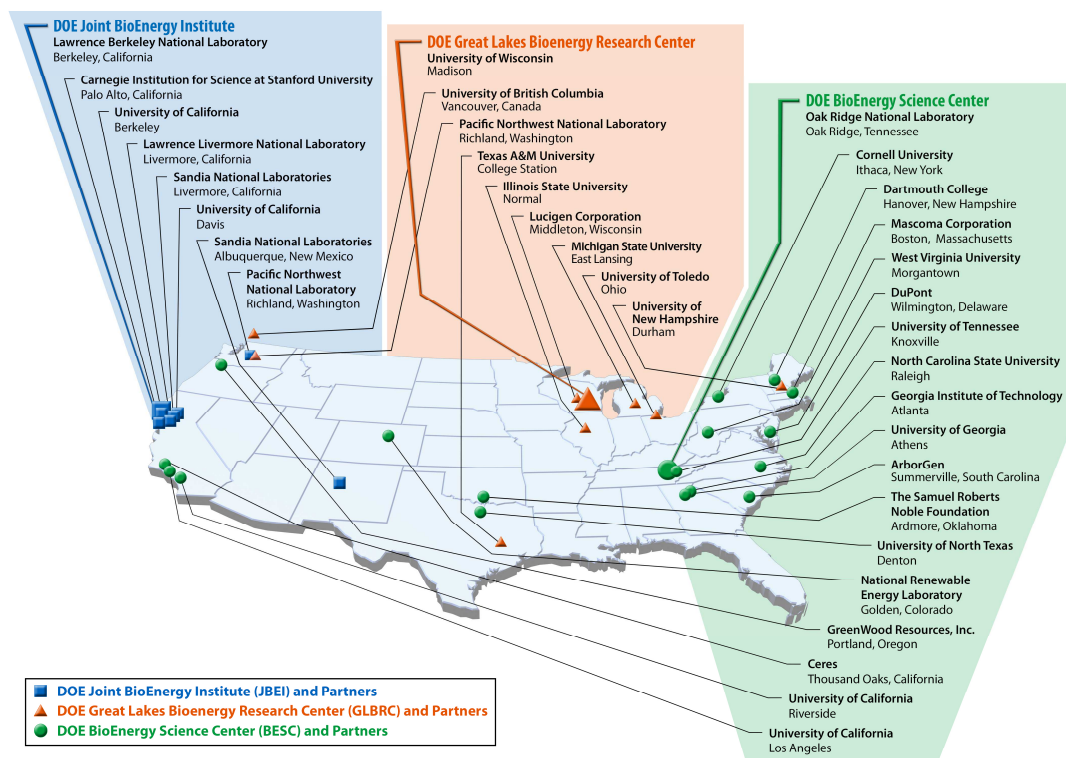
de efeito estufa, tal como também aqueles que empreguem melhorias tecnológicas (BRACMORT, 2012).

Assim, o *Biomass Program* também funciona como um programa ‘guarda-chuva’ para uma série de atividades desenvolvidas pelo DoE nessa temática. O valor total de apoio do DoE tem variado muito ao longo do tempo. Em 1980 seus fundos para apoiar o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à energia eram de US\$ 10 bilhões e chegaram a US\$ 3,4 bi em 2012, sendo que mais da metade desses valores foram destinados para as áreas de eficiência energética e energias renováveis. Essa redução tem relação com as definições das prioridades do DoE, pois esse valor responde por somente 13% do orçamento do DoE, dado que a maior parte do orçamento acaba sendo utilizado para manutenção do estoque de armas nucleares, como também da limpeza e gerenciamento do lixo nuclear gerado todo ano (COB, 2012).

Excepcionalmente, em 2009 o órgão recebeu US\$ 39 bilhões para apoiar tecnologias relacionadas à energia, o que foi um valor recorde. Desse valor, US\$ 27,6 bilhões foram obtidos por meio da implementação da *American Recovery and Reinvestment Act of 2009* (ARRA), e repassados ao DoE para que ele subsidiasse os programas da área de energia que tinham como objetivo estimular a economia. Cerca de 40% desse valor deveria ser utilizado para medidas de conservação de energia e relacionadas ao clima (COB, 2012). Mas, apesar do maior volume de recursos obtidos por meio da ARRA e da maior agilidade no seu desembolso, nem tudo foi utilizado. Segundo CBO (2012), no fim do ano fiscal de 2011 somente US\$ 9,6 bi dos US\$ 16,8 do fundo destinado a programas de eficiência energética e energias renováveis tinham sido gastos. E, também, somente US\$ 365 milhões dos US\$ 3,4 bilhões reservados para programas referentes a combustíveis fósseis tinham sido utilizados. E não havia informação ou definição qualquer sobre a destinação dos recursos não utilizados (COB, 2012, p. 7).

Ainda no que se refere ao apoio à pesquisa básica e aplicada, o DoE destinou recursos para a criação de três centros de pesquisa em bioenergia. O primeiro é o *BioEnergy Science Center* (BESC) comandado pelo *Oak Ridge National Laboratory* em Oak Ridge, Tennessee. O segundo é o *Great Lakes Bioenergy Research Center* (GLBRC) comandado pela *Wisconsin University* e em colaboração com a *Michigan State University*. E o terceiro é o *BioEnergy Institute* (JBEI) liderado pelo *Lawrence Berkeley National Laboratory*. O objetivo desses centros é desenvolver

pesquisas científicas que contribuem para o avanço da indústria de biocombustíveis celulósicos, tal como para a redução de custos associados à produção (COYLE, 2010).



**Figura 6.2 Centros de Pesquisa em Bioenergia do DOE e parceiros**

Fonte: DOE. Disponível em: <http://genomicscience.energy.gov/centers/>. Consultado em 12/04/2014.

A figura 6.2 apresenta a localização dos três centros patrocinados pelo DoE, tal como a lista de parceiros, o que demonstra a ampla rede de atuação de laboratórios, institutos de pesquisa e universidades atuando em prol do desenvolvimento de biocombustíveis celulósicos. Desde 2008 quando os centros foram implantados, até 2013, já foram obtidas 1.401 publicações, 339 invenções e 182 patentes submetidas.

Além desse projeto, entre 2009 e 2012 o DoE subsidiou US\$ 4 bilhões de um total de US\$ 25 bilhões em empréstimos, principalmente destinados a produtores de veículos com tecnologia não tradicional, geradores de energia solar, e produtores de equipamentos para captação e uso de energia solar (CBO, 2012). Alguns projetos de *venture capital* de 19 empresas relacionadas ao desenvolvimento e produção de combustíveis de próxima geração receberam subvenções que totalizaram US\$ 564 milhões, assegurados pela ARRA de 2009. Esse valor foi dividido igualmente entre as

empresas desenvolvedoras de biocombustível celulósico e aquelas que desenvolvem bioprodutos substitutos do petróleo (COYLE, 2010)<sup>136</sup>.

De todos os departamentos do governo federal dos EUA, o DoE é o que possui maior atuação e interação no fomento aos biocombustíveis de gerações avançadas, com destaque para o etanol celulósico. O *Office of Energy Efficiency and Renewable Energy* (EERS) do DoE possui oito áreas<sup>137</sup> de atuação e todas relacionadas ao fomento de biocombustíveis de gerações avançadas. Além disso, a *Advanced Research Projects Agency* (ARPA-E) foi criada em 2007 e teve seus trabalhos iniciados em 2009 com um aporte de US\$ 400 milhões. A agência foi criada nos moldes da sua congênere na área de defesa (DARPA). Assim, as funções da ARPA-E também são desenvolver pesquisas de interesse estratégico do país na área de energia.

Adicionalmente, o DoE conta com 21 laboratórios e centros de tecnologia<sup>138</sup>, os quais desenvolvem pesquisas isoladas e ou em parceria com empresas, universidades e outras instituições. A maior parte desses laboratórios desenvolvem pesquisas relacionadas a biocombustíveis em seus mais diversos aspectos. No entanto, podem ser destacados o *National Renewable Energy Lab* (NREL), o *Oak Ridge National Lab* e o *Sandia National Lab*, os quais têm desenvolvido pesquisas em biomassa e técnicas associadas de conversão/decomposição de biomassa para produção de biocombustíveis de segunda geração.

#### 6.1.2.2 Departamento de Agricultura (USDA)

O Departamento de Agricultura possui algumas agências que acabam por ter participação nos temas relacionados à promoção de biocombustíveis de segunda geração: a *National Institute of Food and Agriculture*, a *Rural Development*, a *Natural*

---

<sup>136</sup> As maiores concessões realizadas antes de 2009 pelo DoE foram destinadas a seis empresas: Abengoa Bioenergy (US\$76 milhões), Range Fuels (US \$76 milhões), BlueFire Ethanol (US \$40 milhões), POET (US \$80 milhões), Alico (US \$33 milhões), e Iogen (US \$80 milhões) (COYLE, 2010; COMBS, 2008).

<sup>137</sup> As oito áreas são as seguintes: Processing and Conversion; Algal Biofuels; Biorefinery Projects; Analysis; Feedstock Supply; Sustainability; Feedstock Logistics e Biopower.

<sup>138</sup> A lista é composta por: Ames Laboratory; Argonne National Laboratory; Brookhaven National Laboratory; Fermi National Accelerator Laboratory; Idaho National Laboratory; Lawrence Berkeley; National Laboratory; Lawrence Livermore National Laboratory; Los Alamos National Laboratory; National Energy Technology Laboratory; National Renewable Energy Laboratory; New Brunswick Laboratory; Oak Ridge Institute for Science and Education; Oak Ridge National Laboratory; Pacific Northwest National Laboratory; Princeton Plasma Physics Laboratory; Radiological and Environmental Sciences Laboratory; Sandia National Laboratories; Savannah River Ecology Laboratory; Savannah River National Laboratory; SLAC National Accelerator Laboratory; e o Thomas Jefferson National Accelerator Facility.

*Resources Conservation Service*, a *Forest Service* e a *Farm Services*. O escritório de política energética, ligado ao economista-chefe do USDA, também realiza avaliações da oferta de biomassa e disponibilidade de terras, da capacidade da infraestrutura e da demanda corrente e potencial nas diferentes regiões do país. Muitos estudos realizados pelo Departamento de Agricultura contribuem para o desenho das leis e o estabelecimento de regulamentações e padrões a serem adotados. Assim, uma importante atribuição do USDA é a produção de cenários baseados nesses estudos, sobretudo no que tange à disponibilidade de biomassa como forma de contribuir para o gerenciamento do *Renewable Fuel Standard* (RFS).

O USDA tem quatro agências de pesquisas<sup>139</sup>, dentre elas a *National Institute of Food and Agriculture* (NIFA) que foi criada por meio da *Farm Bill* de 2008. Subordinado à NIFA está a *Agriculture and Food Research Initiative* (AFRI) que é um programa para concessões de recursos em seis áreas principais, e uma delas é a referente a energias renováveis, recursos naturais e meio ambiente. Em janeiro de 2013 foram repassados US\$ 25 milhões para quatro projetos (comandados pela *Kansas State University*; *Ohio State University*; *Ceramatec, Inc.*, e *USDA-Agricultural Research Service*, respectivamente)<sup>140</sup> e em dezembro de 2013 o USDA, no âmbito da parceria que possui com o DoE, determinaram um repasse de US\$ 8 milhões para pesquisa de biomassa não alimentar para produção de energia<sup>141</sup>.

Essa parceria entre USDA e DoE foi iniciada em 2006. O USDA e o DoE possuem compromissos conjuntos no que se refere à pesquisa básica e aplicada em suas redes de laboratórios. O USDA provê garantias para empréstimos para empresas cujos projetos tenham como objetivo o desenvolvimento de inovações nos métodos de conversão para biocombustíveis de segunda geração. Além disso, essas instituições têm proposto um programa que encoraje as biorrefinarias a usar energia provida por biomassa renovável ao invés de combustíveis fósseis. Nesse sentido, o USDA concedeu garantias para empréstimos a duas empresas produtoras de biocombustíveis de segunda geração. A *Range Fuels* recebeu um total de US\$ 80 milhões e a *Sapphire Energy* outros US\$ 54,5 milhões (COYLE, 2010).

---

<sup>139</sup> As outras três são: *Agricultural Research Service* (ARS), *Economics Research Service* (ERS) e *National Agricultural Statistics Service* (NASS).

<sup>140</sup> Mais informações sobre essa parceria e os projetos podem ser encontrados em: [http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentid=2013/01/0005.xml&navid=NEWS\\_AUSUMS&navtype=RT&parentnav=ENERGY&deployment\\_action=retrievecontent](http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentid=2013/01/0005.xml&navid=NEWS_AUSUMS&navtype=RT&parentnav=ENERGY&deployment_action=retrievecontent). Consultado em 12/04/2014.

<sup>141</sup> Mais informações sobre essa parceria e os projetos podem ser encontrados em: [http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentid=2013/12/0240.xml&navid=NEWS\\_AUSUMS&navtype=RT&parentnav=ENERGY&deployment\\_action=retrievecontent](http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentid=2013/12/0240.xml&navid=NEWS_AUSUMS&navtype=RT&parentnav=ENERGY&deployment_action=retrievecontent). Consultado em 12/04/2014.

Os programas que o USDA possui para fomento aos biocombustíveis celulósicos e pelos quais provê garantias e empréstimos são os seguintes: a. *Biorefinery Assistance Program*; b. *Biomass Research and Development Initiative*; c. *Repowering Assistance Program*; d. *Advanced Biofuel Producer Program*; e. *Biomass Crop Assistance Program*; e, f. *Wood Biomass Utilization Program*. Alguns desses programas serão retomados no item 6.2 quando da apresentação da *Farm Bill* de 2008.

O USDA também tem parcerias para desenvolvimento de biocombustíveis para aviação por meio do *Farm to Fly Initiative* e com apoio dos Centros de Pesquisa em Biomassa que ele mantém pelo país. Assim, o programa também está focado nos estudos e pesquisas aplicados a diferentes tipos de biomassa, e sempre em parceria com empresas e universidades<sup>142</sup>.

#### 6.1.2.3 Agência de Proteção Ambiental (EPA)

A EPA é responsável pelo funcionamento e pelos resultados da política energética e de biocombustíveis definida pelo governo federal no âmbito da *Renewable Fuel Standard (RFS2)*. Uma característica fundamental da RFS2 é que ela estabelece quantidades anuais (ou mandatos) de biocombustíveis convencionais (primeira geração, ou seja, o etanol de milho e ou de cana-de-açúcar, por exemplo) e dos avançados até o ano de 2022.

Biocombustível avançado para o governo americano é aquele que (com exceção do derivado do milho) pode reduzir em pelo menos 50% a emissão de gases de efeito estufa ao longo de todo o ciclo de vida do produto (US CONGRESS, 2007). Pertencem a esse grupo o etanol derivado de materiais lignocelulósicos, de resíduos vegetais, animais ou de alimentos, o diesel proveniente de materiais lignocelulósicos, o biogás e o butanol obtidos da conversão de material orgânico e de materiais lignocelulósicos renováveis. O biocombustível para ser considerado celulósico perante a legislação dos EUA precisa reduzir em pelo menos 60% a emissão de gases de efeito estufa ao longo de todo o ciclo de vida do produto (US CONGRESS, 2007). Assim, os biocombustíveis nominados como de “próxima ou segunda geração” são aqueles que utilizam tecnologia avançada para processar a biomassa disponível (resíduos vegetais e

---

<sup>142</sup> Em 2010 o USDA, a Airlines for America, Inc. e a Boeing Company firmaram parceria no âmbito desse programa. Mais informações podem ser encontradas aqui: [http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentid=2013/04/0070.xml&navid=NEWS\\_AUSUMS&navtype=RT&parentnav=ENERGY&edeployment\\_action=retrievecontent](http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentid=2013/04/0070.xml&navid=NEWS_AUSUMS&navtype=RT&parentnav=ENERGY&edeployment_action=retrievecontent). Consultado em 12/04/2014.

florestais, bagaço da cana-de-açúcar, a *switchgrass* – grama de rápido crescimento, a biomassa do sorgo, resíduos sólidos municipais e algas) para produção de biocombustíveis (COYLE, 2010).

Por se tratar da área federal preocupada com as regulamentações e medidas de proteção ao meio ambiente, a EPA estabelece os padrões referentes aos biocombustíveis, tal como realiza a análise do ciclo de vida dos diversos biocombustíveis. A EPA também exerce a função de fiscal para acompanhar o cumprimento de medidas e metas estabelecidas pelo governo federal. Assim, a EPA deve avaliar os impactos de conservação dos recursos e do meio ambiente (qualidade do ar, da água, do solo, disponibilidade de água, impactos sobre biodiversidade, impactos internacionais, etc.) conforme avançam as metas estabelecidas no âmbito da *Energy Independence and Security Act* (EISA) e do *Renewable Fuel Standard* (RFS)<sup>143</sup>. Essa mesma regulamentação também permite à EPA rever anualmente as quantidades de combustíveis pré-determinadas, ou os mandatos<sup>144</sup> dos biocombustíveis em função de problemas relacionados a adversidades econômicas, tecnológicas e ou ambientais que impliquem em uma produção menor que a esperada.

Como forma de minimizar o impacto poluente dos combustíveis fósseis e criar maneiras de aumentar a demanda por etanol, a EPA aprovou em 2010 a mistura de 15% de etanol (E15) na gasolina para uso em veículos lançados a partir de 2007 e que poderiam usar do combustível com maior quantidade de etanol (EPE, 2012).

#### 6.1.2.4 Departamento de Defesa (DoD)

O Departamento de Defesa dos EUA é um importante demandante de novos conhecimentos e tecnologias que possam ser aplicadas no âmbito de seus projetos voltados aos interesses estratégicos e de defesa do país. Apesar de ser mais “cliente” do que provedor de iniciativas voltadas ao desenvolvimento de tecnologias e inovações que lhe sejam úteis, o DoD responde pela *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) que é uma grande agência de pesquisas e que recebe elevados montantes de recursos anualmente. Uma das áreas de interesse da DARPA é a referente a energias alternativas, e a ela está ligado o seu *BioFuels Program* que foi definido a partir do *Title*

---

<sup>143</sup> Essas medidas serão apresentadas de forma mais detalhada no item 6.2.

<sup>144</sup> Os mandatos são as determinações que definem as metas referentes a quantidades de etanol a ser produzido e ou consumido no país.

III do *Defense Production Act*, originalmente promulgado em 1950 mas que recorrentemente recebe alterações e emendas que definem a destinação de recursos.

No que tange ao seu interesse em biocombustíveis, o DoD tem se preocupado com maneiras de reduzir os custos com o uso de combustíveis na área militar. Por isso, o foco desse programa é o desenvolvimento de biocombustíveis para aviação militar que possam ser substitutos daqueles derivados do petróleo.

Assim, o programa tem o objetivo de desenvolver um processo de produção alternativa que consiga produzir um biocombustível para uso na aviação militar que tenha uma eficiência energética de 60%, ou superior (comparado ao combustível JP-8), e permita explorar possibilidades de se chegar aos 90% de eficiência. Segundo informações disponibilizadas pelo DoD, o biodiesel utilizado atualmente é 25% inferior em relação à densidade energética do JP-8 e apresenta características inaceitáveis no controle de temperatura. Além desses desafios, o possível substituto do JP-8 deve ter a característica “*drop-in*”, ou seja, o biocombustível deve ter características que permitam o uso dos sistemas, equipamentos e motores atuais, pois a troca de todos esses sistemas operacionais acarretaria um dispêndio inviável<sup>145</sup>. O *BioFuels Program* está especialmente engajado em pesquisas com biocombustíveis celulósicos e de algas<sup>146</sup> de modo a tentar alcançar esse objetivo.

Em meados de 2013 foram definidas as empresas vencedoras da primeira fase do projeto. Essas empresas terão a missão de desenvolver os biocombustíveis “*drop-in*”, de modo que suas refinarias sejam capazes de produzir 150 milhões de galões de biocombustíveis ao custo de US\$ 4 por galão, a partir de 2016<sup>147</sup>.

No que se refere ao papel que o DoD desempenha no contexto das políticas públicas que afetam o desenvolvimento de biocombustíveis e outras energias renováveis, existe uma visão de que ele é o órgão que possui as melhores e mais amplas capacidades para capitanear pesquisas e demandas voltadas a reduzir os efeitos dos gases de efeito estufa, para, inclusive, vir a utilizá-las no futuro (SAREWITZ, 2010 e ALIC, J.; SAREWITZ, D.; WEISS, C. e BONVILLIAN, 2010).

---

<sup>145</sup> Mais informações sobre essa parceria e os projetos podem ser encontrados aqui: <http://www.defense.gov/transformation/articles/2006-07/ta071806c.html>. Consultado em 12/04/2014.

<sup>146</sup> No item 6.4.1 faz-se uma apresentação desse caso específico de biocombustível.

<sup>147</sup> As empresas contempladas são a Emerald Biofuels of Illinois, a Natures BioReserve of Nebraska, e a Fulcrum Brighton Biofuels da California. Mais informações sobre esse projeto podem ser encontradas aqui: <http://energy.defense.gov/Blog/tabid/2569/Article/4818/asd-burke-announces-phase-i-awardees-for-advanced-drop-in-biofuels-production-p.aspx>. Consultado em 12/04/2014.



DOD's infrastructure includes 500 fixed installations (some the size and complexity of small cities), 546,000 buildings and other structures and 160,000 nontactical vehicles. (...) Combine these numbers with the fact that no institution on Earth has anything close to the DOD's buying power and technical capabilities. This means that the DOD is well positioned to aggressively invest in energy technologies that have little economic logic outside of the military context, a situation that in the past has often led to rapid innovation and reduced costs for civilian applications (SAREWITZ, 2010, p. 672).

Desta forma, o argumento apresentado é que a capacidade que o governo dos EUA dispõe por meio do DoD é imensa para criar um novo ciclo de demandas que transformem a realidade das energias renováveis. Assim, conforme Sarewitz (2010), os EUA possuem essa “arma” que está sendo “esquecida” no que se refere a aumentar o volume de recursos destinados a demandas voltadas às energias renováveis.

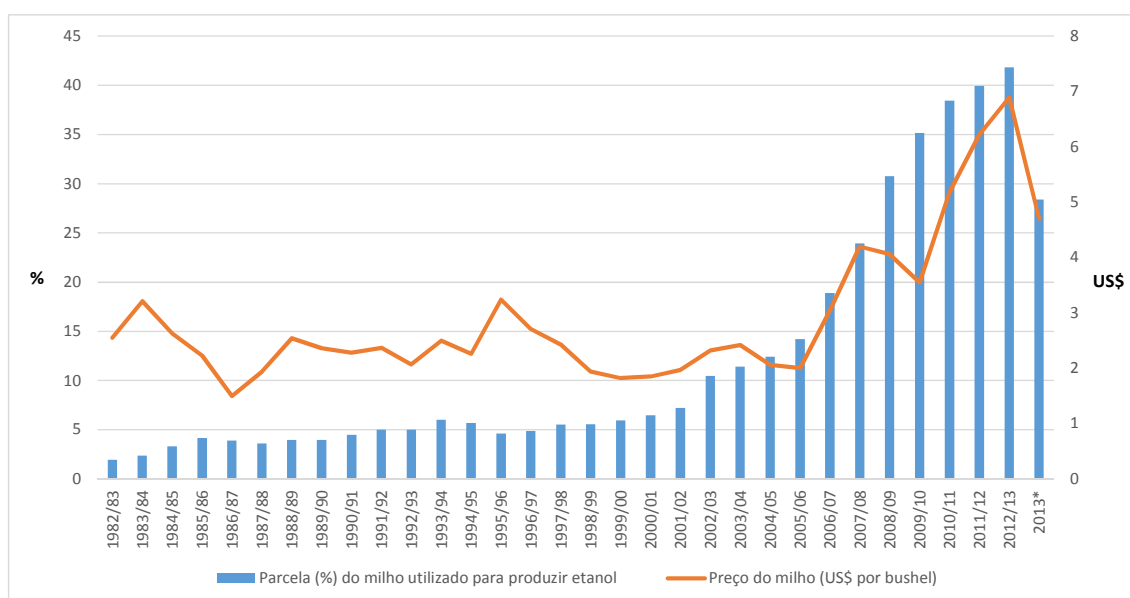
Os agentes federais aqui apresentados são variáveis essenciais do sistema de produção e inovação referente ao etanol nos EUA. A diversidade institucional presente nesse sistema é uma prova da capacidade e determinação que o país vem tendo no seu intento de fomentar a produção de biocombustíveis avançados, com destaque para o caso do etanol celulósico. Ainda que haja críticas como a apontada acima de que o país poderia fazer muito mais com toda a capacidade que possui, as primeiras informações apresentadas já indicam o aumento do interesse do governo federal em relação ao etanol celulósico. Isso tudo contribui para a criação de um cenário propício para o desenvolvimento tecnológico associado a esse segmento, como também no que se refere a assegurar a existência de um contexto favorável para sua expansão. A riqueza de interações e de mecanismos que são utilizados para promover a produção e inovação relacionada aos biocombustíveis tecnologicamente mais avançados, como é o caso do etanol celulósico, é uma marca do ambiente favorável que tem sido criado nos EUA nos últimos anos. E a participação desses órgãos governamentais tem sido de fundamental importância para colocar em prática todas as regulamentações e metas estabelecidas no país.

## 6.2 HISTÓRICO DAS AÇÕES FEDERAIS DE FOMENTO AO ETANOL

A história do uso do etanol nos EUA, ainda que em escala experimental, pode ser resgatada a partir do início do século XX quando o modelo de automóvel Ford T foi planejado para usar uma mistura de gasolina e álcool (COMBS, 2008; DIGGS, 2012). Mas como ocorreu no Brasil, o registro de ações mais amplas para estimular a produção

e consumo de etanol nos EUA também são verificadas, sobretudo a partir da década de 1970 – período em que a gasolina fica mais cara e sua oferta é reduzida.

Um fato interessante no contexto recente é que a produção de etanol nos EUA começa a crescer paralelamente ao aumento dos preços do petróleo, sobretudo a partir de 1999, conforme demonstra Tyner (2008). Esse movimento se assemelha ao que aconteceu na década de 1970 com as oscilações na oferta de petróleo e aumento de seu preço. Essa simultaneidade entre aumento do preço do milho e seu maior uso para produzir etanol é explicitada no gráfico 6.1, cuja tendência reflete a preocupação do governo americano a respeito da necessidade de aumentar a produção de biocombustíveis, sobretudo após a segunda metade dos anos 2000 quando a parcela de milho utilizada para produção de etanol mais que dobra.



**Gráfico 6.1 – Evolução do preço do milho e parcela do milho utilizado para produzir etanol nos EUA, 1982 a 2013\***

Fonte: USDA - Economic Service Research<sup>148</sup>.

\* Os dados para 2013 vão até novembro.

Diferentemente do Brasil, a produção de etanol nos EUA é quase que totalmente proveniente do milho. E além das críticas ao fato de que produzir biocombustível a partir do milho aumenta o preço deste cereal no mercado mundial, prejudicando países e setores que o utilizam<sup>149</sup>, há aquela segundo a qual o etanol de milho contribuiu muito pouco para reduzir a emissão de gases de efeito estufa. No caso

<sup>148</sup> Dados disponíveis em: <http://www.ers.usda.gov/data-products/us-bioenergy-statistics.aspx#.UzyJ1fldWSq>

<sup>149</sup> Wise e Murphy (2012) e Wise (2012) apresentam esse discussão com maiores detalhes.

do etanol de milho existe a emissão de 0,40 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por barril, ao longo de todo seu ciclo de vida, enquanto que no caso da gasolina esse valor é de 0,42 ton/barril. Essa pequena diferença entre os dois combustíveis acabou por reforçar as críticas aos estímulos à produção de etanol de milho nos EUA, cujos subsídios duraram mais de três décadas. Por outro lado, existe um amplo contraste com os resultados já verificados para o caso do etanol celulósico que pode, dependendo do tipo de matéria-prima e métodos de produção utilizados, gerar créditos (redução de 0,1 ton/barril) nas emissões de CO<sub>2</sub> ao invés de aumentá-la (FULLER, 2014).

As políticas recentes para estimular a produção de biocombustíveis nos EUA consistem de alguns instrumentos principais: estímulos à produção (com proteção tarifária, financiamentos e subsídios) e subsídios ao consumo. As tarifas e os mandatos de produção de biocombustível fazem parte desse rol de ações. Os mandatos funcionam como uma espécie de subsídio indireto porque tentam estimular o aumento do mercado futuro enquanto o benefício fiscal acaba por ser um subsídio direto ao contribuir para reduzir os custos totais de produção. O consumidor, por outro lado, também pode ser beneficiado por meio do crédito fiscal referente à adição de etanol na gasolina, se isso contribuir para venda do produto a preços menores (JANDA, KRISTOUEF E ZILBERMAN, 2011).

O quadro 6.1 apresenta um histórico resumido, em formato de linha do tempo, das ações de estímulo à produção e consumo ao etanol nos EUA. Verifica-se que a primeira lei a criar estímulos específicos ao mercado de etanol ocorre em 1978, no momento da desestabilização do Sistema Bretton Woods e próximo ao segundo choque do petróleo – fatores esses que afetaram diretamente a economia dos EUA. Assim, a preocupação ambiental poderia ter sido uma das bandeiras para apoio à produção de etanol, além da necessidade de redução de importação de combustíveis fósseis. Apesar de o quadro trazer uma lista maior de leis e ações adotadas pelo governo federal para estimular a produção e consumo do etanol nos EUA, somente aquelas mais relevantes para o caso do etanol celulósico serão discutidas adiante.

Ano	Lei e outras ações	Descrição Resumida
1978	Energy Tax Act	Isonção de US\$ 0,40 por galão de etanol e de US\$ 0,04 sobre a gasolina que tivesse 10% de etanol consumidos.
1980	Crude Oil Windfall Profit Tax Act e Energy Security Act	Tinha o objetivo de promover a conservação de energia e o desenvolvimento de combustíveis.
1982	Surface Transportation Assistance Act	Aumentou o subsídio sobre consumo para US\$ 0,50 por galão de etanol e para US\$ 0,10 no caso da gasolina.
1984	Tax Reform Act	Aumentou o subsídio sobre consumo para US\$ 0,60 por galão de etanol.
1988	Alternative Motor Fuels Act	Criou programas de pesquisa e desenvolvimento e forneceu crédito para montadoras reduzirem o consumo dos veículos.
1990	Omnibus Budget Reconciliation Act	Os subsídios no consumo para o galão de etanol foi prorrogada até 2000, mas foi reduzida a US\$ 0,54.
1990	Clean Air Act Amendments	Tratou das condições requeridas para os motores reduzirem poluição.
1992	Energy Policy Act	Permitiu reduções tarifárias para veículos que pudessem abastecer com o etanol E85.
1998	Transportation Efficiency Act of the 21st Century	Prorrogação dos subsídios para o etanol até 2007, mas foram reduzidos a US\$ 0,51 por galão em 2005.
2003	Volumetric Ethanol Excise Tax Credit (VEETC)	Esta lei alterou o Internal Revenue Code de 1986 para fornecer os incentivos fiscais de 45 centavos de dólar por galão de biodiesel vendidos ou utilizados pelo contribuinte produzindo no ano fiscal. Essa lei expirou no fim de 2011.
2004	Jobs Creation Act	Mudou o mecanismo de subsídios ao etanol para um crédito fiscal ao invés de isenção de imposto sobre o consumo. A lei também estendeu o crédito fiscal até 2010.
2004		O Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL), juntamente com as empresas Genencor e Novozymes criaram um novo coquetel de enzimas para rota de hidrólise que converte mais eficazmente celulose em açúcares, resultando em uma redução de 20 vezes no custo projetado.
2005	Energy Policy Act	Estabeleceu o Renewable Fuel Standard com mandato de 4 bilhões de etanol em 2006 e 7,5 bilhões de galões em 2012. Eliminou as exigências de oxigênio na gasolina, mas proibiu o uso do MTBE.
2007	Energy Independence and Security Act (EISA)	Estabeleceu o Renewable Fuel Standard com mandato de 36 bilhões de galões para 2022.
2008	The Food, Conservation and Energy Act (Farm Bill)	Vários itens relacionados a estimular a produção de biocombustíveis, tal como do etanol celulósico.
2009	Memorandum on Biofuels and Rural Economic Development	Presidente Obama lançou esse memorando com o objetivo de acelerar os objetivos do EISA e da Farm Bill de 2008.
2009	American Recovery and Reinvestment Act	Foram providenciados US\$ 884 milhões para pesquisas em biocombustíveis.
2011	Memorando entre Departamento de Agricultura, Energia e Marinha	Objetivo de apoiar a pesquisa em biocombustíveis que também possam ser utilizados pela Marinha. Foram aportador US\$ 510 milhões divididos igualmente entre as partes.
2012	Farm Bill aprovada e referente a 2014	Com provisões para biocombustíveis celulósicos.
2014	Expiring Provisions Improvement Report and Efficiency (EXPIRE) Act	Aprovou a prorrogação por mais 2 anos, até fim de 2015, do subsídio de US\$ 1,01 por cada galão de biocombustível celulósico adicionado à gasolina.

### Quadro 6.1 - Histórico resumido da legislação referente ao etanol nos EUA

Fonte: organizado a partir de TYNER (2008) e FULLER (2014)

É importante registrar que os incentivos relacionados à ampliação da produção e uso do etanol celulósico só começam a aparecer na segunda metade dos anos 2000<sup>150</sup>. Após 2005, o governo federal dos EUA passa a implementar políticas de apoio a biocombustíveis de segunda geração. Provavelmente a mais importante delas, nesse sentido, tenha sido a *Renewable Fuel Standard* estabelecida em 2007 e que ficou conhecida como RFS2. As ações abrangidas no âmbito dessa política estão subordinadas ao *Energy Independence and Security Act* (EISA), cujo principal ponto se refere à determinação do uso do etanol tradicional (primeira geração) e da expansão do uso de biocombustíveis avançados, em que se inclui o etanol celulósico (segunda geração). Além disso, em 2008 foi implementada a Farm Bill que tem uma importância fundamental por estabelecer parâmetros para destinação de fundos para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de conversão da biomassa em biocombustíveis (COYLE, 2010). Os biocombustíveis celulósicos surgiram com certas vantagens frente ao tradicional etanol de milho quando se considera a emissão de gases do efeito estufa ao longo do ciclo de vida do produto, desde o uso dos fertilizantes no plantio, os insumos necessários para colheita, processamento, transporte e seu uso final (SORDA, BANSE e KEMFERT, 2010).

<sup>150</sup> No entanto, Fuller (2014) registra que já no início do século XX os EUA realizaram as primeiras tentativas de obter etanol a partir de resíduos florestais (aparas e serragem) em duas plantas que conseguiam produzir de 5000 a 7000 galões ao dia. A empresa DuPont comprou uma das plantas e a operou até o fim da 2ª Guerra Mundial (FULLER, 2014).

E em janeiro de 2012 chegou ao fim a concessão de subsídios para cada galão de etanol de milho consumido nos EUA que havia sido iniciado em 1978 – o que chamou a atenção no Brasil devido ao fato de que isso poderia abrir mais portas para o etanol de cana-de-açúcar, mais competitivo que o americano. A tabela 6.1 mostra que no último ano de subsídios ao etanol de milho foram gastos US\$ 6,1 bilhões, embora deve ser observado que o governo federal também reservou quase US\$ 3 bi para apoiar atividades relacionadas a combustíveis fósseis. O que também pode ser resultado dos *lobbies* de empresas do setor de petróleo, tal como também ocorre com os fazendeiros e processadores de etanol.

**Tabela 6.1 – Preferências Tarifárias relacionadas à Energia nos EUA - 2011**

Área de apoio	Tipo de preferência tarifária	Custo Total (US\$ bi)	Data de expiração
Eficiência energética	Crédito para melhorar a eficiência energética nas residências	1,5	31/12/2011
Combustíveis fósseis	Cobertura de custos para exploração e desenvolvimento de petróleo e gás natural	0,8	-
	Opção por cobertura de 50% de gastos de instalações próprias para refino de combustíveis líquidos	0,8	-
	Opção por cobertura de custos de investimentos baseado no faturamento e não na produção	0,9	-
Energia Renovável	Crédito fiscal sobre consumo de etanol	6,1	31/12/2011
	Crédito fiscal sobre consumo de biodiesel	0,8	31/12/2011

Fonte: A partir de CBO (2012, p. 3).

Mas, ainda assim, o período recente é caracterizado por uma série de iniciativas governamentais visando estimular a produção alternativa de biocombustíveis, com destaque para o etanol celulósico, conforme será discutido a seguir. E, nesse contexto, a área que mais se beneficiou dos investimentos federais se refere aos processos de conversão (FULLER, 2014), pois os custos maiores estão em tornar viável a quebra das moléculas da biomassa utilizada e transformá-las em açúcar para subsequente preparação do etanol, conforme já foi discutido no item 3.4 do capítulo 03.

### 6.2.1 Leis e Estímulos Federais

Neste item serão analisadas algumas leis importantes no âmbito do governo federal dos EUA para estimular a produção e consumo de etanol, em especial o de segunda geração ou celulósico. É muito comum que as leis nos EUA sejam encontradas com os nomes de Bill ou Act. Existe uma pequena diferença entre essas duas categorias no sentido de que a primeira é uma legislação proposta e em apreciação no legislativo e

a segunda trata da legislação já efetivamente aprovada e referendada pelo poder executivo. Para os propósitos deste trabalho, assume-se que em ambos os casos está se discutindo a legislação em vigor e que representa as bandeiras e propostas advindas do governo federal no que se refere ao etanol. Na sequência são apresentadas essas leis e uma discussão de suas implicações para a produção de etanol nos EUA.

#### 6.2.1.1 Energy Tax Act (1978)

Dentre as diversas atribuições registradas pela *Energy Tax Act* de 1978, foi definido o que depois ficou conhecido como *gasohol*, ou seja, a obrigação de adição de 10% de etanol em toda gasolina consumida. Essa lei tornou possível que todas as motocicletas, carros e caminhonetes vendidos nos EUA a partir do fim dos anos setenta pudessem ser abastecidos com a mistura de etanol na gasolina, ou do chamado E10 (gasolina com 10% de etanol) (FULLER, 2014).

Além disso, essa lei também criou o primeiro incentivo fiscal do governo federal destinado a fomentar o etanol. Assim, ficou definido que haveria um subsídio fiscal de 4 centavos de dólar para cada galão de gasolina que tivesse os 10% de etanol e de 40 centavos de dólar para cada galão de etanol produzido. Esse valor foi subindo até atingir 60 centavos em 1984, apesar da redução na volatilidade dos preços do petróleo no período (NAS, 2011). Mas o *Omnibus Budget Reconciliation Act* de 1990 reduziu esse valor para 54 centavos, o qual foi mantido até 1998. Após isso o valor foi reduzido em 2005 para 51 centavos, vigorando até 2007 (DOE, 2010).

Essa lei também estabeleceu seguro a empréstimos realizados a pequenos produtores de etanol e determinou que o Departamento de Agricultura (USDA) e o Departamento de Energia (DoE) desenvolvessem um plano para aumentar a produção de etanol para se atingir o equivalente a 10% da gasolina consumida nos EUA. E uma tarifa foi aplicada ao etanol importado para garantir que não pudesse se beneficiar dos subsídios antes mencionados (NAS, 2011).

#### 6.2.1.2 Clean Air Act Amendments (1990)

Além do etanol, também era permitido adicionar o MTBE na gasolina como forma de atender a exigência de mistura de 10%. O MTBE é um éter de metanol obtido

a partir do gás natural. Mas devido às preocupações ambientais e o interesse de se reduzir a presença de chumbo nos combustíveis, ele teve seu uso reduzido e foi totalmente proibido em 2006 (DOE, 2010; FULLER, 2014). Essa decisão também aumentou a demanda por mais etanol.

Já no início dos anos 1990 o governo federal começou a demonstrar interesse no uso do etanol como forma de reduzir a poluição emitida pelo uso de combustíveis fósseis. Assim, o The Clean Air Act Amendments de 1990 (CAA90) estabeleceu mandatos para o uso de oxigenados na gasolina como forma de diminuir a emissão de monóxido de carbono e ozônio em áreas urbanas. Isso era uma forma adicional de aumentar a demanda por etanol, mas o MTBE era um substituto mais econômico e que não resolvia o problema (NAS, 2011). Essa exigência de adicionar oxigenados na gasolina deixou de existir em 2005, mas foi mantida a exigência de se manter os padrões de emissão de CO<sub>2</sub> estabelecidos anteriormente (DOE, 2010).

#### 6.2.1.3 Energy Policy Act (1992 e 2005) e American Jobs Creation Act (2004)

O *Energy Policy Act* de 1992 estabeleceu que 75% a 90% da frota de carros e caminhonetes fossem compatíveis ao E85, ou seja, passassem a ter motores *flex-fuel* de modo a poderem utilizar maior quantidade de etanol (FULLER, 2014). Essa lei também contribuiu para que o etanol pudesse ser mais competitivo frente ao MTBE, o que fez com que o uso de etanol adicionado à gasolina aumentasse. Entre 1992 e 1999, quando se iniciaram as restrições ao MTBE, o consumo de etanol aumentou em 260 milhões de galões (NAS, 2011).

Após o banimento total do uso do MTBE<sup>151</sup> como aditivo à gasolina nos EUA em 2006, a produção e o consumo do etanol cresceram muito mais, levando o governo federal a tomar várias iniciativas para estimular o avanço na produção e no desenvolvimento de tecnologias referentes ao etanol e outros biocombustíveis com menor potencial de emissão de poluentes (DOE, 2010; EPE, 2012). Por sua vez o E85 (etanol com 15% de adição de gasolina) utilizado em veículos *flex-fuel*, embora disponível no país, atualmente está praticamente restrito aos estados produtores de milho e processadores de etanol de primeira geração, sendo comercializado por 12,5%

---

<sup>151</sup> Trata-se um de éster oxigenado da gasolina e derivados do petróleo. Devido a casos de contaminação ambiental (de lençóis freáticos) ocasionadas por esse produto, ele tende a não ser mais utilizado.

dos postos de combustíveis, chegando a somente 1% do uso total de gasolina (WESTCOTT, 2009). Dessa forma, o volume de etanol utilizado nos EUA ainda está condicionado à sua mistura na gasolina (*blending*), numa proporção de 10% a 15%.

Com a implementação do *American Jobs Creation Act* de 2004, a proteção em relação ao etanol importado passou a ser chamada *Volumetric Ethanol Excise Tax Credit* (VEETC), com validade de 2004 até 31/12/2010. Na verdade, o que ocorreu foi uma mudança no tipo de incentivo que deixou de ser uma isenção de imposto sobre o consumo e passou a ser um crédito fiscal sobre o consumo quando da adição do etanol nas distribuidoras (DOE, 2010). No entanto, a proteção para o etanol produzido localmente (via VEETC) foi mantida ao longo de 2011 por meio do *Renewable Fuels Reinvestment Act* (RFRA). Essa proteção via VEETC era composta por 3 componentes:

- a. Crédito fiscal inicialmente de US\$ 0,51 que em 2008 passou para US\$ 0,45<sup>152</sup> por galão de etanol adicionado à gasolina;
- b. Tarifa de importação de US\$ 0,54 para cada galão comprado do exterior;
- c. A VEETC também regulamentou a *Small Ethanol Producer Tax Credit* (SEPTC) que foi o crédito de US\$ 0,10 por galão de etanol que os produtores de etanol com capacidade não superior a 60 milhões de galões/ano podiam reivindicar para os primeiros 15 milhões de galões produzidos no ano (DOE, 2010).

Adicionalmente a VEETC impôs uma tarifa de importação *ad valorem* de 2,5% sobre todo etanol que viesse a ser importado (DOE, 2010), o que foi motivo de diversas reclamações por parte dos exportadores brasileiros, pois com exceção dos países que fazem parte do *Caribbean Basin Initiative* (CBI) e não são submetidos a essas condições, os produtores brasileiros foram os mais afetados. Esse acordo existe desde 1983 entre os EUA e os países caribenhos<sup>153</sup>, permitindo a estes remeterem uma grande quantidade de bens aos EUA sem tributação.

Mas foi com o *Energy Policy Act* de 2005 que estabeleceu o primeiro mandato de consumo de 7,5 bilhões de combustíveis a partir de fontes renováveis (*Renewable Fuel Standard* ou RFS1). Esse total foi estipulado para ser atingido em 2012. No entanto, como se poderá verificar mais adiante, os mandatos e as condições

---

<sup>152</sup> Essa alteração se deu no âmbito da Farm Bill de 2008, que será apresentada na sequência.

<sup>153</sup> Os países que fazem parte do acordo são: Antigua e Barbuda, Aruba, The Bahamas, Barbados, Belize, British Virgin Islands, Dominica, Grenada, Guyana, Haiti, Jamaica, Montserrat, St. Kitts e Nevis, St. Lucia, St. Vincent e as Grenadines, Trinidad e Tobago.



acabaram revistos pelos órgãos competentes devido a impossibilidades que vão sendo verificadas com o passar dos anos.

Além do estabelecimento desse montante para produção de biocombustíveis, essa lei manteve o crédito fiscal de US\$ 0,51 (que em 2008 passou a ser de US\$ 0,45) por galão de etanol adicionado à gasolina, como mecanismo compensatório pelos custos de produção superiores. Adicionalmente o Congresso dos EUA também manteve a proteção tarifária, no valor de US\$ 0,54 sobre cada galão de etanol importado – como os valores do subsídio e da tarifa são quase os mesmos, a tarifa anulou o efeito do subsídio para o etanol importado, privilegiando o produzido localmente. Mas essa taxa não se aplicava ao caso dos países exportadores de etanol pertencentes ao *Caribbean Basin Initiative* (CBI) (EPE, 2008).

É importante frisar que o crescimento do uso de etanol como mistura na gasolina tem sido resultado direto das políticas governamentais. Sobretudo após os anos 2000 o governo passou a estimular, por um lado, a produção e uso de biocombustíveis celulósicos, visando garantir maior fornecimento de matéria-prima, e por outro, a produção de veículos com motores adaptados ao uso de etanol (FULLER, 2014). Diversas agências, laboratórios nacionais, centros de pesquisa e universidades em colaboração com empresas têm participado dessas ações. Como as tecnologias para a produção de biocombustíveis celulósicos ainda estão em fase de desenvolvimento e possuem custos elevados frente às expectativas incertas do mercado, o setor privado ainda depende sistematicamente das iniciativas do Estado, como será apresentado adiante.

#### 6.2.1.4 Energy Independence and Security Act (EISA) (2007)

A EISA é uma lei fundamental para o entendimento das ações do governo dos EUA no que se refere aos estímulos para produção e consumo de etanol de segunda geração. O *Renewable Fuel Standard* (RFS) lançado em 2005 foi ampliado sob essa lei, e passou a ser conhecido como RFS2. Os mandatos estabelecidos sob o RFS2 foram bastante audaciosos, pois planejou-se que em 2022 os EUA deveriam consumir 36 bilhões de galões de biocombustíveis, dos quais 16 bilhões deveriam ser de etanol de segunda geração. Essa quantidade total projetada representaria um valor quase 4 vezes maior do total de biocombustíveis consumidos nos EUA em 2008 (WESTCOTT, 2009).

Apesar de ter sido lançada em 2007, as regras finais para implementação e administração da RFS2 foram formalizadas somente no início de 2010 (SCHNEPF e YACOBUCCI, 2013), resultando numa redução de 138 milhões de toneladas cúbicas de gases de efeito estufa lançadas na atmosfera a um custo total de US\$ 90,5 bilhões até 2022 (EPA, 2010), de acordo com a categoria de biocombustível a ser consumida. Cada categoria é definida em relação ao ciclo de vida dos combustíveis, da produção ao consumo final, podendo aumentar ou diminuir os gases causadores do efeito estufa. A tabela 6.2 apresenta o percentual mínimo de redução na emissão de gases de efeito estufa para cada biocombustível a ser enquadrado em uma das quatro categorias listadas.

**Tabela 6.2 – Determinação do percentual de redução na emissão de gases causadores do efeito estufa para enquadramento nas categorias de biocombustíveis estabelecidas na EISA de 2007**

Biocombustível	Capacidade de redução
Renováveis (em geral)	20%
Avançados	50%
Diesel a partir de biomassa	50%
Etanol celulósico	60%

Fonte: US Congress (2007) e Schnepf e Yacobucci (2013).

Nota: valores baseados na gasolina e no diesel.

Verifica-se que para ser considerado biocombustível celulósico o produto precisa reduzir em pelo menos 60% a emissão de gases de efeito estufa comparativamente ao valor de poluentes emitidos por combustíveis fósseis. Adicionalmente, o quadro 6.2 apresenta uma lista de exemplos e especificações dos biocombustíveis que se enquadram em cada uma das quatro categorias estabelecidas pela EISA de 2007. Verifica-se que diferentemente do etanol de milho produzido nos EUA e que é enquadrado como biocombustível renovável, o etanol de cana-de-açúcar pertence à categoria biocombustível avançado porque consegue reduzir em pelo menos 50% a emissão de gases de efeito estufa comparativamente aos combustíveis fósseis. E a categoria de biocombustíveis celulósicos fica restrita à produção de combustível por meio de biomassa, em que também são incluídos os resíduos e bagaço da cana-de-açúcar e outros resíduos florestais, etc.

<b>Biocombustíveis renováveis com capacidade de redução de até 20%</b>
Etanol produzido a partir de milho
Biobutanol produzido a partir de milho
Etanol produzido a partir de sorgo em instalações que usam gás natural como energia
<b>Biocombustíveis avançados com capacidade de redução de até 50%</b>
Etanol produzido a partir de cana-de-açúcar
Nafta e gás liquefeito obtido a partir de óleo de camelina
Etanol feito de sorgo em instalações que usam tipos específicos de biogás e aquelas que produzem sua própria energia elétrica
<b>Biodiesel obtido a partir de biomassa com capacidade de redução de até 50%</b>
Biodiesel e diesel renovável non-estere obtido a partir do óleo de soja, óleo de milho não usado para alimentação, óleo de camelina, óleo de algas, óleos de resíduos e gorduras.
Biodiesel produzido com o uso de esterificação que utiliza óleo de soja, óleo de grãos, óleo de algas, de canola, rapeseed.
Biodiesel produzido com o uso de glicerólise combinado com processos de transesterificação tradicional a partir de ácidos livres de gorduras.
<b>Etanol e diesel celulósico com capacidade de redução de até 60%</b>
Biocombustíveis celulósicos à base de gramíneas diversas.
Biocombustíveis celulósicos derivados de qualquer celulose, hemicelulose e ou lignina de biomassa. Em que se incluem todos aqueles produzidos com resíduos de plantações (palha de milho, casca de arroz, resíduos de cítricos), produtos florestais, componentes celulósicos de restos de alimentos; e resíduos sólidos municipais que utilizem como método de produção: pirólise termoquímica, gaseificação termoquímica, fermentação bioquímica direta, fermentação bioquímica catalítica e qualquer processo que use biogás e/ou biomassa como fonte de energia para realização da produção.

**Quadro 6.2 – Exemplos de biocombustíveis que se enquadram nas categorias estabelecidas pela EISA de 2007 em função da respectiva capacidade de redução mínima na emissão de gases de efeito estufa**

Fonte: US Congress (2007); NAS (2011) e Schnepf e Yacobucci (2013).

Os mandatos estabelecidos no âmbito da EISA de 2007 para RFS2 estão apresentados na tabela 6.3. Verifica-se que as metas são ousadas e colocaram a necessidade de que em 2022 a produção de biocombustível celulósico seja de 16 bilhões de galões, dessa forma, superior a 15 bilhões de galões de biocombustíveis tradicionais obtidos a partir das rotas tecnológicas e insumos de primeira geração, tal como o etanol de milho.

**Tabela 6.3 – Quantidades (mandatos) estabelecidas pela EISA para produção (bi de galões) de biocombustível até 2022**

Ano	Renewable Fuel Standard (Total)	Total	Biocombustível Avançados			Convencionais* e não avançados (máximo)
			Biocombustível Celulósico	Diesel obtido a partir de Biomassa	Não especificado (máximo)	
2008	9,00					9,00
2009	11,10	0,50		0,50		10,50
2010	12,95	0,95	0,10	0,65	0,20	12,00
2011	13,95	1,35	0,25	0,80	0,30	12,60
2012	15,20	2,00	0,50	1,00	0,50	13,20
2013	16,55	2,75	1,00	1,00	0,75	13,80
2014	18,15	3,75	1,75	1,00	1,00	14,40
2015	20,50	5,50	3,00	1,00	1,50	15,00
2016	22,25	7,25	4,25	1,00	2,00	15,00
2017	24,00	9,00	5,50	1,00	2,50	15,00
2018	26,00	11,00	7,00	1,00	3,00	15,00
2019	28,00	13,00	8,50	1,00	3,50	15,00
2020	30,00	15,00	10,50	1,00	3,50	15,00
2021	33,00	18,00	13,50	1,00	3,50	15,00
2022	36,00	21,00	16,00	1,00	4,00	15,00

Fonte: US Congress (2007); Westcott (2009); Schnepf e Yacobucci (2013).

Nota: \* Biocombustíveis não avançados é definido no Energy Independence and Security Act de 2007 como sendo o etanol derivado do milho.

A seção 202 da EISA é a que trata da versão atualizada do RFS e estabelece os mandatos específicos para cada ano entre 2010 e 2022. É nessa seção que também são apresentadas as condições para que um determinado biocombustível seja considerado celulósico. E a seção 223 é a que trata das subvenções e concessões diversas para pesquisa e desenvolvimento para produção de etanol celulósico. Nela ficam definidas as condições de elegibilidade de uma instituição para obter recursos para pesquisa e desenvolvimento, e que até 10 instituições seriam selecionadas de modo que todas elas deveriam estabelecer vínculos de cooperação com algum dos Centros de Pesquisa em Bioenergia ligados ao Departamento de Energia dos EUA. E para o ano fiscal de 2008 estavam aprovadas concessões de até US\$ 50 milhões (US CONGRESS, 2007).

Como forma de contribuir para estimular o aumento da produção, a EISA de 2007 também permitiu a depreciação antecipada de 50% para usinas produtoras de biocombustíveis celulósicos que tivessem o seu primeiro ano de operação até 2012 (COYLE, 2010). No entanto, o que se verificou é que essa medida não foi utilizada nesse período, pois as plantas de produção em escala comercial só começaram a aparecer após 2012.

Existem quatro grandes diferenças entre a RFS1 e a RFS2. Primeiro, a RFS2 aumenta o volume de biocombustíveis a ser utilizado e expande o período até 2022. Segundo, a RFS2 divide os mandatos por categorias de biocombustíveis, sinalizando as

prioridades de mudança de produção e uso. Terceiro, o fato de que sob a RFS2 os biocombustíveis devem atingir uma redução mínima de emissão de gases de efeito estufa para serem enquadrados. E quarto, a RFS2 estabelece que todos os biocombustíveis devem ser produzidos a partir de insumos que se enquadrem nas especificações de biomassa pré-definidas (SCHNEPF e YACOBUCCI, 2013).

Ao garantir um mercado futuro para os biocombustíveis, a RFS2 contribui para reduzir o risco associado à produção e ao consumo, pois gera um subsídio indireto para que ocorram investimentos em novas plantas de biocombustível. Essa é uma medida de política pública importante para estimular avanços em um segmento em que as tecnologias e as condições de mercado futuro do etanol da segunda geração, o celulósico, ainda estão sendo desenvolvidas e são marcadas por dúvidas.

#### 6.2.1.4 Food, Conservation and Energy Act (Farm Bill) (2008)

A *Farm Bill* de 2002 (*Farm Security and Rural Investment Act* de 2002) que tinha a função de legislar sobre os programas agrícolas referentes aos próximos seis anos (até 2008), já registrava o etanol como uma área de alta prioridade nos temas de pesquisa e extensão dentro do Programa de Bioenergia do governo federal. Essa *Farm Bill* foi a primeira a incluir na legislação agrícola uma cláusula (a *Title IX*) a tratar de energia. Ela autorizou subvenções, empréstimos e concessões de garantias com o objetivo de estimular pesquisa e desenvolvimento em áreas agrícolas voltadas para energias renováveis. Após isso, o interesse em apoiar energias renováveis cresceu, também, em função da escalada nos preços internacionais do petróleo nos anos noventa (STUBBS, 2010).

A próxima *Farm Bill* foi implementada em 2008 e avançou nas ações propostas em 2002, definindo apoio financeiro aos biocombustíveis, destacadamente àqueles de segunda geração. A *Farm Bill* de 2008 reservou recursos exclusivamente para serem utilizados na promoção de tecnologias de conversão de biomassa para ajudar produtores de matéria-prima destinada à produção de biocombustíveis de segunda geração. Esse subsídio específico foi estabelecido com o objetivo de aumentar os incentivos para a produção, colheita, armazenagem e entrega da biomassa a biorrefinarias.

Sob o mandato da *Farm Bill* de 2008, o Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) também passou a poder conceder garantias para empréstimos que tivessem como objetivo o desenvolvimento de tecnologias para processos de conversão de biomassa para o etanol celulósico. Além disso, a lei propiciou crédito fiscal de US\$ 1,01 por galão de etanol celulósico no período de 2009 a 2012 e assistência aos produtores de matérias-primas que se adequassem à produção de etanol celulósico. E o etanol celulósico passou a se beneficiar do mesmo tratamento dado ao etanol de primeira geração no que se referia à proteção comercial. Assim, prevaleceram o imposto *ad valorem* de 2,5% e a taxa de US\$ 0,54 por galão importado de etanol de segunda geração<sup>154</sup> (COYLE, 2010). Adicionalmente, a *Farm Bill* de 2008 regulamentou a manutenção da tradicional tarifa de importação de etanol (primeira geração) para até 31/12/2010, posteriormente prorrogada para até o final do ano de 2011.

As principais características da *Farm Bill* de 2008 estão elencadas a seguir (STUBBS, 2010):

- a. maior ênfase no estímulo à produção de etanol celulósico criando novos créditos fiscais para a mistura de etanol na gasolina, à produção de biomassa para produção do biocombustível celulósico, tal como também apoio para infraestrutura, para expansão da disponibilidade de biomassa e desenvolvimento de refinarias;
- b. subvenções e garantias para empréstimos para pesquisa e desenvolvimento em biocombustíveis celulósicos;
- c. realização de estudos de mercado e impactos ambientais referentes ao crescimento do uso de biocombustíveis<sup>155</sup>;
- d. reabertura de programas de pesquisa em biocombustíveis desenvolvidos no Departamento de Agricultura (USDA) e na Agência de Proteção Ambiental (EPA);
- e. implementação de programa de educação para promover uso e entendimento sobre biodiesel;
- f. redução do crédito fiscal para processadores quando da utilização de etanol de milho;

Outra característica importante da *Farm Bill* de 2008 se refere à redução da VEETC (*Volumetric Ethanol Excise Tax Credit*) de US\$ 0,51 para US\$ 0,45 por galão de etanol adicionado à gasolina. Para o caso da adição de biodiesel, o valor sobe para US\$ 1,0 por galão e o crédito para o uso de biocombustível celulósico fica em US\$ 1,01 por galão adicionado (NAS, 2011; DOE, 2010; STUBBS, 2010).

---

<sup>154</sup> Também nesse caso os países que pertencem ao *Caribbean Basin Initiative* (CBI) permaneceram dispensados desse pagamento.

<sup>155</sup> A *The National Academies Press* (NAP) possui uma série de estudos com essa preocupação, disponíveis em <http://www.nap.edu/>.

O crédito para produção de biocombustível celulósico, de US\$ 1,01 por galão adicionado à gasolina definido no âmbito da *Farm Bill* de 2008, deveria expirar no fim de 2012, mas foi prorrogado no âmbito da *The American Taxpayer Relief Act* de 2012 para vigorar até fim de 2013 (BRACMORT, 2012). Em 03/04/2014 o Senado americano aprovou sua prorrogação por mais 2 anos, até fim de 2015. Isso foi definido no âmbito da *Expiring Provisions Improvement Report and Efficiency (EXPIRE) Act*. Nessa prorrogação também estão incluídos os créditos fiscais ao biodiesel adicionado de US\$ 1,0 por galão, o crédito adicional de US\$ 0,10 para pequeno produtor agrícola de biodiesel e também a permissão de depreciação acelerada para as instalações de produção de biocombustível. Além disso, foi concedido um crédito fiscal de 30% referente ao valor de todo investimento realizado por postos para realizarem abastecimento de veículos alternativos<sup>156</sup>.

Em relação ao apoio financeiro, a *Farm Bill* de 2008 aprovou a soma de US\$ 1 bilhão de dólares para apoio ao desenvolvimento do etanol celulósico, por meio de programas do Departamento de Agricultura (USDA) e de Energia (DoE), para serem utilizados até 2012. Desde os anos setenta o DoE já investiu mais de US\$ 3,36 bilhões<sup>157</sup> em pesquisa, desenvolvimento e instalações relacionados a biocombustíveis, com ênfase no caso celulósico. Enquanto isso, foram autorizados US\$ 884 milhões para biocombustíveis celulósicos pelo *American Recovery and Reinvestment Act* de 2009 (FULLER, 2014; NAS, 2011; STUBBS, 2010).

Na sequência, serão apresentados, resumidamente, cinco desses programas voltados a estimular a produção de biomassa e conseqüentemente de etanol e outros biocombustíveis celulósicos.

#### **a. Biorefinery Assistance Program (BAP)<sup>158</sup>**

O BAP possui a função de conceder garantias para empréstimos para o desenvolvimento, construção e adaptação de biorrefinarias em escala comercial. Ele foi criado com o intuito de, assim, estimular o desenvolvimento de novas tecnologias que possam contribuir para aumentar a independência energética dos EUA, promover a

---

<sup>156</sup> Maiores informações podem ser encontradas no website do Senado americano. Disponível em: <http://www.finance.senate.gov/imo/media/doc/040114%20Summaries%20of%20Provisions%20in%20Chairmans%20Mark1.pdf>. Acessado em 05/04/2014.

<sup>157</sup> Valores correntes de 2011.

<sup>158</sup> Informações disponíveis em: [http://www.rurdev.usda.gov/BCP\\_biorefinery.html](http://www.rurdev.usda.gov/BCP_biorefinery.html). Consultado em: 04/04/2014.

conservação de recursos naturais e o meio ambiente, diversificar os mercados para produtos agrícolas e florestais, tal como para os seus resíduos e, por fim, contribuir para geração de empregos e desenvolvimento nas áreas rurais do país.

#### **b. Repowering Assistance Program (RAP)<sup>159</sup>**

O RAP tem a função de compensar financeiramente as biorrefinarias que se enquadram nos quesitos que comprovem que elas estão substituindo combustíveis fósseis por biomassa renovável para aquecer caldeiras e ou gerar energia. A ajuda financeira total é definida pela disponibilidade do fundo, pelo escopo do projeto e pelas características que o projeto possui para atingir esse objetivo. Em particular, a redução percentual de combustíveis fósseis utilizados pela biorrefinaria, a quantidade de combustíveis fósseis substituídos por um sistema de biomassa renovável, e a relação custo-benefício do novo sistema provido por biomassa renovável. Os pagamentos são baseados nos custos incorridos durante a fase de construção do projeto, mas são pagos somente após conclusão do mesmo.

#### **c. Advanced Biofuel Payment Program (ABPP)<sup>160</sup>**

O ABPP realiza pagamentos a produtores de biocombustíveis elegíveis como forma de apoiar e expandir a produção de biocombustíveis avançados (e celulósicos de segunda geração) obtidos por fontes diversas, com exceção do milho (NAS, 2011; STUBBS, 2010). Pagamentos adicionais podem ser feitos ocasionalmente a produtores que comprovem terem aumentado sua produção de biocombustíveis em relação a anos anteriores. Os biocombustíveis avançados são aqueles produzidos a partir de biomassa renovável, como a celulose, açúcar e amido (com exceção do milho), hemicelulose, lignina, resíduos, biogás, butanol, diesel equivalente, cana de açúcar, culturas não alimentares, tais como carvalho e *switchgrass*.

---

<sup>159</sup> Informações disponíveis em: [http://www.rurdev.usda.gov/bcp\\_repoweringassistance.html](http://www.rurdev.usda.gov/bcp_repoweringassistance.html). Consultado em: 04/04/2014.

<sup>160</sup> Informações disponíveis em: [http://www.rurdev.usda.gov/BCP\\_Biofuels.html](http://www.rurdev.usda.gov/BCP_Biofuels.html). Consultado em: 04/04/2014.



#### **d. Biomass research and development initiative (BRDI)**

O BRDI é igualmente uma iniciativa liderada pelos departamentos de agricultura e energia dos EUA. Sua história vem desde o *Biomass Research and Development Act* de 2000 que foi revogado na *Farm Bill* de 2008 e recuperado na sua seção 9008, a qual reconhece a importância de estabelecer cooperação entre as agências federais em torno da pesquisa e desenvolvimento de biomassa. O comitê gestor do programa é composto por representantes do Departamento de Energia, de Agricultura, de Transporte e da Agência de Proteção Ambiental (EPA). Além desses, algumas instituições possuem assento temporariamente não ocupados como a *National Science Foundation*, *Office of Science and Technology Policy* e Departamento de Defesa e Interior<sup>161</sup>.

As áreas de interesse do BRDI são o desenvolvimento de matérias-primas que sirvam como biomassa, o desenvolvimento e análise de biocombustíveis e produtos relacionados. O BRDI não dispõe de recursos assegurados pelo Congresso todos os anos, mas sempre que há recursos o comitê procura direcioná-los a todas as áreas de interesse. A última chamada que se obteve informação<sup>162</sup> ocorreu em 2012.

O BRDI também possui um conselho composto por representantes da indústria, da academia, de entidades sem fins lucrativos e de governos de diferentes áreas que realizam reuniões públicas trimestralmente. Dentre as suas funções estão: assessorar o Secretário de Energia e de Agricultura; analisar o teor técnico de solicitações e propostas encaminhadas ao BRDI; realizar parcerias entre órgãos do governo federal e estaduais, tal como com produtores agrícolas, indústria, consumidores, a academia e outros interessados.

O BRDI tinha como objetivo conceder recursos não-reembolsáveis e empréstimos para entidades com projetos para pesquisa, desenvolvimento e demonstração de biocombustíveis e produtos relacionados (NAS, 2011); como também para avaliações de resultados referentes à capacidade de redução de gases causadores de efeito estufa (ou ciclo de vida)<sup>163</sup>. Mais de US\$ 300 milhões foram alocados para o programa entre 2002 e 2012 (FULLER, 2014).

---

<sup>161</sup> Informação disponível em: <http://www.biomassboard.gov/initiative/initiative.html>. Consultada em 20/03/2014.

<sup>162</sup> Informação disponível em: <http://www.csrees.usda.gov/funding/rfas/brdi.html>. Consultada em 20/03/2014.

<sup>163</sup> Informação disponível em: <http://www.csrees.usda.gov/funding/rfas/brdi.html>. Consultada em 20/03/2014.

#### **e. The Biomass Crop Assistance Program (BCAP)**

O BCAP vem como resposta do governo dos EUA em tentar enfrentar os problemas relacionados à dependência energética de combustíveis fósseis, reduzir a poluição a partir da queima de carbono, assim como criar empregos e estimular o desenvolvimento rural.

Este programa provê incentivos a produtores rurais, pecuaristas e proprietários de florestas para que possam ofertar biomassa a ser utilizada para as mais diversas finalidades. Dentre as culturas preferenciais estão a *switchgrass* e *miscanthus* (que são um tipo de grama de rápido crescimento), a *jatropha* (da família da mamona), o álamo, e a leguminosa pongamia (USDA, 2010; STUBBS, 2010; NAS, 2011).

Essa iniciativa é uma das várias adotadas pelo governo dos EUA como forma de estimular a produção e fornecimento contínuo de biomassa, dado que esse é um gargalo importante para que a produção de biocombustíveis em larga escala por biorrefinarias possa se tornar viável logística e financeiramente. Desta forma, reduzindo riscos e criando expectativas favoráveis a esse futuro mercado.

Produtores agrícolas e de bioenergia podiam se submeter ao projeto conjuntamente. Se selecionados, eles poderiam ter reembolso de até 75% de seus custos de implementação de alguma cultura agrícola que serviria para produção de bioenergia. Além disso, contariam com assistência financeira para coleta/colheita, armazenamento e transporte da biomassa por dois anos na forma de um pagamento de até US\$ 45 por tonelada a ser entregue na biorrefinaria (COYLE, 2010; NSA, 2011).

As condições para aceitação da oferta de biomassa exigem que o produto seja certificado, e coletado somente se possuir plano de conservação e manejo florestal para preservar a qualidade do solo e da água. Além disso, o programa não abrange áreas nativas. E como forma de tentar atingir as metas estabelecidas para a produção de etanol celulósico nos EUA, os produtores de etanol celulósico cujo produto tenha capacidade de redução dos gases de efeito estufa acima de 60% ganham bônus especiais. As estimativas são de que o programa terá um gasto de US\$ 461 milhões ao longo de 15 anos e um impacto positivo na atividade econômica de US\$ 88,5 bilhões (USDA, 2010).

### 6.3 VOLUME FINANCEIRO DO FOMENTO AO ETANOL NOS EUA

Uma questão recorrente no âmbito do debate sobre o apoio dos governos ao desenvolvimento de tecnologia e de produção de biocombustíveis é quanto tem sido gasto com a promoção dessas ações de fomento. Em 2011, último ano de vigência dos subsídios ao etanol de primeira geração, o governo dos EUA, por meio do Departamento de Energia, desembolsou US\$ 24 bilhões para apoiar o desenvolvimento e produção de combustíveis e tecnologias voltadas para energia<sup>164</sup>. No entanto, desse total US\$ 20,5 bilhões (ou 85%) se destinaram a subsídios fiscais (deduções e ou créditos fiscais). Os programas do DoE utilizaram o valor restante de US\$ 3,5 bilhões (CBO, 2012).

O ano de 2011 marca o fim de 33 anos de subsídios ao etanol de milho produzido nos EUA. Conforme demonstrado anteriormente, o formato e a denominação desse subsídio foram alterados ao longo do tempo. Mas isso não impediu que ele respondesse por valores maiores com o passar dos anos, chegando a responder por US\$ 6,1 bi como crédito fiscal (25% do total de US\$ 24 bi). Como medida de resposta à crise econômica para estimular a economia, o *Emergency Economic Stabilization Act* de 2008 aumentou os fundos destinados à eficiência energética e energias renováveis. E o *American Recovery and Reinvestment Act* de 2009 (ARRA) aumentou as preferências fiscais em segmentos relacionados à promoção de eficiência energética, energias renováveis e veículos alternativos.

Até 2007, as maiores parcelas de preferências fiscais eram destinadas a combustíveis fósseis, que tradicionalmente vinham contando com mais de 2/3 do total. Mas o *Energy Policy Act* de 2005 mudou esse foco passando a privilegiar a área de energia renovável com uma parcela maior de benefícios fiscais – com destaque para a eficiência energética e uso de veículos com motores alternativos.

A partir de 2008, as áreas de energia renovável e eficiência energética passaram a absorver as maiores parcelas de incentivos fiscais do governo federal, chegando em 2011 a 78% (US\$ 16 bilhões), incluindo, além das energias renováveis os combustíveis fósseis, energia nuclear e outros (CBO, 2012).

O governo federal dos EUA tem disponibilizado quantias significativas em prol do desenvolvimento tecnológico e da construção de plantas piloto e para demonstração comercial. De modo a informar os valores alocados para o fomento

---

<sup>164</sup> Congressional Budget Office. Disponível em: <http://www.cbo.gov/publication/43040>. Consultado em 03/03/2014.

financeiro realizado pelo governo dos EUA, são apresentadas as rubricas reservadas no orçamento anual para estimular as áreas de energia, destacadamente no que se refere aos biocombustíveis e biomassa. Os dados estão focados nos anos de 2007 e 2010 porque a fonte se trata de uma publicação específica<sup>165</sup> do DoE que apresenta estatísticas desagregadas sobre os créditos fiscais e demais tipos de auxílio financeiro dados pelo governo federal à área de energia. As informações destacam os biocombustíveis, classificando os subsídios à área de energia em quatro categorias (DOE, 2011):

a. Gastos diretos com produtores e consumidores: envolvem desembolsos diretos que proporcionam um benefício financeiro para os produtores ou consumidores de energia.

b. Isenções fiscais: valores subsidiados referentes a ações realizadas por empresas ou indivíduos que afetam a produção de energia, consumo ou sua conservação.

c. Pesquisa e desenvolvimento: tais gastos são destinados a uma variedade de objetivos, tais como o aumento da oferta de energia dos EUA ou a melhora da eficiência de consumo de energia, para produção e tecnologias de uso final. Gastos em P&D geralmente não afetam diretamente o consumo atual de energia, a produção e os preços, mas, se forem bem sucedidos eles podem afetar os resultados futuros.

d. Concessão de garantias e empréstimos: envolvem o apoio financeiro federal (via DoE e USDA, principalmente) utilizado para fomentar certas tecnologias energéticas inovadoras que normalmente não seriam capazes de obter financiamento privado convencional devido aos altos riscos associados às novas tecnologias.

O total de subsídios e demais fomentos realizados pelo DoE passaram de US\$ 17,9 bilhões em 2007 para US\$ 37,2 bilhões em 2010, um crescimento de 50%. A tabela 6.4 contém informações desagregadas para os diferentes tipos de fonte de energia. Fica evidente que os gastos via subsídios fiscais respondem pelas maiores parcelas de recursos concedidos, seguidos pelos gastos diretos. Os biocombustíveis se destacam como o grupo individual que respondeu pelos maiores valores de subsídio fiscal.

---

<sup>165</sup> Esse relatório foi preparado para atender uma demanda específica de deputados (Roscoe G. Bartlett, Marsha Blackburn e Jason Chaffetz) do Congresso dos EUA que solicitaram informações sobre o fomento e valores de subsídios ao setor de energia no país.

**Tabela 6.4 – Subsídios e apoio a diferentes tipos de energia – orçamento federal dos EUA (2007 e 2010), (valores em US\$ milhões)**

	Gastos Diretos		Isenções Fiscais		Pesquisa e Desenvolvimento		Garantias e empréstimos	
	2007	2010	2007	2010	2007	2010	2007	2010
Carvão	-	42	291	561	582	663	n.a.	-
Gás Natural e Petróleo	-	4	1.914	2.690	43	70	n.a.	-
Energia Nuclear	-	-	600	908	1.017	1.169	n.a.	265
Energias Renováveis	110	4.695	4.130	8.169	717	1.408	n.a.	270
Biomassa	16	57	5	523	40	537	n.a.	-
Geotérmica	-	160	5	1	9	100	n.a.	12
Hidro	-	17	6	17	-	52	n.a.	-
Solar	-	496	8	120	171	348	n.a.	173
Eólica	-	3.556	418	1.178	58	166	n.a.	85
Outros	5	95	6	-	211	205	n.a.	-
<b>Biocombustíveis</b>	<b>89</b>	<b>314</b>	<b>3.682</b>	<b>6.330</b>	<b>228</b>	<b>-</b>	<b>n.a.</b>	<b>-</b>
Conservação	369	3.387	-	3.206	-	-	n.a.	4
Usuário Final	2.276	5.705	832	693	509	832	n.a.	1.011
Outros	-	462	3.734	57	142	223	n.a.	20
<b>Total</b>	<b>2.755</b>	<b>14.295</b>	<b>11.501</b>	<b>16.284</b>	<b>3.010</b>	<b>4.365</b>	<b>n.a.</b>	<b>1.570</b>

Fonte: DOE (2011, p. XIII e XIV)

No que se refere ao caso dos estímulos para Pesquisa e Desenvolvimento, verifica-se que há um aumento de US\$ 1,3 bi entre 2007 e 2010, sendo que parte significativa desse valor foi direcionado para a área de biomassa. O valor aumentou mais de 13 vezes, passando de US\$ 40 milhões para US\$ 537 milhões, o que demonstra uma mudança de rumo nos gastos em P&D para favorecer o avanço em tecnologias relacionadas ao uso da biomassa para geração de energias renováveis, em que se incluem os biocombustíveis de segunda geração que são demandantes desse insumo.

A tabela 6.5 destaca os valores concedidos como subsídios por tipo de fonte de energias que não foram direcionadas para uso na produção de energia elétrica. Verifica-se que a ampla maioria dos subsídios destinados a biocombustíveis e biomassa (98,5%) não são direcionados para geração de energia elétrica, o que indica que seu impacto é direcionado, sobretudo, para uso como combustível. Isso também se verifica para o caso do petróleo e gás natural, em que 76,8% dos subsídios afetam a produção dessa fonte de energia e seus derivados não são utilizados para produzir energia elétrica.

**Tabela 6.5 – Subsídio total e subsídios por tipo de fonte de energias que não foram direcionadas para uso na produção de energia elétrica em 2010 (valores em US\$ mi)**

	Subsídio Total (A)	Subsídio não usado para eletricidade (B)	B/A (%)
Carvão	1.358	169	12,4
Gás Natural e Petróleo	2.820	2.165	76,8
Biomassa e Biocombustíveis	7.761	7.646	98,5
Geotérmica	273	73	26,7
Solar	1.134	169	14,9
Outros renováveis	302	226	74,8
Total	13.648	10.448	76,6

Fonte: DOE (2011, p. XXI)

A tabela 6.6 apresenta as despesas fiscais relacionadas à energia e combustíveis renováveis alocados dentre as diferentes modalidades de crédito fiscal. Foram US\$ 8,2 bi de subsídios diversos direcionados a combustíveis renováveis em 2010. Verifica-se que o *Volumetric Ethanol Excise Tax Credit* (VEETC) respondeu pelo maior salto entre 2007 e 2010 e por 70% do valor total concedido. Esse resultado ocorre devido ao aumento da produção de etanol de milho nos EUA nesse período e que se beneficia com subsídios. O crédito não é direcionado aos produtores de etanol mas sim às distribuidoras ou instalações que realizam a mistura do etanol na gasolina. No entanto, deve ser destacado o aumento expressivo do crédito para novas tecnologias entre 2007 e 2010, o que ilustra o empenho do governo federal em fomentar o avanço na área de biocombustíveis renováveis, em especial as tecnologias de segunda geração para produção de etanol, além da produção de biodiesel.

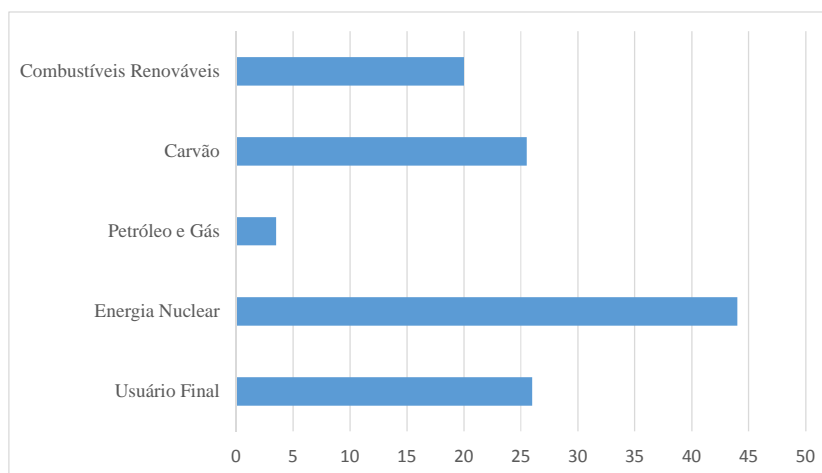
No que se refere ao volume acumulado de gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizado pelo DoE, o Gráfico 6.2 mostra os valores concedidos entre 1978 e 2010 para cinco grandes áreas. A maior beneficiária foi a energia nuclear por se tratar de uma área de interesse estratégico dos EUA. Os combustíveis renováveis vêm na quarta posição respondendo por US\$ 20 bi dos gastos acumulados com P&D.

**Tabela 6.6 – Subsídios (créditos fiscais) direcionados a combustíveis renováveis por modalidade, 2007 e 2010 (valores em US\$ mi).**

	2007	2010
Alcohol Fuel Credit	42	70
VEET (etanol)	3.454	5.680
Crédito para Novas Tecnologias	426	1.513
Crédito para produção de Biodiesel	-	490
Outros	208	415
<b>Total</b>	<b>4.130</b>	<b>8.168</b>

Fonte: DOE (2011, p. 13).

Nota: O *Alcohol Fuel Credit* se refere à rubrica com o total que engloba o crédito para mistura de etanol e o crédito para biocombustível celulósico. Também faz parte dele o *Small Ethanol Producer Credit*, que se refere ao subsídio de US\$ 0,10 por galão de etanol para pequenos produtores (que possuem capacidade de produção inferior a 60 milhões de galões ano). O subsídio fica limitado aos primeiros 15 milhões de galões.



**Gráfico 6.2 – Gastos acumulados realizados pelo DoE em P&D, 1978 a 2010 (valores em US\$ bi)**

Fonte: DOE (2011, p. 34)

**Tabela 6.7 – Gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D) em energias renováveis, 2007 e 2010 (valores em US\$ mi)**

	2007	2010
Eólica	58	166
Solar	171	348
Tecnologia de hidrogênio	211	205
Biocombustíveis e biomassa	268	537
Geotérmica	9	100
Hidroelétrica	-	52
<b>Total</b>	<b>717</b>	<b>1.408</b>

Fonte: DOE (2011, p. 36)

A tabela 6.7 complementa as informações referentes a P&D com energias renováveis e mostra que, definitivamente, o grupo de biocombustíveis e biomassa tem sido o maior contemplado com os dispêndios do DoE com objetivo de obter avanços

científicos e tecnológicos na área. Energia solar vem em segundo lugar como responsável pelo gasto de US\$ 348 mi em P&D. Interessante notar que em ambos os casos os valores foram dobrados entre 2007 e 2010.

As estatísticas apresentadas nesse item contribuem para sustentar o argumento de que o governo federal dos EUA tem direcionado recursos volumosos e maior atenção para os diferentes tipos de energia renovável, com destaque especial para o caso do biocombustíveis e da biomassa como uma fonte de energia importante e para a qual tem sido depositadas várias expectativas positivas em relação ao futuro.

#### 6.4 FRONTEIRA TECNOLÓGICA E ESTÍMULOS AO ETANOL CELULÓSICO NOS EUA

Pode-se considerar que há quatro formas principais de estimular os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e produção de etanol celulósico nos EUA (NSA, 2011). A primeira forma é via subsídios como créditos fiscais, subvenções, empréstimos diretos ou concessão de garantias para obtenção de créditos voltados a reduzir os custos associados ao investimento de construção de biorrefinarias. Nesse sentido, a *Farm Bill* de 2008 inovou ao disponibilizar uma série de programas que atendem essas premissas, tal como também a *Energy Policy Act* de 2005.

A segunda forma de apoio pode ocorrer por meio de subsídios que reduzam os custos logísticos e de compra da biomassa pelas refinarias de biocombustíveis. O terceiro tipo de subsídios pode ocorrer diretamente sobre o preço do biocombustível vendido pelas biorrefinarias. O relatório da NAS (2011) exemplifica que o *Energy Policy Act* de 2005 estabeleceu um mecanismo de compra de biocombustíveis celulósicos pelo governo federal. Assim, biorrefinarias podem submeter propostas de venda de biocombustível celulósico para o governo federal, indicando na proposta ou na licitação o valor do incentivo necessário para que aquela produção seja realizada. A quarta forma de subsídio para os biocombustíveis celulósicos é a referente a pesquisas, desenvolvimento e outros programas que possam reduzir o seu custo de produção, o que permite gerar melhorias e resultados positivos que afetam todo o segmento de forma transversal (NAS, 2011).



Lei	Programas	Valores autorizados
<b>1. Programas para subsidiar os custos de capital fixo de biorefinarias</b>		
Farm Bill	1. Biorefinery Assistance Program: concede assistência ao pagar custos de desenvolvimento e construção de biorefinarias para demonstração.	US\$ 150 milhões anualmente (2009-2012).
Farm Bill	2. Biorefinery Assistance Program: concede garantias para realização de empréstimos voltados a desenvolvimento, construção e redimensionamento de biorefinarias com escala comercial.	US\$ 75 milhões em 2009 e US\$ 245 milhões em 2010.
Farm Bill	3. Repowering Assistance Program: Concessões a biorefinarias já existentes que desejem alterar o uso de combustíveis fósseis para outras fontes de geração de energia a ser usada na biorefinaria.	Disponível para qualquer biorefinaria, US\$ 3 milhões em 2009 e US\$ 15 milhões anualmente para 2009 a 2012.
EPAAct	4. Integrated Biorefinery Demonstration Projects: Concessões para garantir a demonstração de aplicações comerciais em biorefinarias para produção de biocombustíveis ou produtos químicos à base de biomateriais.	US\$ 100 milhões a US\$ 150 milhões anualmente entre 2007 e 2009.
EPAAct	5. Biomass Research and Development Initiative: Concessões para demonstração de tecnologias e processos necessários para a produção de biocombustíveis e outros produtos relacionados.	US\$ 100 milhões entre 2006 e 2015.
EPAAct	6. Municipal Solid Waste and Cellulosic Biomass Loan Guarantee Program: Provê garantias para empréstimos voltados à construção de instalações para converter resíduos sólidos e biomassa celulósica em etanol.	A ser definida pelo DoE conforme demanda.
EPAAct	7. Municipal Solid Waste and Cellulosic Biomass Loan Guarantee Program: Provê garantias para empréstimos voltados a projetos de demonstração de etanol à base de biomassa celulósica e de sucrose.	Garantia de até US\$ 250 milhões para não mais que 4 plantas.
EPAAct	8. Assistência para conversão de biomassa celulósica, etanol derivado de resíduos, e combustíveis renováveis aprovados: Concessões para produtores de etanol celulósico derivado de resíduos agrícolas, florestais, sólidos municipais e outros produtos agrícolas.	US\$ 100 a US\$ 400 milhões entre 2006 e 2008.
EPAAct	9. Sugar Ethanol Loan Guarantee Program: garantias para empréstimos para construção de instalações para produção de biocombustível a partir de cana-de-açúcar ou produtos da cana.	US\$ 50 milhões por projeto.
EPAAct	10. Incentivos para tecnologias inovativas: concede garantias para empréstimos para projetos voltados à produção de energia avançada, incluindo biocombustíveis avançados.	Conforme necessidade.
<b>2. Programas para subsidiar os custos da biomassa</b>		
Farm Bill	1. Bioenergy Program for Advanced Biofuels: realiza pagamento de proporção da biomassa adquirida por produtores de biocombustíveis	US\$ 300 milhões entre 2009 e 2012.
Farm Bill	2. Feedstock Flexibility Program for Bioenergy Producers: realiza compras de açúcar para uso como biomassa e previne a acumulação de estoques de açúcar do governo.	Conforme necessidade definida pelo Departamento de Agricultura (USDA).
Farm Bill	3. Biomass Crop Assistance Program: realiza pagamentos como apoio para estabelecimento, produção e/ou transporte de biomassa e produtos florestais.	Conforme necessidade definida pelo Departamento de Agricultura (USDA).
<b>3. Programas voltados para os custos de produção de etanol celulósico</b>		
EPAAct	1. Incentivos para o Programa de Biocombustíveis Celulósicos: possibilita a compra do biocombustível pelo governo federal (produtor faz proposta pelo pagamento de sua produção ao vender para o governo).	US\$ 100 milhões anuais por 10 anos.
<b>4. Programas de pesquisa para redução do custo total da produção de biocombustíveis</b>		
Farm Bill	1. Biomass Research and Development Program: apoia pesquisa, desenvolvimento e projetos de demonstração para biocombustíveis e produtos a base de biomassa.	US\$ 20 mi a US\$40 mi garantidos anualmente entre 2009 a 2012 e US\$ 35 mi definidos anualmente entre 2009 e 2012.
Farm Bill	2. Forestry Biomass for Energy Program: apoia pesquisa e demonstração de uso de biomassa florestal.	US\$15 mi anualmente entre 2009 e 2012.
Farm Bill	3. Agricultural Bioenergy Feedstock and Energy Efficiency Research and Extension Initiative: concessões para expandir a disponibilidade de biomassa e eficiência energética nas instalações agrícolas.	US\$50 mi anualmente entre 2009 e 2012.
EPAAct	4. Sugar Cane Ethanol Program: apoia o estudo da produção de etanol a partir de cana de açúcar e produtos derivados.	US\$ 36 mi (até ser totalmente utilizado).
EPAAct	5. Biomass Research and Development Initiative: Concessões para pesquisa aplicada e inovação em tecnologias e processos necessários para a produção de biocombustíveis e outros produtos relacionados.	US\$100 mi anualmente entre 2006 e 2015.
EPAAct	6. Regional Bioeconomy Development Grants: Concessões para a apoio à expansão da bioeconomia por meio de ações de coordenação e educação.	US\$ 1 milhão em 2006.
EPAAct	7. Pre-Processing and Harvesting Demonstration Grants: Concessões para demonstração de colheita de biomassa celulósica e inovações de pré-processamento de combustíveis e outras energias.	US\$ 5 mi anualmente entre 2006 e 2010.
EPAAct	8. Education and Outreach on Biobased Fuels and Products: Provê programas de educação para produtores de biomassa ou para consumidores de biocombustíveis e produtos relacionados.	US\$ 1 mi anualmente entre 2006 e 2010.
EPAAct	9. Integrated Bioenergy Research and Development: Repasse a programas, projetos e atividades de pesquisa e desenvolvimento em bioenergia em conjunto com agências federais, com exceção do DoE.	US\$ 49 mi anualmente entre 2005 e 2009.
EPAAct	10. Advanced Biofuels Technology Program: Concessões para demonstração de tecnologias avançadas para biomassas alternativas.	US\$ 110 mi anualmente entre 2005 e 2009.
EPAAct	11. Centros de Pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias de bioconversão usando biomassa de baixo custo para produção de etanol.	US\$ 4 mi anualmente entre 2005 e 2007.
EPAAct	12. Renewable Fuel Production Research and Development Grants: concessões para pesquisa na produção de biocombustíveis renováveis.	US\$ 25 mi anualmente entre 2006 e 2009.
EPAAct	13. Advanced Biofuel Technologies Program: Concessões para demonstrar tecnologias avançadas para produção de combustíveis alternativos, incluindo o etanol celulósico.	US\$ 110 mi anualmente entre 2005 e 2009.
EISA	14. Bioenergy Research Centers: Centros criados para acelerar as pesquisas e desenvolvimento de transformação de biocombustíveis, incluindo o processo biológico.	Valores determinados pelo DoE. Em 2007 foram mais de US\$ 300 mi.

### Quadro 6.3 – Programas Federais que visam reduzir os custos e estimular a produção nas biorrefinarias de biocombustíveis celulósicos

Fonte: NSA (2011, pp. 160-161).

Legenda: Farm Bill – Food, Conservation and Energy Act de 2008 / EPAAct - Energy Policy Act de 2005 / EISA - Energy Independency and Security Act de 2007.

Nota: Os anos fiscais nos EUA se referem ao período entre Outubro e Setembro do ano seguinte.

O quadro 6.3 registra uma sistematização de programas federais que contribuem para a redução dos custos de produção de biocombustíveis celulósicos nos EUA. Ele está organizado de modo a exemplificar cada um dos quatro tipos de políticas de fomento adotadas pelo governo federal dos EUA para promover o etanol celulósico (biocombustíveis de segunda geração).

Os programas e ações de fomento estão definidos a partir de três leis fundamentais para a compreensão dos estímulos relacionados à promoção da produção e da inovação em biocombustíveis celulósicos. São eles: a *Energy Policy Act* de 2005 (EPAct), a *Energy Independency and Security Act* de 2007 (EISA) e a *Food, Conservation and Energy Act* de 2008 (Farm Bill).

Verifica-se com base nos programas apresentados no Quadro 6.3 que os valores disponibilizados pelo governo federal são elevados e possuem uma distribuição e calendário específicos para uso nas quatro categorias. Esse conjunto de ações e programas demonstram o interesse do governo federal em promover os biocombustíveis de segunda geração, com destaque para o etanol celulósico. Não por acaso esse biocombustível recebeu uma atribuição essencial para o alcance das metas instituídas pela RFS2. Ainda que haja problemas no alcance desses resultados (como será discutido mais adiante), a regulamentação de todas as leis e programas de fomento à produção e inovação de biocombustíveis celulósicos é uma marca das preocupações que o governo dos EUA vem tendo nos últimos anos em relação a esse tema.

Outra iniciativa direcionada a expandir o desenvolvimento e a produção de biocombustível celulósico (nesse caso, de etanol), refere-se ao *Cooperative Research and Development Agreement* (CRADA) firmado entre a empresa DuPont, o Departamento de Energia (DoE) e o *National Renewable Energy Lab* (NREL), ligado ao DoE. O CRADA foi regulamentado por meio do *Federal Technology Act* de 1986. Trata-se de um tipo de acordo que pode ser firmado entre um ou mais laboratórios ligados ao governo federal com uma ou mais entidades ou empresas. O governo provê o uso de seus laboratórios, do pessoal técnico, das instalações e equipamentos com ou sem reembolso dos custos. As outras partes do acordo também provêm os mesmos insumos para a condução de pesquisas e desenvolvimento definidos no acordo. O objetivo é acelerar a comercialização de tecnologias, otimizar o uso de recursos e proteger os interesses das empresas envolvidas. As empresas privadas que participam do acordo também estão autorizadas a registrar patentes, mantendo os direitos sobre

patentes desenvolvidas no âmbito do acordo, de modo que o governo recebe uma licença para utilizá-las.

O CRADA entre a DuPont, DoE e NREL data do início dos anos 2000. Desde o início do acordo até 2008 o DoE já havia desembolsado mais de US\$ 49 milhões para auxiliar no desenvolvimento dos processos de pré-tratamento, na conversão de etanol avançado e na melhoria das enzimas utilizadas para isso (FULLER, 2014).

Em 2008 a Genecor e a DuPont<sup>166</sup> firmaram parceria e anunciaram que o plano era investir US\$ 140 milhões numa planta piloto (*joint-venture*) para integrar os processos de pré-tratamento e fermentação desenvolvidos em conjunto com o NREL e as enzimas já desenvolvidas pela Genecor. O objetivo era converter resíduos/palha do milho e bagaço de cana-de-açúcar em etanol. Assim, após os avanços, a pretensão será licenciar o pacote tecnológico para outros produtores de etanol<sup>167</sup>. Em outro CRADA, o NREL em conjunto com a Genecor também trabalharam conjuntamente para reduzir os custos relacionados à tecnologia de quebra das moléculas dos materiais celulósicos, para o qual chegaram à conclusão de que isso se torna mais fácil para a produção de etanol.

Em relação à evolução dessas iniciativas e a situação atual dos resultados desse projeto, a DuPont Cellulosic Ethanol se tratará da maior planta comercial a produzir etanol celulósico no mundo (HILL, 2013)<sup>168</sup>. O início da construção da instalação, visando produção comercial em larga escala, ocorreu em novembro de 2012 e a previsão era de que ela entrasse em funcionamento até o quarto trimestre de 2014. A planta está localizada na cidade de Nevada (Iowa, no cinturão do milho) e foi planejada para processar resíduos do milho. Estima-se que o investimento total alcance US\$ 225 milhões e que a produção anual seja de 300 milhões de galões por ano<sup>169</sup>.

Esse tipo de parceria tem sua importância ao criar as condições para que a pesquisa científica se torne uma tecnologia aplicada a ser utilizada para produção em maior escala quando de sua comercialização. Assim, o Estado desempenha um papel

---

<sup>166</sup> A Genecor foi adquirida pela Danisco, posteriormente.

<sup>167</sup> Mais informações podem ser encontradas em: <http://www.nrel.gov/news/press/2008/600.html>. Consultado em 08/04/2014.

<sup>168</sup> Em apresentação realizada no 29th Annual Fuel Ethanol Workshop, realizado em Junho de 2013 na cidade de St Louis.

<sup>169</sup> Mais informações podem ser encontradas em: [http://biofuels.dupont.com/fileadmin/user\\_upload/live/biofuels/DuPont\\_Nevada\\_CE\\_final.pdf](http://biofuels.dupont.com/fileadmin/user_upload/live/biofuels/DuPont_Nevada_CE_final.pdf).

Consultado em 08/04/2014. A título de comparação, a planta da GranBio em Alagoas que começou a produzir, em pequena escala, em setembro de 2014 teve um custo total de aproximadamente US\$ 265 milhões e tem capacidade de produzir 82 milhões litro/ano. E no caso da Raízen, que iniciou suas atividades em nov/2014 na cidade de Piracicaba (SP), o custo de instalação foi de R\$ 237 milhões, para uma capacidade de 40 milhões de litros por ano.

importante em destravar esse processo em conjunto com empresas que possam reproduzir o processo comercialmente e gerar retornos e externalidades positivas para o setor e para a sociedade.

#### 6.4.1 O uso de algas para produção de biocombustíveis

No que se refere à fronteira tecnológica na produção de biocombustíveis, pode-se considerar que, conforme os conhecimentos e tecnologias atuais, os biocombustíveis derivados de algas já estão sendo considerados como de terceira geração. As algas têm sido uma fonte de energia tecnicamente viável e com características interessantes por não terem que lidar com algumas das desvantagens que se verificam no caso dos biocombustíveis de primeira e segunda geração, tal como a competição por terra para cultivo e uso de alimentos para produção de biocombustíveis.

As algas são uma das mais antigas formas de vida. Elas não possuem raízes, células e folhas, e tem na clorofila sua base fotossintética (BRENNAN e OWENDE, 2010). Em condições de crescimento natural, as algas absorvem a luz solar (ou luz induzida) e assimilam o dióxido de carbono a partir do ar e nutrientes disponíveis na base aquática (HIGAM e SINGH, 2011).

O volume de óleo obtido de microalgas pode ser até 16 vezes maior do que aquele obtido de palmas, e até 100 vezes superior ao volume de óleo conseguido com os tradicionais grãos utilizados para processamento de biocombustíveis (SIMS, et al, 2008). Além disso, as algas são os organismos fotossintéticos de crescimento mais acelerado e com potencial de produzir até 46 toneladas de óleo por hectare/ano (HIGAM e SINGH, 2011). As algas surgem como grande promessa no campo da produção de biocombustíveis porque é uma espécie vegetal que apresenta alta produtividade em seu cultivo, não requer terras aráveis para cultivo e pode utilizar uma variedade de tipos de água (inclusive, salobra, salgada e de reaproveitamento), além de poder reciclar gases poluentes, como o  $\text{CO}_2$ , lançado na atmosfera (EPA, 2010; IEA, 2011). Também favorece as algas como insumo para produção de combustíveis o fato de que elas possuem elevado teor de açúcar e não têm lignina em sua estrutura.

O cultivo de algas com finalidade comercial já ocorre desde os anos 1950, pois a indústria farmacêutica tem sido uma usuária dos seus produtos, como lipídios, proteínas e carboidratos, obtidos em grandes quantidades e em curtos períodos de

tempo. No entanto, somente mais recentemente as atenções se voltaram para as algas como insumo para produção de biocombustíveis (IEA, 2011).

Os biocombustíveis mais proeminentes obtidos a partir de algas são aqueles para aviação, cuja tecnologia, embora em pleno desenvolvimento ainda é recente e muito cara. Os custos de óleo bruto obtido das algas podem variar de US\$ 0,75/litro até US\$ 5,00/litro, sem contar os custos para conversão do óleo para biocombustível (IEA, 2011). Esses podem variar entre US\$ 9,00 a US\$ 35,00 por galão de biocombustível<sup>170</sup>, o que é muito quando comparado aos demais combustíveis, inclusive do etanol celulósico, cujo custo estava ao redor de US\$ 3,00 o galão (COYLE, 2010).

Assim, os desafios para o desenvolvimento dos combustíveis de algas em escala comercial ainda são muitos e custosos, o que demanda muito investimento em pesquisa e desenvolvimento para torná-las viáveis em termos de custo e valor agregado. Além disso, existe a necessidade de espaços com ampla disponibilidade de sol e água, tal como de nutrientes para que as algas possam ser cultivadas (IEA, 2011). Ainda que consumam 99% menos água, em compensação requerem um elevado investimento em capital fixo (SIMS, et al, 2008).

Existem cerca de 30 empresas nos EUA realizando diferentes tentativas para produzir combustíveis a partir de algas (COYLE, 2010). Em alguns casos, a produção de algas tem ocorrido em fotobiorreatores como também em tanques abertos, alguns dos quais podem chegar a produzir mais de 5.000 galões por acre (ou 0,40 hectare), o que significa um elevado potencial de conversão para biocombustíveis (COYLE, 2010).

#### 6.4.1.1 O programa do Departamento de Energia (DoE)

O *Bioenergy Technologies Office* do Departamento de Energia responde pelo *Algae Program*<sup>171</sup> que tem como objetivo realizar pesquisa e desenvolvimento que possibilitem reduzir o custo de produção de biocombustíveis de algas. As ações no DoE também são realizadas em parceria com o USDA e DoD e outros parceiros privados.

---

<sup>170</sup> Embora a maior parte das empresas que estão tentando produzir biocombustíveis a partir de algas esteja focada na produção de biodiesel, há o caso da Algenol que está tentando a produção de etanol de algas e da UOP e da Sapphire que estão tentando obter biocombustíveis que sejam equivalentes ao petróleo (COYLE, 2010).

<sup>171</sup> Mais informações disponíveis em: <http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/algae.html>. Consultado em 10/04/2014.

O programa já disponibilizou recursos que totalizaram US\$ 95 milhões para cinco projetos voltados ao aprimoramento de biocombustíveis de algas<sup>172</sup>:

1. *National Alliance for Advanced Biofuels and Bioproducts* (NAABB): liderado pelo *Los Alamos National Laboratory* - US\$50 milhões.
2. *Sustainable Algal Biofuels Consortium* (SABC): liderado pela *Arizona State University* – US\$ 6 milhões.
3. *Consortium for Algal Biofuels Commercialization* (CAB-Comm): liderado pela Universidade de San Diego – US\$9 milhões.
4. *Cornell/Cellana Consortium*: liderado pela *Cornell University* - US\$9 milhões.
5. *Advancements in Sustainable Algal Production*: liderado pela *Arizona State University* – US\$ 21 milhões.

Esse programa está voltado para a produção de biocombustíveis automotivos, enquanto o caso apresentado a seguir se refere ao biocombustível para aviação.

#### 6.4.1.2 O programa do Departamento de Defesa (DoD)

Nos anos 1970 o DoE estimulou a realização de pesquisas sobre algas, mas foram abandonadas nos anos noventa, sendo novamente retomadas recentemente (SIMS, et al, 2008). A Agência de Projetos de Pesquisa Avançada para Defesa (DARPA), ligada ao Departamento de Defesa (DoD), possui um programa para biocombustíveis que tem como objetivo realizar pesquisas e avanços em eficiência energética de modo a reduzir a dependência de combustíveis tradicionais na área militar sob gestão do DoD. Trata-se de um projeto voltado sobretudo para o combustível para aviação (Jet-Fuel) e desenvolvido em conjunto com universidades. Tal programa tem como objetivo o desenvolvimento do biocombustível JP-8, diferente do JP-8 baseado em petróleo. O combustível JP-8 responde por mais de 90% do consumo pelo DoD, similar ao Jet-A usado em voos civis e ao JP-5 usado pela marinha. O programa foi iniciado em 2007, e em 2008 contava com um orçamento de US\$ 29,5 milhões, e de US\$ 13,6 mi e US\$ 23,9 mi em 2009 e 2010 (DARPA, 2014).

Em 2007 a DARPA também lançou uma chamada para o desenvolvimento de tecnologias capazes de produzir combustível de aviação militar a partir de matérias-primas agrícolas e aquáticas que não competissem com o uso para alimentação. Esse programa ficou conhecido como *BioFuels Cellulosic and Algal Feedstocks*<sup>173</sup>. Segundo

---

<sup>172</sup> Mais informações disponíveis em:

[http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/fishman\\_caafi\\_workshop.pdf](http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/fishman_caafi_workshop.pdf). Consultado em 10/04/2014.

<sup>173</sup> Informação disponível no site da DARPA:

[https://www.fbo.gov/index?s=opportunity&mode=form&id=1aeec0b4d36548301949a4d3e7fb78f0&tab=core&\\_cview=1](https://www.fbo.gov/index?s=opportunity&mode=form&id=1aeec0b4d36548301949a4d3e7fb78f0&tab=core&_cview=1). Visualizado em 25/03/2014.

informações disponibilizadas no *website* da DARPA, em 2010 a Logos Technologies Inc foi contratada para desenvolver o projeto cujo valor foi de US\$ 17,4 milhões. A empresa ficou encarregada de demonstrar o processo de fermentação dos lipídios em escala viável de produção comercial, a partir de biomassa, de modo a verificar possibilidade de substituição do JP-8 no curto prazo<sup>174</sup>. Essa seria a fase 2 do projeto, de modo que os objetivos seriam alcançar a produção de etanol de algas com custo inferior a US\$ 1 por galão. A fase 2 do projeto tinha como prazo fevereiro de 2012. Em 2013 o Congresso dos EUA definiu uma emenda de US\$ 9 milhões para o projeto. No orçamento de 2014 foi mencionado o caso dos biocombustíveis como intenção para entrar no orçamento de 2015 (DARPA, 2014).

Como se trata de um mercado ainda muito incerto e cujas tecnologias ainda dependem de avanços no sentido de reduzir os custos de produção, o mercado atual ainda fica muito restrito à área militar que tem interesse em encontrar combustíveis substitutos para aviação (HIGAM e SINGH, 2011). Assim, as expectativas de ampliação desse mercado ficam estacionadas até que seja possível reduzir fortemente os custos de produção.

## 6.5 OS DESAFIOS QUE OS EUA ENFRENTAM PARA ALCANÇAR SUAS METAS

As informações verificadas anteriormente sobre as políticas e ações encaminhadas pelo governo federal dos EUA indicam o interesse em promover desenvolvimento tecnológico e ampliação da produção e do consumo de biocombustíveis, com forte destaque para o caso do etanol celulósico, tal como registrado pela *Renewable Fuel Standard 2* (RFS2).

No entanto, apesar dos esforços de aumentar o uso do E85 (etanol com adição de 15% de gasolina) no país, em 2012 o número de postos que forneciam esse tipo de combustível era de somente 2.553 num universo de 160.000 (FULLER, 2014). Cenário que não foi alterado posteriormente, pois o foco tem sido na adição de etanol na gasolina (*blending*) e a maior parte dos estados ainda não detém uma frota de carros compatíveis (ou *flex-fuel*) para uso do E85.

---

<sup>174</sup> Informação disponível no site da DARPA: <https://www.fbo.gov/index?s=opportunity&mode=form&tab=core&id=0b7bbfe734883c691dbfd8a553f3d131>. Visualizado em 25/03/2014.

As barreiras para alcançar as metas referentes à produção e ao consumo de biocombustíveis de segunda geração podem ser agrupadas em quatro categorias (NAS, 2011; TAN, LEE e MOHAMED, 2008). A primeira é de caráter econômico, pois os subsídios para redução dos custos de produção e preços dos biocombustíveis celulósicos ao nível dos concorrentes de origem fóssil podem não ser mantidos por tempo suficiente para torná-lo competitivo. Além dos desafios referentes à tecnologia em si, também será necessário reduzir os gastos com a biomassa, pois ela representa uma parte importante dos custos. A segunda barreira é de caráter ambiental porque é necessário ultrapassar entraves técnicos que possam ferir regulamentações e exigir mais gastos para adequação aos padrões exigidos. A terceira se refere à esfera política, pois algumas políticas podem, inclusive, afetar direta ou indiretamente a produção de biocombustíveis ao criarem exigências que possam desestimular o alcance de metas pré-estabelecidas na RFS2. E por fim, as barreiras sociais também podem demandar esforços no sentido de promover a percepção e aceitação da produção e uso de biocombustíveis, com destaque para o caso dos celulósicos (NAS, 2011).

Um problema a ser considerado no período recente está no âmbito das barreiras políticas, conhecido como “*blend wall*”, e se refere à limitação imposta pelo total de biocombustíveis a ser adicionado na gasolina de modo a atender as metas impostas pelas políticas definidas pelo governo federal. Isso ocorre quando a produção total de etanol fica restrita a atender a somente 10% do volume total de gasolina consumida no país. Assim, 90% do combustível é constituído por gasolina e os outros 10% por etanol adicionado (*blended*). Em 2010 a *Environmental Protection Agency* (EPA) aumentou o valor de etanol adicionado para 15% para todos os automóveis produzidos a partir de 2001 e os *flex-fuel*. Mas as estimativas apresentadas pela NAS (2011) para 2014 já registravam que o volume de etanol produzido nos EUA já seria superior ao total necessário para o *blending*, mesmo se todos os veículos já utilizassem os 15% de adição na gasolina.

Assim, o “*blend wall*” (SCHNEPF e YACOBUCCI, 2013; NAS, 2011) seria o principal entrave a ser superado nos EUA para aumentar o uso de etanol no país – que requer ações e mudanças de padrões que são definidas pelas políticas públicas. A produção de etanol em 2013 nos EUA atingiu a marca de 14,4 bilhões de galões<sup>175</sup>,

---

<sup>175</sup> Informações obtidas no site da *US Department of Agriculture* (USDA: <http://www.ers.usda.gov/data-products/us-bioenergy-statistics.aspx#.U0WQHvldWSp>). Consultado em 09/04/2014.



valor esse já superior aos tradicionais 10% necessários para a adição no total de gasolina que foi de aproximadamente 134 bilhões de galões (ou 3,2 bi de barris)<sup>176</sup>.

Assim, quando se considera a meta de consumo definida pela RFS2 que totaliza 36 bilhões de biocombustíveis em 2022, as preocupações começam a ter maior fundamentação. Nota-se que a necessidade de aumentar o consumo de etanol nos EUA também passa pela necessidade de aumentar o número de carros *flex-fuel* que possam ser abastecidos com biocombustíveis (TAN, LEE e MOHAMED, 2008).

A medida adotada pela EPA em aumentar o uso para 15% de etanol adicionado na gasolina para todos os modelos de veículos (em que se incluem carros, caminhonetes e utilitários) produzidos a partir de 2001 foi uma resposta importante ao problema do *blend wall*. Mais de 60% dos veículos utilizados nos EUA no fim de 2010 pertenciam a esse grupo (SCHNEPF e YACOBUCCI, 2013), proporção que deve aumentar rapidamente nos próximos anos contribuindo para o aumento do consumo de etanol.

Os principais argumentos apoiando políticas públicas que estimulam o aumento da produção e consumo de biocombustíveis de primeira e segunda geração definidas pela RFS2, segundo Schnepf e Yacobucci (2013), registram que eles:

- Reduzem incertezas e risco de se investir em biocombustíveis ao garantir uma demanda via mandatos;
- Aumentam a segurança energética dos EUA por meio do aumento da produção de combustíveis renováveis;
- Fornecem uma fonte adicional de demanda por insumos agrícolas o que também contribui para aumentar a renda rural e gerar mais oportunidades no campo;
- Geram benefícios ambientais por se tratar de biocombustíveis renováveis (produzidos a partir de matérias-primas renováveis); e,
- Atendem preocupações referentes às mudanças climáticas, porque os biocombustíveis de segunda geração podem emitir menos gases de efeito estufa.

Os argumentos de defesa do RFS2 devem ser interpretados como tentativas de superar barreiras que possam impedir o aumento da produção de biocombustíveis de segunda geração. E as saídas para isso foram encontradas por meio de políticas públicas que asseguraram a continuidade e sustentabilidade desse segmento com o decorrer do tempo, pois o mercado sozinho não tem conseguido encaminhar a produção de etanol de segunda geração a níveis competitivos. Essas políticas públicas são as ações deliberadas por parte do governo federal desenhadas e implementadas como mecanismos que estimulam e fortalecem a produção e inovação em um segmento econômico que ainda

---

<sup>176</sup> Informações obtidas no site da *US Energy Information Administration* (EIA): [http://www.eia.gov/forecasts/steo/report/us\\_oil.cfm](http://www.eia.gov/forecasts/steo/report/us_oil.cfm). Consultado em 09/04/2014.

não está totalmente bem definido, tal como foi apresentado ao longo desse capítulo. Segmento para o qual as expectativas futuras ainda não são claras, o que faz com que os investimentos privados não ocorram por conta própria, mas sim sejam estimulados mediante os estímulos e cenários propiciados pelas políticas públicas definidas pelo governo dos EUA.

#### 6.5.1 As persistentes revisões dos mandatos da RFS2

As incertezas relacionadas à produção de etanol celulósico persistem e constituem obstáculos a serem superados para que esse tipo de combustível possa ser comercializado de forma sustentada. Como já apontado, a logística relacionada à biomassa é algo que ainda preocupa, pois seus custos também respondem por parcela importante do preço do biocombustível. E as principais fontes de biomassa ficam distantes dos grandes centros consumidores, o que também precisa ser gerenciado para que a produção seja competitiva (SCHNEPF e YACOBUCCI, 2013).

Quaisquer subsídios dependem de decisões políticas que podem mudar ao longo do tempo, o que pode gerar insegurança no avanço do segmento produtor de biocombustíveis de segunda geração. Assim, ao mesmo tempo em que podem ajudar, as políticas podem se tornar barreiras para o próprio avanço do mercado caso sejam mal planejadas e gerem resultados e expectativas que perturbem a estruturação futura da produção e consumo de biocombustíveis. A *US Environmental Protection Agency* (EPA) é o órgão responsável pelo gerenciamento dos mandatos definidos na RFS2, o que a tem colocado em condições de rever o volume de etanol celulósico a ser adicionado à gasolina. A produção prevista desses biocombustíveis não tem sido alcançada nos Estados Unidos, o que tem levado a EPA a reduzir os volumes que haviam sido estabelecidos na RFS2.

Desde 2010, quando se iniciou o calendário para os mandatos de consumo de etanol celulósico nos EUA, a EPA tem reavaliado os volumes de meta de consumo (EPA, 2014; SCHNEPF e YACOBUCCI, 2013; EPE, 2012; NAS, 2011):

- Meta para 2010 decidida em fevereiro/2010: redução de 100 milhões de galões para 6,5 milhões galões;
- Meta para 2011 decidida em novembro/2010: redução de 250 milhões para 6 milhões de galões;

- Meta para 2012 decidida em dezembro/2011: redução de 500 milhões de galões para 8,65 milhões de galões;
- Meta para 2013 decidida em janeiro/2013: redução de 1 bilhão de galões para 14 milhões de galões;
- Meta para 2014 decidida em novembro/2013: redução de 1,75 bilhão de galões para 17 milhões de galões.

Verifica-se que, por um lado, existe o problema do “*blend wall*” que funciona como uma espécie de limitação para a expansão do consumo de etanol (seja de primeira como de segunda geração) em função do consumo de E10 e E15. Por outro lado existe a atual incapacidade de aumentar a produção de etanol de segunda geração conforme os volumes estimados na RFS2 e que são gerenciados pela EPA. Desta forma, as limitações enfrentadas no momento surgem tanto pelo lado da demanda como da oferta, ainda que as políticas públicas definidas no âmbito do governo federal demonstrem certo interesse para que a produção e consumo de etanol (de 1ª e 2ª geração) sejam consolidados.

Existe a possibilidade de o cenário não ser favorável à concessão de empréstimos a projetos relacionados à produção de etanol celulósico, caso a confiança nos mandatos do governo federal se reduza. Bracmort (2012) questiona o fato de as quantidades de etanol celulósico definidas pelos mandatos do governo federal não terem sido alcançadas nos primeiros anos pré-estabelecidos e que isso acaba por gerar expectativas negativas para o futuro da produção e aumento do uso de etanol celulósico, inclusive após a desaceleração econômica que o país passou com a crise internacional de 2008.

Essa é uma crítica pertinente, pois verifica-se que existem restrições claras para o avanço do uso do etanol nos EUA, tal como observado a respeito do problema do “*blend wall*”, que demanda uma solução pelo lado da alteração de padrões técnicos vigentes (modelos e motores de veículos), institucionais (políticas com desincentivos às energias fósseis) e sociais (maior aceitação pública).

Assim, dadas essas restrições, existe o risco de investidores se desviarem do mercado de etanol celulósico em favor da produção de outros biocombustíveis de segunda geração que sejam compatíveis para substituírem o petróleo (os biocombustíveis sintéticos ou hidrocarbonetos), utilizando os mesmos padrões técnicos

disponíveis atualmente. Esses combustíveis, chamados de “*drop in*”<sup>177</sup>, podem ser usados como substitutos de gasolina ou diesel nos veículos atuais e distribuídos na infraestrutura de transporte de combustível já existente (COYLE, 2010), ainda que não resultem em benefícios para redução de emissões de gases poluentes.

Existem visões pessimistas acerca do futuro do mercado de biocombustíveis que indicam que não é possível acreditar na capacidade dos biocombustíveis resolverem os problemas que os países enfrentam hoje em função das limitações e prejuízos impostos pelo consumo de combustíveis fósseis. Wetzstein e Wetzstein (2011) apontam que existem quatro mitos que caracterizam as crenças depositadas sobre os biocombustíveis:

- Mito 1: eles serão adotados porque brevemente não haverá mais petróleo;
- Mito 2: eles serão a solução para as externalidades negativas geradas pelo uso dos veículos;
- Mito 3: eles são a causa do aumento nos preços de grãos utilizados para consumo humano e animal;
- Mito 4: eles se tornarão o principal combustível para veículos.

Os autores apresentam essa visão cética porque acreditam que há argumentos que contradizem essas crenças. Primeiro, com o passar dos anos mais reservas de petróleo têm sido encontradas. Segundo, eles argumentam que o etanol de milho consegue reduzir somente até 20% da emissão de gases de efeito estufa comparado a combustíveis fósseis (o que não é verdade para outros tipos de biocombustíveis). Terceiro, eles se amparam em estudos que mostram que o impacto do uso de grãos para produção de biocombustível é pequeno, sobretudo quando a produção mundial tem mostrado crescimento ao longo dos anos. E por fim, argumentam que é um exagero achar que os biocombustíveis se tornarão o principal combustível para veículos, dados os argumentos já indicados.

O pessimismo em relação aos biocombustíveis também tem relação com o aumento da produção de petróleo a partir da rocha e do gás de xisto nos EUA. Em 2013 a *Information Energy Administration* (IEA) ligada ao Departamento de Energia dos EUA estimou que o país tem capacidade de produzir 58 bilhões de barris de petróleo a

---

<sup>177</sup> “Drop-in biofuels are hydrocarbon fuels substantially similar to gasoline, diesel, or jet fuels. These fuels can be made from a variety of biomass feedstocks including crop residues, woody biomass, dedicated energy crops, and algae. The goal for drop-in fuels is to meet existing diesel, gasoline, and jet fuel quality specifications and be ready to “drop-in” to existing infrastructure. This minimizes infrastructure compatibility issues, which are a barrier to fast commercialization of biofuels like ethanol and biodiesel. Drop-in fuels are in a research and development phase with pilot- and demonstration-scale plants under construction”. Definição do US Department of Energy (DoE). Disponível em: [http://www.afdc.energy.gov/fuels/emerging\\_dropin\\_biofuels.html](http://www.afdc.energy.gov/fuels/emerging_dropin_biofuels.html). Consultado em 08/04/2014.

partir da rocha e do gás xisto (*shale rock* e *shale gas*), o que representa um aumento de 36% no volume total de petróleo produzido no país (de 164 bi de barris/ano para 223 bi de barris/ano) (IEA, 2013). Essa velocidade acelerada na produção de petróleo a partir dessas fontes deve tornar os EUA o maior produtor mundial de petróleo em poucos anos.

Essas informações são elementos que podem enfraquecer a defesa por avanços em tecnologias renováveis quando as preocupações recaem sobre as necessidades de curto prazo e ficam reféns da alocação de recursos. Além do mais, esse cenário influencia a definição de padrões e regulamentações por meio das políticas públicas definidas pelo governo federal que podem desacelerar ou reduzir esforços em promover os biocombustíveis de segunda (e terceira) geração.

Esse ganho de escala na produção de petróleo a partir do xisto nos EUA tem gerado efeitos no interesse de grandes empresas em vender ativos estrangeiros e investir mais naquele país para participarem de projetos envolvendo o xisto, como também em projetos de infraestrutura e refino do óleo. No entanto, a própria EIA (2013) adverte que o pico de produção de petróleo a partir de xisto pode ser atingido em 2020 e após isso ser reduzida, o que também gera algum ceticismo de longo prazo a respeito dessa fonte de energia fóssil. Assim, sabe-se que energia é uma variável vital para um país. A dúvida que deve ser desfeita está relacionada ao tipo de energia, e assim, de biocombustíveis que será fortalecido a partir das ações definidas por meio das políticas públicas.

## 6.6 CONCLUSÕES

Esse capítulo apresenta o caso dos EUA como uma espécie de *benchmarking* que pode ser utilizado para se analisar a situação brasileira no que se refere às ações adotadas e desafios presentes no que se refere ao futuro do mercado do etanol, especificamente no caso da segunda geração. O modelo de parcerias puxadas pelo Estado, via políticas públicas federais, são peças chaves nessa tentativa. A quantidade de leis, programas, e outras iniciativas somados aos altos montantes gastos pelo governo dos EUA respaldam o argumento de que o governo federal vem tendo papel importante no que se refere à promoção de um mercado que guarda consigo funções importantes e de interesse nacional.

O estabelecimento das diversas metas explícitas no caso da constituição de um mercado de etanol celulósico nos EUA, ainda que nem todas as metas estejam funcionando como se esperava, demonstra que ações importantes têm sido realizadas e isso sinaliza os interesses e o horizonte que o Estado pretende buscar, construindo ao longo do tempo mecanismos que favoreçam atingir tais objetivos. E essa sinalização não é para o Estado isoladamente, mas sim para os demais atores que são essenciais para que a produção e inovação no que se refere ao etanol celulósico torne-se uma realidade e uma prática recorrente nesse mercado.

Ao adotar uma apresentação cronológica da legislação e diversos programas, tal como do posicionamento dos diferentes atores na sua execução, enfatizou-se como o Estado vem atuando fortemente no desenho e na determinação do que ele espera para o futuro do segmento produtor de biocombustíveis nos EUA, com foco no caso do etanol celulósico. Essa abordagem foi assim apresentada para propositalmente destacar como a definição e aplicação de leis e criação de programas de estímulo à produção e inovação em etanol celulósico tem crescido a partir dos anos 2000, especialmente após 2007 com a RFS 2 e a *Farm Bill*, em 2008.

O elevado número de instituições ligadas ao governo dos EUA e a riqueza de parcerias e programas assegurados pelas legislações advindas da órbita federal são exemplos de um engajamento que mostra maior interesse nos últimos tempos em favorecer o consumo de etanol celulósico que é reconhecido como um dos biocombustíveis com maior potencial de redução de emissão de poluentes ao longo de seu ciclo de vida. O fato que se quer destacar é que há, dessa forma, registros de comprometimento do Estado, ou seja do governo federal por meio do desenho e da implementação de políticas públicas. Apesar de esse comprometimento poder variar ao longo do tempo, é fato que o engajamento de órgãos federais com o aporte substancial de recursos, seja para isenções fiscais e subsídios ou para apoio para pesquisas na área, é uma característica importante da estratégia de política energética nos EUA no período recente.

As informações apresentadas anteriormente demonstram um forte envolvimento do Estado na constituição e tentativa de consolidação do segmento produtor de biocombustíveis celulósicos. Os desafios relacionados a esse segmento vão além daqueles relacionados à pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico, e é importante que haja interesse privado para que as iniciativas sejam expandidas. Mas isso só ocorre quando a ação do Estado e suas políticas públicas contribuem para que se

construam expectativas favoráveis para o futuro desse mercado. Caso contrário, os agentes privados sozinhos não estariam se movimentando. Por isso que o grande conjunto de iniciativas e de relacionamentos propiciados a partir das políticas públicas permitem que se verifique a ampla diversidade institucional nos EUA em prol do segmento produtor de etanol celulósico.

Ainda que as relações entre Estado, empresas e universidades ainda não tenham resultado no alcance de todas as metas pré-estabelecidas, é essencial reconhecer que elas existem e têm contribuído para que se avance na produção e inovação em biocombustíveis celulósicos nos EUA. Assim, o sucesso no futuro mercado de etanol celulósico implica em um conjunto diverso de parcerias que vão para além das políticas públicas. Ou seja, por um lado o mercado sozinho não alavanca e coordena ações conjuntas em prol do desenvolvimento produtivo e inovativo do etanol celulósico, e por outro o Estado sozinho não tem como dinamizar e assegurar o progresso desse segmento.

A cultura dos pesados incentivos ao etanol nos EUA ocorre desde 1978 quando se inicia a concessão de incentivos para produção e consumo de etanol de primeira geração no país. Mas os mandatos e definição de metas por parte do governo americano em prol de biocombustíveis menos poluentes é bem mais recente. Mas não por isso menos intensos, e sim sinalizadores de maior ousadia por parte da determinação do governo federal em relação ao tema.

O ponto central é que o governo federal dos EUA atua com um papel essencial nesse contexto “puxando” outras ações dos demais agentes que possam contribuir para o progresso do segmento. Daí a importância das políticas públicas em assegurar o contexto e condições mais atrativas para que as metas e objetivos sejam atingidos. E se o Estado age nesse sentido, é porque ele demonstra ter interesse em assegurar que seus objetivos na área energética referente aos biocombustíveis obtenham sucesso.

O crédito fiscal de US\$ 1,01 por galão para produtores de etanol celulósico que iria vigorar até 2012 e que foi prorrogado até final de 2015, somado às determinações registradas na EISA de 2007 e na *Farm Bill* de 2008 são os principais exemplos do engajamento do governo federal americano na promoção de biocombustíveis avançados e menos poluentes, como é o caso do etanol celulósico. Ainda que as dificuldades tecnológicas e de oferta (regular e a mais baixos custos) de biomassa persistam, os investimentos em pesquisa e linhas de financiamento a

projetos/instalações são parte das tentativas do governo dos EUA em superar esses gargalos. Além disso, desde 1978 já foram investidos mais de US\$ 20 bi em pesquisa e desenvolvimento na área de biocombustíveis renováveis nos EUA. Adicionalmente, cabe registrar que o país vem realizando diversos esforços em conjuntos com universidades e empresas, inclusive com financiamento de grandes projetos, para o desenvolvimento de biocombustíveis a partir de algas que vem sendo considerada a terceira geração de biocombustíveis.

Contudo, apesar de todos esses registros e fatos que marcam a diversidade de ações e de parcerias em prol da produção e inovação de etanol celulósico nos EUA, é importante registrar que nos últimos anos essas iniciativas têm perdido espaço nos holofotes em função de objetivos de curto prazo. Assim, quando o horizonte de curto prazo se mostra mais relevante, todas as maiores dificuldades e restrições relacionadas ao futuro do mercado de etanol celulósico ficam menos urgentes. Foi nesse sentido que se indicou que o aparecimento do gás e do petróleo de xisto (*shale gas*) passam a dar mais garantias de fornecimento de combustíveis de origem fóssil aos EUA. Nesse sentido, passa-se a ter um maior senso de comodidade frente aos maiores desafios que outras fontes de biocombustíveis menos poluentes demandam, como é o caso do etanol celulósico.

As diversas concessões, parcerias e os recursos alocados nas relações entre o governo e o setor privado são importantes para o encaminhamento das ações e o alcance das metas. Essas medidas também contribuem para a redução do custo de produção do etanol celulósico na medida que mais investimentos ocorrem em pesquisa, desenvolvimento, infraestrutura, etc. No entanto, um grande desafio que os EUA ainda possuem é aumentar o uso de motores *flex-fuel*, com mais incentivos e maior desincentivo sobre os combustíveis mais poluentes, o que tenderia a contribuir positivamente para a superação do problema do *blend wall*, com sinalizações positivas para o mercado produtor de etanol celulósico. Mas essas ações têm que ocorrer de modo a não penalizar o consumidor e somente beneficiar o aumento do faturamento das empresas privadas que vão disponibilizar o (bio)combustível que o consumidor puder comprar e esteja disponível no mercado.

Por fim, vale enfatizar que quando se trata de um mercado novo em que as tecnologias e os conhecimentos ainda estão em pleno desenvolvimento, o Estado possui um papel essencial no que refere à sua capacidade de criar condições que permitam progressos e a consolidação de um ambiente favorável e menos incerto. Nesse sentido



que devem ser observados os casos dos EUA e do Brasil no que se refere às políticas públicas desenhadas e implementadas para favorecer a produção de etanol celulósico.

## **7. DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O ETANOL**

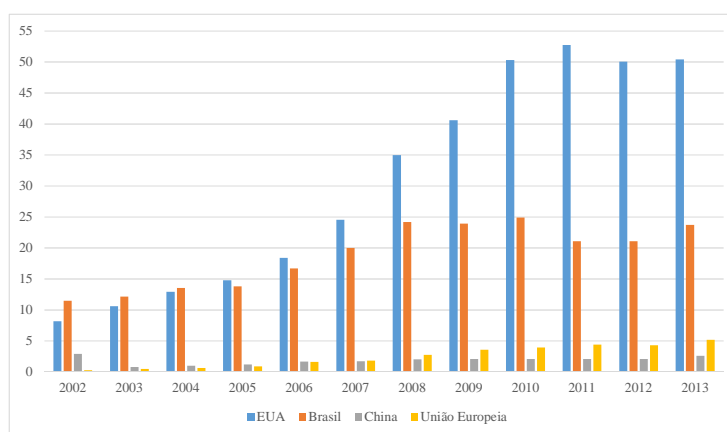
Nos capítulos anteriores foram apresentadas as ações e instrumentos de fomento ao etanol dos órgãos do governo federal do Brasil e dos EUA durante o período posterior a 2000. Tendo por base as informações sobre as políticas públicas voltadas ao etanol nesses países, esse capítulo tem o interesse de apresentar diferenças, desafios e oportunidades que marcam o futuro do mercado de etanol e bicombustíveis nos EUA e no Brasil. É importante registrar que as diferenças estão amplamente associadas aos desafios de cada país para fomentar efetivamente o etanol frente a outras opções de combustíveis. Adicionalmente, o capítulo tem o interesse de destacar variáveis que afetam diretamente o funcionamento do SSPI do etanol nos dois países. Com isso, pretende-se complementar a discussão feita anteriormente de modo a destacar outros agentes e variáveis que também afetam a tomada de decisão no âmbito do SSPI do etanol, tal como o impacto das novas fontes de energia/combustíveis fósseis e o comportamento do setor privado frente aos desafios e oportunidades. O pano de fundo de análise continua a ser a postura dos governos federais na definição de políticas, diretrizes e metas que possam estimular o etanol. Assim, esse capítulo complementa a discussão realizada até aqui, apresentando características e variáveis que surgem mais recentemente no cenário do mercado de etanol, e que passam a moldar desafios e oportunidades.

O capítulo está estruturado em três partes. O primeiro item contém uma análise dos desafios enfrentados pelos dois países, indicando suas diferenças e similaridades no que se refere às estruturas de mercado, postura dos governos federais e a dinâmica dominante no sistema setorial do etanol. No segundo item é apresentada uma breve discussão a respeito da evolução recente das reservas de petróleo e gás nos EUA e Brasil, e como isso tem afetado as expectativas e ações dos governos em relação ao etanol. Adicionalmente, complementa-se a discussão com a defesa de que as energias renováveis deveriam ser classificadas e aceitas na definição das políticas federais como bem público. Por último, o terceiro item traz uma discussão sobre o comportamento e características do setor privado frente aos desafios existentes no mercado de etanol. Destaca-se o caso brasileiro nessa parte, procurando entender, de forma breve, as

estratégias e agendas específicas das empresas e demais agentes privados do SSPI do etanol para superar as barreiras existentes e explorar possíveis oportunidades<sup>178</sup>.

## 7.1 UMA ANÁLISE COMPARATIVA DOS DESAFIOS PARA OS EUA E BRASIL

Embora pioneiro na formação de um grande mercado competitivo para o etanol, o Brasil perdeu sua posição de maior produtor desse biocombustível para os EUA a partir de 2005. Em 2013 os EUA produziram 50,4 bilhões de litros de etanol, mais do que o dobro da produção brasileira de 23,7 bilhões de litros, após um crescimento expressivo da produção americana no período recente (Gráfico 7.1).



**Gráfico 7.1 – Principais países produtores de etanol – 2002-2013 (produção em bilhões de litros)**

Fonte: CHAGAS, 2012, p. 14 e *Renewable Fuels Association*.

O salto na produção desse biocombustível é resultado de um conjunto de fatores que inclui desde os tradicionais subsídios oferecidos pelo governo federal dos EUA até os avanços tecnológicos ocorridos na atividade. Mas, o aspecto a ser destacado no contexto apresentado pelo gráfico 7.1 é a forte participação do governo federal na definição de diretrizes e metas relacionadas à produção e consumo de biocombustíveis no país, em especial do etanol de primeira geração (proveniente de milho).

Tendo por base o caso do Brasil, sabe-se que somente uma maior dotação em recursos naturais não permite gerar automaticamente vantagem comparativa ao

<sup>178</sup> Este terceiro item não tem o objetivo de se aprofundar na discussão sobre estratégias empresariais ou na abordagem microeconômica ou de organização industrial do segmento sucroalcooleiro, porque esse não é o foco da tese. O intuito é apresentar características e variáveis que também são importantes para compreender o momento que afeta o segmento, inclusive porque elas também afetam a definição de políticas públicas federais.

segmento produtor de etanol. Ganhos de competitividade e capacidade de emitir menos poluentes, comparado a combustíveis fósseis são também resultado de desenvolvimentos científicos e tecnológicos que ao longo de décadas, amparou-se no suporte do Estado, por meio de políticas públicas que foram capazes de criar um mercado nacional de grande escala para o etanol.

A evolução do mercado de etanol no Brasil e nos EUA mostra a necessidade de uma aposta em outras rotas tecnológicas orientadas para aumento de produção com maior produtividade e sustentabilidade ambiental. Todavia, nesse quesito o Brasil vem se posicionando atrás dos EUA, onde os avanços tecnológicos e a alocação de recursos para pesquisa, desenvolvimento e inovação têm sido mais significativos, dado que o rol de instrumentos e ações do governo federal americano é a maior prova disso.

A discussão anterior sobre as políticas públicas voltadas ao etanol e uso da biomassa/materiais lignocelulósicos para produção de biocombustíveis celulósicos no Brasil e EUA serviu para apontar avanços e atrasos em diversas situações em que os governos federais ousaram no fomento à produção de tais produtos. Além disso, ainda que nos dois países existam interesses no desenvolvimento desse segmento produtor de etanol, há desafios a serem superados que, muitas vezes, estão relacionados às diferenças existentes entre a realidade americana e a brasileira. Nesse item são apontadas algumas variáveis importantes que afetam diretamente a formatação atual do mercado de etanol nos EUA e Brasil. Para isso, é analisado o papel do Estado frente aos desafios que emergiram nos dois países, mostrando os padrões vigentes e as oportunidades de curto e de longo prazo, os quais estão diretamente relacionados às decisões e políticas públicas implementadas pelos respectivos governos federais. Assim, seguindo a abordagem adotada nesse trabalho, entende-se que é fundamental que o Estado atue para superar os desafios e ampliar as oportunidades associadas ao mercado de etanol de primeira e segunda geração. Nessa perspectiva, as futuras configurações do mercado de etanol podem proporcionar mais inovações de produto e de processo, tal como *spillovers* tecnológicos que favoreçam e contribuam para evitar danos ambientais causados pelo consumo excessivo de combustíveis fósseis e pela dependência do petróleo. Ao mesmo tempo tornam-se possíveis maiores retornos econômicos associados a um mercado que pode ser ambientalmente mais sustentável.

Assim, o engajamento dos governos federais nessa tendência é um ingrediente essencial para a construção de um SSPI do etanol mais sólido frente aos desafios do período recente. Ao mesmo tempo, tendo por base as diferenças entre EUA e Brasil é

possível avaliar as restrições para o avanço do SSPI do etanol como um vetor de desenvolvimento econômico.

### 7.1.1 Estruturas de mercado do etanol

As diferenças entre Brasil e EUA relativas ao mercado de etanol e às políticas públicas não estão restritas somente ao fomento federal para o desenvolvimento do etanol de segunda geração no período recente. O Quadro 7.1 permite uma comparação entre os dois países no que se refere ao etanol de primeira geração, o qual responde pela quase totalidade da produção de etanol. Essa distinção ajuda a entender, inclusive, porque nos EUA o volume de recursos direcionados a subsídios ao segmento produtor de etanol foi tão expressivo ao longo de mais de trinta anos.

<b>Brasil</b>	<b>EUA</b>
Matéria-prima: Cana-de-açúcar	Matéria-prima: Milho
O açúcar (sucrose) na cana-de-açúcar pode ser convertido diretamente em etanol	O amido do milho é convertido em açúcar. Depois o açúcar é convertido em etanol
A cana-de-açúcar é plantada a cada seis anos, com corte a cada safra	O milho é plantado todo ano, utilizando-se sementes
A cana-de-açúcar provê cinco cortes ao longo dos seis anos e aí é replantada	O milho é colhido todo ano
A cana-de-açúcar gera 35 tons por acre colhido	Milho gera cerca de 8,4 tons por acre colhido
A cana-de-açúcar gera cerca de 4,2 tons de sucrose por acre (10-15% do que a cana produz)	O milho gera 4,2 tons por acre de milho (150 bushels) ou 2,4 tons de amido
Um acre de cana-de-açúcar produz 560 galões de etanol (35 yons)	Um acre de milho produz 420 galões de etanol (150 bushells)
O custo da matéria-prima da cana-de-açúcar é mais barata por galão de etanol	No caso do etanol de milho o custo por galão é maior e pode afetar preços no mercado de alimentos
O subproduto da cana é o bagaço	O subproduto do etanol são grãos destilados que depois viram alimentação animal
A fonte de energia para o etanol é o bagaço	A fonte de energia é o gás natural, carvão e diesel.
Brasil tem o grande potencial de aumentar a área plantada sem pressionar áreas para outras culturas	A expansão nos EUA virá ao custo de se reduzir áreas de outras culturas e soja
Sem subsídios diretos para etanol	Subsídios reduzidos de US\$ 0,51 por galão para US\$0,45 (eliminado no fim de 2011)
Sem tarifas sobre as importações	Tarifa de US\$ 0,54 por galão importado

### **Quadro 7.1 – Características das indústrias de etanol de primeira geração no Brasil e nos EUA.**

Fonte: Hofstrand (2009)

O insumo utilizado na produção do etanol no Brasil e EUA é uma das principais diferenças entre as estruturas de mercado nos dois países. O Brasil não apenas apresenta uma produtividade por área plantada mais elevada como detém uma capacidade de menor emissão de gases causadores do efeito estufa ao longo de seu ciclo de vida (JANDA et al, 2011). Por sua vez, o uso do milho para a produção de etanol nos EUA tem permitido superar as dificuldades causadas pela menor produtividade por área plantada, incapacidade para geração de energia e os impactos negativos sobre os preços de alimentos derivados do milho<sup>179</sup>. A menor produtividade, maiores custos relativos de produção e a necessidade de aumentar a produção de combustíveis alternativos aos fósseis fizeram com que tais subsídios fossem recorrentemente renovados até fins de

<sup>179</sup> No capítulo 6 foi apresentado o histórico do suporte ao segmento de etanol nos EUA.

2011. Essas ações foram justificadas pelo argumento de defesa nacional e desenvolvimento estratégico com base no qual o governo federal isentou ou reduziu a carga tributária de produtores de etanol e de refinarias que adicionam etanol à gasolina, além de impor barreiras tarifárias ao etanol importado. Assim, o mercado de etanol nos EUA, tal como sua competitividade nessa área, foi construído a partir do milho, mas com volumoso suporte financeiro do governo federal, como foi demonstrado anteriormente.

No plano internacional, o etanol produzido a partir do milho foi fortemente criticado devido ao crescimento dos preços do grão, gerando impactos negativos em países fortemente dependentes desse produto em sua dieta alimentar, tal como o México (WISE e MURPHY, 2012; WISE, 2012). Além disso, segundo a classificação estabelecida na *Energy Independence and Security Act (EISA) 2007*, os biocombustíveis de primeira geração obtidos a partir do milho têm capacidade mínima de redução de emissão de gases de efeito estufa (cerca de 20%) ao longo de seu ciclo de vida, enquanto a redução proporcionada pelo etanol de cana-de-açúcar produzido no Brasil chega a 50%. No caso do etanol celulósico o percentual mínimo é de 60%, o que mostra um avanço significativo nas tentativas de reduzir a emissão de poluentes. Assim, a superioridade competitiva do etanol brasileiro foi atribuída por muitos anos à própria matéria-prima utilizada, fazendo com que houvesse uma demanda por subsídios crescentes por mais de 30 anos nos EUA.

Ainda que a cana-de-açúcar possa ser colhida ao longo 2/3 do ano para produção de etanol, ela deve ser rapidamente processada para não perder seu teor energético. Já o milho, apesar da menor quantidade por área plantada, pode ser armazenado por mais tempo, além de ser mais maleável no processamento (CHADDAD, 2010). Contudo, tal característica não é suficiente para tornar a produção de etanol de milho mais eficiente do que o etanol de cana-de-açúcar, tanto do ponto de vista da produção como de custos relativos. Assim, essas características, relacionadas à própria matéria-prima utilizada, têm forte interferência na configuração do mercado de etanol no Brasil e EUA.

Ainda que isso esteja diretamente associado à produção de etanol de primeira geração, o histórico e o formato do mercado, construídos a partir do uso do milho e da cana-de-açúcar, afetam as decisões e diretrizes do governo federal que delinearão as apostas tecnológicas no setor no tange à segunda geração e a outras possibilidades produtivas associadas ao uso da biomassa – que passa a delinear novas possibilidades para o processo produtivo e para o mercado. Atualmente, a discussão tem se

direcionado para as diferenças na capacidade de oferta de matérias-primas para ampliar a produção de etanol de segunda geração, ou seja, a partir de materiais lignocelulósicos. Nesse quesito, o Brasil também sai à frente devido ao potencial competitivo associado à própria cana-de-açúcar cujos resíduos/excessos podem ser redirecionados para a produção de etanol celulósico. A isso se soma a própria característica do processo produtivo do etanol a partir da cana-de-açúcar que é mais integrado e otimizado no inter-relacionamento colheita-transporte-usina-distribuição, o que contribui para reduzir custos logísticos e operacionais. Assim, o etanol a partir do material lignocelulósico de cana tem condições de ser, também, um produto com custo relativo inferior ao de concorrentes.

No caso americano as preocupações estão muito voltadas à oferta regular e mais barata de biomassa que possa acelerar a produção de etanol e outros biocombustíveis celulósicos. Ainda que a palha do milho possa ser utilizada, ela não tem o potencial energético da cana-de-açúcar. Ademais, a logística de transporte da biomassa tem sido um problema maior nos EUA, o que impacta diretamente nos custos de produção (IEA, 2011). Muitas pesquisas relacionadas a diversos tipos de biomassa vêm sendo realizadas nos EUA para encontrar tipos adequados e que estejam distribuídos geograficamente de modo a favorecer o transporte (USDA, 2010; DOE, 2013; DARPA, 2014; AEC, 2014). Diferentemente do Brasil, os EUA ainda estão desenvolvendo pesquisas para identificar o melhor tipo de biomassa disponível em cada região para fomentar essa indústria. Por isso, muitos laboratórios e universidades realizam pesquisas patrocinadas pelo governo federal, voltadas à biomassa florestal que é um ativo relativamente abundante na América do Norte (COYLE, 2010). Ainda que no Brasil também outros tipos de biomassa sejam acessíveis, a cana-de-açúcar ainda é a alternativa mais competitiva, em grande parte devido ao baixo custo de transporte, dado o processo de integração de produção nas usinas brasileiras. As plantações de cana-de-açúcar estão em um raio que não excede 40 km em torno da usina processadora. Nesse sentido o Brasil teria um potencial logístico e de oferta de biomassa maior a ser aproveitado em prol da competitividade da produção de etanol 2G, quando comparado com a situação atual nos EUA.

No que se refere às condições de demanda, o atual estágio do mercado de etanol no Brasil e nos EUA está diretamente marcado pelo perfil das frotas de automóveis e pelo número de pontos de abastecimento, indicando que os mercados internos possuem uma influência direta sobre a competitividade do segmento. No entanto, diferentemente

do Brasil onde a participação de veículos *flex-fuel* na frota já corresponde a 50% do total, nos EUA esse percentual chega a cerca de 7% da frota geral e 10% da frota de veículos leves. No caso americano os veículos *flex-fuel* só podem ser abastecidos com o E85 que é o biocombustível com 85% de etanol e 15% de gasolina. Ainda que a dependência da gasolina seja maior nos EUA, ela se auto-reforça pelo fato de que não há, ainda, uma estrutura de mercado adequada para aumentar o consumo de etanol que não seja aquele adicionado à gasolina. Isso ocorre tanto pelo fato de os automóveis vendidos não terem características técnicas para um maior consumo de etanol, como pela limitada rede de distribuição de E85. No primeiro caso, a restrição ocorre tanto nos veículos *flex-fuel* que usam o E85, sobretudo devido à necessidade da gasolina para facilitar a combustão em regiões mais frias (chegando a usar E70 no inverno), quanto pela adição de etanol à gasolina, limitada a 15% devido ao padrão atualmente vigente para a produção dos veículos. No segundo caso, o problema se refere ao pequeno número de postos de abastecimento que disponibilizam o E85 no país (ao redor de 2.800 unidades)<sup>180</sup>. A rede de distribuição de etanol e os veículos *flex-fuel* estão mais concentrados na região do “cinturão do milho” (meio oeste dos EUA), onde estão localizadas as usinas processadoras que fornecem o E85 e o etanol para ser adicionado (*blended*) à gasolina em todo o país.

Após o aumento da venda de veículos *flex-fuel* no Brasil (desde 2003), a frota desse tipo de carro já é maioria e pode ser abastecida com etanol ou gasolina. Essa característica contribuiu para que o perfil do mercado de etanol no Brasil se diferencie positivamente da americana, a qual poderia ser utilizada como estímulo para ações e políticas de governo para consolidar padrões e consumo de biocombustíveis ambientalmente menos poluentes. Adicionalmente, externalidades positivas poderiam ser geradas a partir da inovação e transformações associadas aos desafios impostos ao segmento. Assim, por existir uma série de desafios, o Estado deveria ocupar uma posição estratégica no interior do SSPI do etanol, de forma a influenciá-lo através de políticas e padrões que estimulem a produção e consumo de etanol.

---

<sup>180</sup> Atualmente a frota de veículos leves dos EUA é de aproximadamente 183 milhões de unidades (destes 18,5 milhões são *flex-fuel*) e a frota total é de 250 milhões de veículos leves e pesados. A frota total brasileira é de 40 milhões. Mais informações disponíveis no *Bureau of Transportation Statistics* e em: <http://www.ethanolretailer.com/frequently-asked-questions/for-consumers>. Consultado em 20/11/2014.



### 7.1.2 Postura e engajamento dos governos federais

Apesar das diferenças entre EUA e Brasil na produção de etanol de primeira geração, uma similaridade deve ser apontada. Entre os anos de 1970 e 1990 o governo federal do Brasil disponibilizou instrumentos e conduziu ações de fomento ao etanol de forma direta, seja regulamentando o mercado de etanol e açúcar (dada a estreita relação entre a produção de ambos os produtos), seja financiando pesquisa e desenvolvimento no setor. Como apontado anteriormente, ao longo da década de 1990 o governo federal brasileiro se afastou do segmento, relegando ao mercado seu ajustamento, e as decisões relativas à pesquisa e desenvolvimento. No caso dos EUA a concessão de benefícios, sobretudo através de subsídios fiscais, foi uma prática em resposta à necessidade de promover fontes de energia alternativa e de conter o consumo de combustíveis fósseis no país. A isso se atribuía o rótulo de defesa nacional e desenvolvimento estratégico, ainda que a energia assim produzida se dê a custos elevados e utilize grãos que poderiam ser destinados para alimentação. E ainda que existam fortes críticas a essa estratégia do governo americano, é perceptível a diferença de postura entre os dois países.

É fato que as atenções voltadas ao etanol, por parte do governo federal brasileiro, reaparecem após 2003, embora ainda influenciadas por uma postura titubeante na definição de instrumentos e ações adotadas. Ao longo do primeiro governo Lula houve manifestações mais enfáticas pró-etanol, inclusive pelo próprio ex-presidente. Beltrame (2008) destaca a importância desse discurso como um mecanismo para alçar o etanol aos holofotes internacionais, o que contribuiu para aumentar o interesse de investidores nacionais e estrangeiros no segmento. O presidente teria agido, inclusive, como “garoto-propaganda” defendendo a maior internacionalização da produção e uso do etanol, para a qual era importante a redução de barreiras comerciais ao etanol brasileiro. Estas, no entanto, foram adotadas pelos EUA, como mecanismo de proteção artificial ao etanol produzido a partir do milho. Assim, a partir de 2003 há uma retomada dos interesses nas potencialidades do etanol, como observado no discurso oficial voltado tanto para o âmbito doméstico quanto para as relações diplomáticas. Tal atitude não era mais verificada no Brasil há muito tempo, considerando que a partir dos anos noventa tal temática gradativamente deixou de constar das preocupações do governo federal.

Ainda que nos dois países a produção esteja focada no etanol de primeira geração, o debate realizado a partir de meados dos anos 2000 desloca-se para as novas rotas tecnológicas que possibilitem produzir mais etanol com o uso de biomassa. No Brasil, esse debate ocorreu, num primeiro momento, restrito às pesquisas acadêmicas e com menor destaque nas esferas políticas. No início do segundo mandato de governo Lula, em 2007, ainda é possível encontrar sinais de interesse pelo etanol por parte do governo federal, embora com menor intensidade. Ao mesmo tempo, nota-se que os principais instrumentos e ações por parte do governo federal americano para estimular a produção de biocombustíveis têm dado destaque ao etanol de segunda geração (vide a aprovação da RFS I em 2005, da RFS II em 2007 e da *Farm Bill* em 2008). No caso do Brasil, em que pese o menor interesse do governo no desenvolvimento do etanol, deve ser destacado o Plano Nacional de Agroenergia voltado ao tema da biomassa e o projeto que originou o CTBE, por exemplo<sup>181</sup>, resultados de planos formulados anteriormente. Portanto, a comparação entre os dois países deve levar em consideração a intensidade e volume de instrumentos e ações dos respectivos governos federais.

No caso dos EUA existem fatores importantes que já haviam sido definidos antes de 2005, mas é nesse ano que o *Renewable Fuel Standard* (RFS) estabeleceu o primeiro mandato de consumo de 7,5 bilhões de combustíveis a partir de fontes renováveis. Após isso, em 2007 realizou-se uma atualização do RFS no âmbito do *Energy Independence and Security Act* (EISA), o qual ficou conhecido como RFS2. A característica principal dessa reedição se refere ao estabelecimento de quantidades anuais (ou mandatos) de produção/consumo de biocombustíveis convencionais (primeira geração) e avançados (em que se inclui o etanol celulósico) até o ano de 2022. Assim, o governo federal dos EUA, por meio da EISA e do RFS2, estabeleceu para a sociedade e mercado uma meta clara, ainda que audaciosa, de que se buscariam soluções complementares e mais sustentáveis para a produção e consumo de biocombustíveis no país. Adicionalmente, a *Farm Bill* de 2008 foi outra ação essencial do governo federal para estimular a P&D em tecnologias de conversão da biomassa. Além disso, a lei definiu o pagamento de créditos fiscais para incorporação de etanol celulósico à gasolina, tal como ocorreu com a adição de etanol de primeira geração. Como discutido no capítulo 6, muitos programas e ações foram definidos no bojo desse processo favorecendo pesquisas e produção de etanol celulósico. Assim, o período pós-

---

<sup>181</sup> O menor interesse do governo federal pode ser justificado pelo descobrimento de novas fontes de petróleo do Pré-Sal. Essa questão será resgatada mais adiante.

2005 nos EUA foi marcado pela expansão e aprofundamento de ações destinadas a fomentar esse mercado no país.

No caso brasileiro, a quantidade/abrangência de programas implementados e o volume financeiro disponibilizado pelo governo federal para pesquisas e investimentos podem não ser suficientes para enfrentar os desafios e a exigências de P&D para recolocar o Brasil na dianteira desse segmento. As quatro instituições ligadas ao governo federal destacadas no que se refere às suas atividades diretas em P&D iniciaram suas ações voltadas ao etanol celulósico recentemente. A Embrapa Agroenergia começou a lidar com o tema da biomassa a partir de 2008, mas numa intensidade e abrangência pouco significativa. Já o CTBE e Petrobras voltam-se ao tema a partir de 2010, e a RIDESA começa a desenvolver pesquisas relacionadas ao conceito cana-energia a partir de 2011, mas com uma série de desafios que não se restringem somente às variedades genéticas mais adequadas. Não é possível afirmar se essas ações são tardias, dado que o mercado de etanol começou a se mostrar fortemente indefinido após 2008 com o advento da crise econômica internacional e com recursos mais escassos no segmento. O fato é que as tecnologias aplicadas à produção de etanol celulósico são caras e demandam tempo de desenvolvimento. Resultado disso é que as primeiras usinas a produzir etanol de segunda geração em larga escala foram inauguradas nos EUA e Brasil somente em 2014, e ainda não operam com plena capacidade. No entanto, nos EUA já existia um maior número de usinas pilotos e em escala pré-comercial do que no Brasil, o que tem contribuído para o avanço da pesquisa associada ao tema naquele país, sobretudo com fontes alternativas de biomassa. Ademais, as tecnologias atualmente utilizadas no Brasil para quebra de enzimas foram desenvolvidas por empresas estrangeiras, o que sinaliza para uma “reação” interna tardia frente à dependência tecnológica que pode se aprofundar caso as bases locais de P&D não avancem na mesma velocidade e intensidade.

Ainda que diversas pesquisas em P&D&I relacionada ao etanol 2G estejam em andamento, é importante destacar que na segunda metade dos anos 2000 o governo federal não demonstrou qualquer tipo de preocupação estratégica em relação a esse tema, tal como o fez os EUA. O argumento aqui se refere ao menor empenho que, explicitamente, vinha sendo dado pelo governo federal brasileiro aos biocombustíveis, e ao etanol, sobretudo antes de 2006. O fato é que, dado o histórico e a importância desse segmento para a economia brasileira e para os propósitos de desenvolvimento de longo prazo baseado em um segmento que pode ofertar combustíveis que emitem menos

poluentes, os instrumentos disponibilizados e as ações realizadas se mostram restritas quando comparado ao caso americano. A EISA e a *Farm Bill* dos EUA são exemplos interessantes, como contraponto ao caso brasileiro, de organização de ações e instrumentos voltados aos biocombustíveis. Isso porque o estabelecimento de metas claras e distribuição de funções e instrumentos para fomentar o etanol 2G pode ter o efeito de sinalizar positivamente as condições para que ocorram investimentos nesse segmento, melhorando as expectativas de desempenho desse mercado. Assim, a definição de metas, a articulação de ações e a atuação direta de Departamentos do governo federal americano em prol dos biocombustíveis de segunda geração são exemplos do que não vem ocorrendo no Brasil. Ou seja, a importância do etanol celulósico se destacou após o ano de 2000 devido a todas as características já apresentadas anteriormente e com isso recebeu uma atenção especial no âmbito das ações e políticas relacionadas à energia renovável nos EUA. Essas constatações contribuem para mostrar a lentidão do Brasil para encaminhar estratégias e políticas relacionadas ao tema, sobretudo devido a seu histórico e potencial econômico e tecnológico associado ao segmento.

Os Departamentos de Energia (DoE), de Agricultura (USDA) e de Defesa (DoD) possuem um amplo conjunto de instrumentos e ações voltados à promoção de biocombustíveis avançados (com destaque para o caso celulósico, dadas as diversas pesquisas relacionadas à biomassa). O DoE possui três centros de pesquisas voltados especialmente para o tema da bioenergia da biomassa. Além disso, as parcerias entre os próprios departamentos são parte da rotina organizacional do uso de instrumentos e realização de ações a partir do governo federal americano. Ao mesmo tempo, quando se observa o caso brasileiro não se verificam parcerias efetivas entre ministérios ou qualquer tipo de governança dos instrumentos/ações disponibilizados. Foram poucas parcerias identificadas entre algumas das instituições que realizam P&D em etanol 2G e praticamente não existe uma organização clara e amparada em diretrizes e metas definidas a partir de um eixo definido pelo governo federal. As ações têm sido definidas com base no que se consideram demandas importantes para o momento, e não em um conjunto de diretrizes claras e concatenadas. Nesse contexto, o programa de financiamento (PAISS) realizado através de parceria entre o BNDES e a FINEP voltado a projetos inovadores em etanol de segunda geração entre 2011 e 2014 é uma exceção. Ainda que o volume efetivo de financiamentos (R\$ 3,1 bi) tenha sido bem superior ao valor estimado (R\$ 1 bi) e, assim, tenha estimulado a realização de um maior número de

pesquisas por empresas, é importante dizer que essa iniciativa vem com certo atraso quando comparada com iniciativas similares no caso americano. João, Porto e Galina (2012) também afirmam que existe claro atraso nas ações brasileiras no que se refere à promoção do etanol celulósico quando comparado com o caso americano. Apesar disso, os resultados positivos no Brasil tenderão a aparecer, mas terão que dar conta dos desafios futuros nesse mercado, os quais também são afetados pela “corrida tecnológica” no segmento, ao mesmo tempo em que são impactados pelas expectativas criadas em relação à sustentabilidade e à expansão do mercado. Nesse sentido cabe ao governo federal papel central no sistema produtivo e inovativo de etanol, pois a definição de diretrizes, metas e organização de ações/instrumentos são variáveis fundamentais a guiar as expectativas de investimentos futuros na área.

Quando se compara o comportamento do governo brasileiro com o do americano é constatado que além do elevado volume de recursos dispendidos para fomentar o mercado de etanol<sup>182</sup>, os EUA também têm coordenado uma articulação muito mais abrangente com as universidades que atuam, sobretudo, via parceria com os laboratórios federais em projetos financiados pelo governo. No caso brasileiro, além das pesquisas de fluxo regular que são realizadas nas universidades em atividade de pós-graduação, por exemplo, não há diretrizes ou menções de estratégias por parte do governo federal para estimular a pesquisa em etanol. Exceção a isso se refere ao lançamento de um edital específico para tecnologias relacionadas ao etanol celulósico por parte do CNPq em 2007 (com uso de recursos dos Fundos Setoriais), que é relevante perante os desafios existentes cuja superação requer uma ação coordenada e estratégica do governo federal. O mesmo comentário se aplica ao caso da RIDESA que é uma rede de pesquisadores lotados nas universidades federais, mas que não contam com qualquer tipo de suporte regular e nem fazem parte de nenhuma estratégia coordenada pelo Ministério da Educação, e ficam na dependência de possíveis editais de pesquisa e reféns de incertezas sobre realização de pesquisas que possam ir além do desenvolvimento de variedades genéticas. As diferenças entre EUA e Brasil também se

---

<sup>182</sup> No último ano de subsídios diretos para produtores de etanol de milho (2011) foram gastos US\$ 6,1 bi de crédito fiscal. Além disso, US\$ 24 bi foram direcionados para apoiar o desenvolvimento e produção de combustíveis e tecnologias voltadas para energia. E somente com P&D para combustíveis renováveis o Departamento de Energia dos EUA já gastou US\$ 20 bi entre 1978-2010.

manifestam no número de artigos publicados e solicitações de patentes relacionadas ao etanol de segunda geração<sup>183</sup> (JOÃO, PORTO e GALINA, 2012; CHAGAS, 2012).

### 7.1.3 Restrições para o desenvolvimento do SSPI do etanol

Mesmo fomentando intensamente a produção de etanol celulósico, o governo americano não está imune a problemas que afetam diretamente a capacidade do país em alcançar suas metas. O primeiro deles se refere ao que ficou conhecido como *Blend Wall*, dado que nos EUA, diferentemente do Brasil, o uso de etanol ocorre, via de regra, pela adição do etanol à gasolina, o que impõe uma limitação (*Blend Wall*) ao aumento do consumo de etanol, que é menos poluente que os derivados de petróleo. Isso se deve ao fato de que a maior parte da frota de automóveis dos EUA está em condições de utilizar etanol até o limite de 15% da gasolina. Ademais, a frota de veículos *flex-fuel* é ainda pequena considerando as dimensões do mercado americano<sup>184</sup>. Por sua vez o Brasil não está sujeito a esse tipo de problema, dado que a maior parte de sua frota já é *flex-fuel*. No entanto, o consumo de etanol é afetado pela competição com a gasolina, pois a preferência do consumidor está sujeita às variações de preço, as quais são influenciadas diretamente pelo comportamento do mercado futuro e das possíveis intervenções sazonais (tributárias, por exemplo) favorecendo a gasolina ou o etanol.

Mudar esse cenário é difícil tanto nos EUA como no Brasil. Por um lado, alterar a frota americana levará tempo, tendo em vista o forte *lobby* das empresas da indústria petrolífera, que vem alimentando expectativas promissoras para a produção de petróleo<sup>185</sup>. Por outro lado, o Brasil ainda precisa definir sua estratégia relacionada aos biocombustíveis, em especial ao etanol, frente aos desafios e oportunidades, para as quais será necessário contemplar as condições para exploração de petróleo.

---

<sup>183</sup> João, Porto e Galina (2012) analisaram 95 pedidos de patentes e 403 artigos referentes a etanol celulósico para o período de 1981 a 2010. Quando a autoria dos artigos e dos requerimentos de patentes envolvia mais de um país, considerou-se, para contagem, a nação da instituição do primeiro autor/requerente. Verificou-se que dentre os pedidos de patente, os EUA responderam por 33,7% e o Brasil 6,3% do total. No que tange aos artigos publicados, os EUA responderam por 17,12% e o Brasil 4,22% do total.

<sup>184</sup> A recente decisão da *Environmental Protection Agency* (EPA) em aumentar a adoção de etanol de 10% para 15% já não tem sido suficiente para absorver a produção de etanol, o que traz uma sinalização negativa para o mercado. Assim, as revisões de metas na produção/consumo de etanol celulósico têm sido recorrentes. Cabe registrar que é grande o *lobby* da indústria do petróleo junto a montadoras contra o aumento do percentual de etanol na gasolina.

<sup>185</sup> O debate a respeito do aumento da capacidade produtiva de petróleo nos EUA através de *shale gas* e *shale rock* será apresentado em item posterior.

Pesquisas que contribuam para aumentar a competitividade do etanol perante a gasolina seriam de grande relevância para maximizar suas vantagens e seus benefícios, contribuição para melhorar seu desempenho, ao mesmo tempo em que iniciativas por parte das montadoras de veículos seriam necessárias para aprimorar os motores *flex-fuel* (CHAGAS, 2012). No entanto, sabe-se que o envolvimento das empresas nas atividades de pesquisa em etanol celulósico no Brasil é praticamente inexistente, enquanto que nos EUA existe mais de uma centena de empresas envolvidas nessas atividades (JOÃO, PORTO e GALINA, 2012). Os financiamentos à inovação em etanol 2G realizados pelo BNDES e FINEP poderão alterar esse cenário no Brasil. O país possui vantagens históricas no que se refere ao etanol de primeira geração, mas ainda não reuniu as condições necessárias para vencer os desafios associados ao de segunda geração.

Assim, a ampla diversidade institucional nos EUA que vem criando diversos mecanismos de fomento ao etanol celulósico difere na intensidade e abrangência do que se verifica no Brasil. Nesse contexto de superação de desafios tecnológicos e minimização de incertezas associadas ao mercado de combustíveis, o Estado deve ser mais ousado nas diretrizes e metas para o setor, tendo em vista sua relevância para desenvolvimento do país no médio e longo prazo. Assim, a grande diferença entre Brasil e EUA está no fato de que neste último as tentativas de reduzir a dependência de fontes de energia fósseis derivaram de diretrizes traçadas no plano nacional voltadas para o desenvolvimento tecnológico, enquanto no primeiro não há uma definição estratégica de interesse nacional nesse tema, ainda que alguns movimentos esporádicos e não articulados<sup>186</sup>, tenham ocorrido recentemente, como analisado anteriormente.

## 7.2 OS DESAFIOS PARA O MERCADO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NOS EUA E BRASIL APÓS A EXPANSÃO DAS RESERVAS DE PETRÓLEO E GÁS

Um fato importante a ser considerado nesta análise se refere à diversidade de fontes energéticas que podem atrair a atenção do governo federal e ao mesmo contribuir para deslocar os interesses de investidores para novas oportunidades de mercado, mais promissoras no curto e médio prazo. Nesse contexto, cabe registrar que a última década

---

<sup>186</sup> Além das ações federais, existem iniciativas conduzidas no Estado de São Paulo com apoio das instituições subordinadas ao governo estadual. Essas atividades são desenvolvidas, via de regra, em parcerias com as universidades estaduais de São Paulo e, em certos casos, em parceria com empresas que recebem financiamento via programas da FAPESP. Como o foco da tese é o governo federal, essas iniciativas não serão discutidas.

marcou o avanço na exploração de fontes adicionais de energia tanto nos EUA como no Brasil. De um lado, houve um crescimento acelerado da exploração de gás não-convencional (*shale gas* ou gás de xisto) e de petróleo obtidas das rochas de xisto (*shale oil*) nos EUA por meio da perfuração de diversos poços em várias regiões do país. De outro lado, o período marca a descoberta de grandes reservas de petróleo na camada pré-sal da costa brasileira, o que gerou uma grande euforia relacionada aos benefícios que o petróleo adicional poderá trazer ao país. Esses dois fatos têm influenciado diretamente as posturas dos governos federais nos dois países no que tange ao fomento ao etanol nos últimos anos, pois suas políticas sinalizam escolhas e apostas em função do que se espera para o futuro do país.

Não é possível analisar as políticas de fomento ao etanol nos EUA e no Brasil sem se ater aos efeitos que as novas possibilidades de geração de energia e produção de combustíveis a partir das novas fontes acarretaram sobre as expectativas e o papel reservado ao mercado de biocombustíveis renováveis, como é o caso do etanol. Por mais que existam benefícios associados ao aumento da produção e consumo de etanol e outros biocombustíveis renováveis e menos poluentes, a concorrência com combustíveis fósseis prejudica até mesmo sua função de complementaridade com as outras opções existentes no mercado. Algumas delas são relativamente mais baratas, mas mais poluentes do que as que compõem o rol de opções de biocombustíveis renováveis que podem se tornar menos interessantes para investidores no curto e médio prazo, assim como para os consumidores que procuram menor custo relativo. Assim, o papel dos governos nesse contexto é uma variável fundamental porque podem agir de modo a favorecer uma ou outra opção por meio de instrumentos e ações de fomento.

As notícias de crescimento do número e do volume de reservas de gás/petróleo nos EUA e de petróleo no Brasil acabam influenciando diretamente as decisões dos governos federais. Descobertas de novas fontes e as perspectivas econômicas associadas à sua exploração têm influenciado os ânimos e expectativas tanto no que se refere às posturas de governo, como do mercado de combustíveis. A corrida pela exploração do *shale* gás e do *shale oil* nos EUA e o aumento de expectativas positivas a respeito das reservas de petróleo da camada do pré-sal no Brasil marcam o contexto recente em que se verifica um redirecionamento de ânimos de mercado e dos governos federais em vista dos ganhos que essas explorações podem trazer no horizonte de curto e médio prazo. Isso acabou por enfraquecer a ênfase previamente dada às energias e biocombustíveis



renováveis (sobretudo até 2008) como saídas sustentáveis e promissoras para o aumento da demanda de combustíveis e para a crescente emissão de gases de efeito estufa.

Assim, a discussão passa a ser moldada pela contraposição entre opções mais imediatas, baratas e lucrativas relativas aos combustíveis fósseis, e os desafios tecnológicos, mudanças de padrão, e incertezas financeiras, situados no mercado de energias renováveis e biocombustíveis, como é o caso do etanol de segunda geração. Ou seja, as preocupações e oportunidades de curto prazo acabam por desestimular os governos a priorizar estratégias voltadas aos biocombustíveis a partir de fontes renováveis. Esse possível “enfraquecimento” das posturas adotadas anteriormente em prol do etanol prejudica as expectativas e o comportamento do mercado reduzindo, assim, investimentos em pesquisa, produção e consumo de biocombustíveis alternativos.

O *shale* gás, ou gás de xisto, ou ainda gás de folhelho, é um tipo de gás natural não convencional. Isso porque para obtê-lo é necessário perfurar estruturas físseis e laminares em rochas impermeáveis ou de baixa permeabilidade, o que dificulta a extração do produto. Para se liberar o gás que fica preso nessas rochas, foram desenvolvidas técnicas que injetam água em alta pressão junto com areia para que ela possa abrir os espaços nas rochas e liberar o gás pelas tubulações (BARTIS et al, 2005; LAGE et al, 2013; CARESTIATO, 2014).

Além de ser usado como fonte de energia para diversas indústrias, o gás também pode ser consumido como combustível na forma gasosa<sup>187</sup> ou ser transformado em combustível líquido, concorrendo também com os biocombustíveis. Assim, a produção de combustíveis sintéticos a partir do gás é uma forma que os EUA vêm encontrando para aumentar a oferta de combustíveis que possuam as mesmas características daqueles de origem fóssil. Os combustíveis sintéticos podem ser obtidos a partir do carvão ou através da transformação do gás em combustível líquido por meio do processo Fischer-Tropsch (FT)<sup>188</sup>. A característica importante dos sintéticos é que eles têm as mesmas propriedades dos combustíveis derivados do petróleo. Contudo, existem problemas associados a essa opção porque elas não contribuem para a redução da emissão de gases do efeito estufa, e podem até aumentar os custos ambientais. Até recentemente, muitas

---

<sup>187</sup> Segundo reportagem do Jornal Valor Econômico de 20/01/2014, o gás natural passará a ser o principal combustível consumido pelos americanos em 2027, subindo dos atuais 30% para 35%, enquanto a parcela do petróleo vai cair de 36% para 29%. Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1109543>. Consultado em 10/11/2014.

<sup>188</sup> Veja item 3.4 a respeito dessa possibilidade.

pesquisas do Departamento de Defesa dos EUA estavam voltadas aos combustíveis sintéticos (ALIC, 2013). Essas ações estão diretamente associadas às críticas apontadas anteriormente (ALIC, et al, 2010; SAREWITZ, 2010; SAREWITZ, 2011) de que a postura do Departamento de Defesa (DoD) não tem contribuído para avanços substanciais na transição de suas demandas e de seu consumo de biocombustíveis e outras energias renováveis, pois são priorizados os substitutos com as mesmas características dos combustíveis/energias fósseis.

No período recente tem ocorrido uma nova revolução energética nos EUA em função da redução do custo da energia e do resgate de atividades industriais que haviam sido deslocadas para outros países cujos custos dos fatores de produção eram inferiores<sup>189</sup>, o que agora contribui para reativar investimentos locais e gerar mais empregos. Essa expansão na exploração de *shale* gás e do petróleo preso nas rochas de xisto nos EUA foi favorecida pelo crédito farto e mais barato disponível no mercado, sobretudo antes de 2008, o que estimulou pequenas empresas a realizarem investimentos em diversas partes do país onde elas passaram a deter direitos de exploração (via perfuração) de camadas subterrâneas ricas em *shale*. Outra característica favorável e que contribui para baratear esse gás nos EUA é que o país dispõe de uma imensa e complexa rede de dutos para distribuição do produto. Considerando que a infraestrutura de distribuição já era um ativo consolidado nesse mercado, e que os mecanismos regulatórios na exploração do gás são menos restritivos para as perfurações em terra, chega-se às variáveis-chave explicativas da forte expansão que os EUA vêm registrando na oferta de energia barata à base do gás (BARTIS et al, 2005; CARESTIATO, 2014). Além disso, as técnicas na exploração de gás foram beneficiadas pelo conhecimento existente para perfurações de petróleo e gás natural, que foram redirecionadas para a exploração de *shale* gás (LAGE et al, 2013).

Os incentivos para exploração de gás nos EUA ocorrem desde os anos 1970, quando o governo federal passou a apoiar o desenvolvimento de tecnologias de extração. Essas ações também se desenrolaram a partir da visão estratégica de se buscar alternativas que contribuíssem para a redução da dependência energética de fontes externas ao país. LAGE et al (2013) cita quatro exemplos de resultado importante para o avanço desse segmento a partir do apoio do Estado: projetos de demonstração por meio

---

<sup>189</sup> Segundo reportagem do jornal O Estado de São Paulo de 12/01/2014, “desde 2008, os Estados Unidos ampliaram em 50% a sua produção, graças à tecnologia que permite a retirada de petróleo de rochas de xisto”. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,xisto-reduz-venda-da-petrobras-aos-eua,175035e>. Consultado em 10/11/2014.

de parcerias entre universidades e empresas privadas; técnicas de perfuração horizontal beneficiadas pelos estudos do *National Energy Technology Lab*; desenvolvimento de brocas de perfuração a partir da parceria entre a empresa General Electric e o Departamento de Energia (DoE) dos EUA. Além disso, houve apoio por meio de incentivos fiscais (entre 1980 a 2002) com a concessão de US\$ 0,50 por metro cúbico de gás natural não-convencional produzido e de subsídios para os projetos de demonstração<sup>190</sup>. É fato que essas ações contribuíram para o acúmulo de conhecimento e para um salto tecnológico que acelerou a extração de gás nos últimos anos nos EUA, gerando um componente competitivo para esse segmento.

As iniciativas voltadas à exploração de reservas de gás não-convencional nos EUA têm chamado a atenção de outros países, apesar de suas dúvidas sobre os riscos e efeitos prejudiciais ao meio ambiente, ainda que o consumo do gás seja menos poluente quando comparado a outras fontes (LAGE et al, 2013). Isso porque a extração do gás/petróleo das rochas tem causado impactos ambientais nas regiões dos EUA onde os poços foram perfurados. Como o processo de extração (fraturamento) é basicamente feito à base de água (99,2% do material injetado), os resíduos gerados e que retornam à superfície tem sido um problema. A água retorna junto com resíduos químicos e não pode ser jogada no solo. O cheiro de gás contido no líquido é muito forte e há locais, onde houve vazamento de resíduos, em que é possível atear fogo na própria água de leitões naturais (LAGE et al, 2013; CARESTIATO, 2014).

Ainda que existam problemas associados à exploração do *shale*, eles não têm influenciado o governo federal americano a ter mais cautela na condução da expansão desse mercado. Como essas descobertas e possibilidades de fontes adicionais de combustíveis têm impulsionado o mercado e gerado expectativas positivas sobre autossuficiência energética no país, os impactos desfavoráveis no mercado de biocombustíveis podem se ampliar, atrasando mudanças em padrões técnicos e no consumo relativamente aos combustíveis fósseis. O mesmo pode ser dito para o caso brasileiro cujo mercado de etanol vem enfrentando uma situação adversa ao produto desde a crise financeira de 2008 e que coincide com o anúncio das novas reservas de petróleo do pré-sal, fato ocorrido um ano antes.

---

<sup>190</sup> Segundo o LAGE et al (2013, p. 44), a empresa “Chesapeake Energy Corp, uma das principais empresas do setor, que apurou lucro antes do imposto de renda de US\$ 5,5 bilhões e pagou apenas US\$ 53 milhões de imposto de renda no mesmo período. Caso não houvesse esse incentivo, a empresa teria pagado cerca de US\$ 1,9 bilhão”.

O pré-sal é o nome atribuído à camada profunda de rochas e sal onde estão as jazidas de petróleo abaixo do mar brasileiro entre Espírito Santo e Santa Catarina, cujas reservas são estimadas em 50 bilhões de barris de petróleo. O momento posterior à divulgação das novas reservas trouxe um misto de euforia pelos ganhos econômicos e dúvidas devido os desafios tecnológicos para um acesso seguro ao petróleo. Além disso, os elevados custos também foram apresentados como uma preocupação frente ao potencial de retorno financeiro. Contudo, enquanto o petróleo continuar a manter sua cotação em patamares elevados, projetos de exploração complexa como o pré-sal mantêm-se viáveis. Desde então, a Petrobras que detém os direitos de exploração das jazidas já realizou grandes investimentos e tem conseguido avançar na exploração das jazidas cujo acesso era objeto de dúvida. Assim, a empresa já começa a colher os primeiros resultados e as expectativas são de que o país vá se tornar um dos maiores produtores de petróleo no mundo nos próximos anos. Atualmente já se extraem mais de 400 mil barris/dia dessas reservas.

As oscilações nos preços do petróleo afetam diretamente tanto as expectativas acerca do pré-sal, como também aquelas referentes ao mercado sucroalcooleiro no Brasil. Na medida em que os preços do petróleo se mantêm elevados, existe um cenário propício para a continuidade e expansão da exploração complexa e mais custosa no pré-sal. Mas, ao mesmo tempo em que isso também pode favorecer expectativas e transformações relacionadas à produção e consumo de etanol e outros biocombustíveis renováveis, que vão “competir” no mercado de combustíveis (cenário anterior a 2014). Mas, se o preço do petróleo começa a cair fortemente (sobretudo a partir de 2014), o cenário para o etanol fica desfavorável, pois na hora de decidir qual combustível comprar, o consumidor optará pela gasolina que terá custo relativo menor (se repassado adiante) e maior rendimento do que o etanol. O fato é que esse tipo de oscilação e instabilidades tem marcado o mercado de combustíveis em vários momentos, o que prejudica o setor produtor de etanol, que fica em desvantagem perante o poder financeiro e de barganha de mercado que o setor produtor de combustíveis derivados do petróleo tem. Devido a isso que o governo federal deve ter um papel central e estar presente na definição de estratégias de desenvolvimento de médio e longo, indicando como será a participação do etanol. Se isso não ocorre, verifica-se o que tem ocorrido nos últimos anos no que se refere às oscilações, incertezas e falta de planejamento estratégico de políticas públicas que favoreçam a menor dependência de combustíveis fósseis.

Por um lado, as notícias de crescimento na exploração do pré-sal têm um significado importante para a autossuficiência energética do país tal como para os resultados econômicos que serão obtidos ao longo dos próximos anos, gerando mais receita para o Estado. Mas por outro lado, o direcionamento das atenções por parte do governo federal ao petróleo do pré-sal também significou colocar as políticas de fomento ao etanol e aos biocombustíveis renováveis em segundo plano<sup>191</sup>. Essa é a visão apresentada pelos empresários do segmento produtor de etanol. Ainda que a crise financeira de 2008 tenha prejudicado diretamente o setor, fazendo com que projetos de investimentos fossem engavetados, empresas não tivessem capacidade de rolar dívidas e muitas usinas fossem fechadas. Desde então não se verifica o mesmo engajamento institucional por parte do governo federal para promover o consumo de etanol no país<sup>192</sup>. E a cobrança por uma participação e engajamento mais ativo do governo federal não deve ser feita somente a partir da justificativa ambiental, mas sim a partir das potencialidades tecnológicas e econômicas que estão associadas ao futuro do etanol de segunda geração, e que se bem exploradas e articuladas, podem acarretar uma série de externalidades positivas para o país.

A crítica recorrente é de que não existe política pública clara para o setor de biocombustíveis no Brasil, mas que há uso da gestão de preços dos combustíveis por parte da Petrobras para atender aos interesses relacionados a questões macroeconômicas (afetando nível de preços). Adicionalmente, os empresários do segmento argumentam que o mercado de etanol tem de absorver e neutralizar as incertezas existentes perante as outras opções de combustíveis e às oscilações de preços do petróleo no cenário internacional. A crítica se baseia, sobretudo, no fato de que a partir de 2010 o governo federal começou a definir o preço da gasolina e do diesel para controlar a inflação no país. Essa ação somada ao foco no petróleo do pré-sal corroboraria o distanciamento do governo federal de uma posição de reconhecimento do etanol como uma via estratégica para o desenvolvimento econômico no país, e para uma redução progressiva da dependência do petróleo como fonte majoritária dos combustíveis. A mudança de

---

<sup>191</sup> Segundo reportagem do Jornal O Estado de São Paulo de 20/09/2014, desde 2007 já foram fechadas 58 usinas na região centro-sul e muitas passaram a priorizar o açúcar frente ao etanol. Disponível em: <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral.com-pre-sal-governo-deixa-etanol-de-lado,1563411>. Consultado em 03/10/2014. A revista Época, em reportagem de 05/11/2014, apresenta que desde a crise de 2008 já são 82 usinas que encerraram suas atividades no país. Disponível em: <http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/felipe-paturo/noticia/2014/11/ja-sao-b82-usinas-de-alcool-fechadas-por-cao-da-crise-do-setor.html>. Consultado 06/11/2014.

<sup>192</sup> Mais informações sobre a visão de representantes do segmento podem ser obtidas na reportagem do Jornal O Estado de São Paulo de 20/09/2009: <http://www.estadao.com.br/noticias/geral.concorrencia-do-pre-sal-ameaca-etanol,437950>. Consultado em 03/10/2014.

postura do governo federal também foi associada à redução ou desaparecimento de uma “defesa” do etanol no contexto internacional, tal como vinha sendo realizado pelo ex-presidente Lula, especialmente ao longo de seu primeiro mandato. Após 2008, os governos dos presidentes Lula e Dilma praticamente ignoraram essa questão.

Assim, tanto no caso brasileiro como no americano a postura que vem sendo adotada pelos governos federais a respeito do etanol (e os biocombustíveis) é relevante para a análise das prioridades e do foco do governo federal de ambos os países na evolução futura do etanol. No entanto, diferentemente do caso americano em que o fomento federal à pesquisa e desenvolvimento (P&D) em etanol de segunda geração tem sido expressivo, apesar do avanço da economia associada ao *shale*, no Brasil verifica-se que historicamente o segmento do petróleo obteve mais respaldo do fomento público para P&D comparativamente aos biocombustíveis. Como se destacou no capítulo 5, o fato de existir um fundo setorial específico ao petróleo corrobora essa afirmação.

No contexto da concorrência entre os combustíveis fósseis e os biocombustíveis, é preciso considerar que as empresas que exploram petróleo e aquelas que produzem biocombustíveis operam com estruturas de custos diferentes e tem seu comportamento afetado pela oscilação de preços do petróleo que conta com um mercado internacional institucionalizado. Assim, enquanto regras punitivas para emissões de gases que criam o efeito estufa não forem adotadas, continuará a ser necessário prover subsídios para induzir a produção de biocombustíveis (ALIC, 2013). Do contrário, o suporte do governo será necessário até o momento em que os investidores passem a acreditar que os preços e o consumo de etanol e outros biocombustíveis não serão afetados por decisões políticas favoráveis a opções mais poluentes e com mercados historicamente mais fortes. Nesse sentido, as políticas públicas voltadas para o desenvolvimento econômico de longo prazo a partir do etanol devem estar atentas para essas diferenças e para o cenário recente, sobretudo quando os governos federais não consideram o papel dos biocombustíveis renováveis para a superação de problemas criados pela dependência das tradicionais fontes de energia.

### 7.2.1 O argumento do bem público na defesa das energias renováveis

Como já mencionado, a condução de políticas de fomento ao etanol nos EUA tem sido alavancada pelo elevado volume de recursos e pelo amplo leque de

instrumentos utilizados pelo governo. Contudo, apesar desse destaque favorável, o direcionamento das políticas lá adotadas tem sido alvo de críticas que colocam em dúvida se ocorrerão as mudanças necessárias para reduzir a emissão de poluentes causada pela crescente demanda por combustíveis fósseis no país.

Outro aspecto que diferencia os EUA em relação ao Brasil se refere aos gastos na área militar, os quais contribuem para aumentar a capacidade produtiva e tecnológica relacionada às fontes renováveis de energia. Esse mecanismo é apontado como uma “arma” que não tem sido utilizada adequadamente para favorecer uma passagem mais acelerada das estruturas militares baseadas em combustíveis fósseis para outra baseada em energias alternativas, que sejam renováveis e menos poluidoras (ALIC, et al, 2010; SAREWITZ, 2010; SAREWITZ, 2011; ALIC, 2013).

O argumento é que as ações que consigam favorecer mudanças dos padrões atuais de consumo na direção de fontes energéticas renováveis têm o importante mérito de acelerar a diminuição da emissão de gases causadores do efeito estufa. Nesse sentido, o Estado teria um papel importante ao tomar decisões que favoreçam uma mudança dos padrões de consumo de energia/combustíveis nessa direção, a começar na esfera da Defesa onde é elevado o consumo de energia de fontes fósseis e conta com maior disponibilidade de recursos que poderiam ser alocados numa direção alternativa. Sarewitz (2010) argumenta que o Departamento de Defesa (DoD) dos EUA deveria se tornar um dos principais interessados em promover pesquisas para aliviar os efeitos dos gases causadores do efeito estufa. Isso é justificado pelo fato de que o DoD tem potencial e uma ampla capacidade para agir nesse sentido, sobretudo como usuário<sup>193</sup>. A infraestrutura do DoD compreende mais de 500 instalações, 546 mil edifícios e 160 mil veículos não-táticos, somado ao fato de que responde por uma capacidade de compra e de competências técnicas de níveis superiores às de instituições correspondentes no resto do mundo (SAREWITZ, 2010). Daí seu poder de alavancar mudanças que demandam pesquisas e inovações voltados ao desafio de substituir as fontes de energia não-renováveis e mais poluidoras.

Esse argumento reforça o papel do Estado no âmbito do SSPI de combustíveis renováveis, como observado no caso do etanol. Esse sistema, todavia não pode ser analisado numa perspectiva estática. Considerando-se que a fronteira tecnológica do

---

<sup>193</sup> “The Department of Defense (DoD) accounts for four-fifths of federal government energy consumption (80.3 percent in 2010), followed at a great distance by the Postal Service (3.8 percent)” (CSPO e CATF, 2012, p. 15).

desenvolvimento do etanol de segunda geração envolve oportunidades, mas também riscos elevados, o poder de alavancagem que o DoD dos EUA tem é fundamental para estimular o mercado de energia e combustíveis renováveis. E para justificar uma maior participação do Estado na promoção de energias renováveis, via DoD por exemplo, alguns autores (ALIC, et al, 2010; SAREWITZ, 2010; SAREWITZ, 2011; ALIC, 2013) têm se baseado no conceito de bem público<sup>194</sup>. Ou seja, quando o Estado provê um bem e o seu uso/consumo não é exclusivo de um indivíduo (não-exclusão) e nem diminuiu a capacidade de uso/consumo do mesmo bem por outra pessoa (não-rivalidade), tem-se um bem público (VARIAN, 2003).

As áreas de defesa, pesquisa científica básica e saúde pública são exemplos clássicos de bens públicos, nas quais a atuação do Estado não deve gerar exclusividade e os benefícios possam ser generalizados. O mesmo argumento poderia ser aplicado à iniciativa assumida por vários países para a redução global da emissão de gases causadores do efeito estufa (CSPO e CATF, 2009). Assim, de acordo com essa abordagem conceitual, é necessário reconhecer a redução dos gases de efeito estufa como um bem público do qual o Estado passa a ser um demandante em nome do bem-estar da população, tal como quando atua na compra de vacinas, na prevenção de enchentes, controle aéreo, etc. (CSPO e CATF, 2010).

Essa perspectiva analítica advoga que na medida em que o governo federal dos EUA passe a considerar a redução dos gases do efeito estufa um bem público, são criadas as condições para o papel estimulador do Estado (*State pull*) através de ações que favoreçam o desenvolvimento de tecnologias voltadas a esse propósito, incluindo aquelas relacionadas aos biocombustíveis renováveis e menos poluentes. No entanto, ainda que tenham as condições de conduzir esse processo, os EUA têm ficado aquém de suas capacidades nos últimos tempos nesse campo (SAREWITZ e ALIC, 2009; ALIC, 2013). Essa crítica se aplica tanto aos EUA como ao Brasil onde o segmento produtor de etanol deve dar saltos tecnológicos para que a produção se sustente no médio e longo prazo. Nesse sentido, as ações do Estado que contribuam para estimular inovações, minimizar incertezas institucionais e aumentar investimentos privados de modo a atender as expectativas de aumento de produção e consumo de combustíveis renováveis são variáveis fundamentais, mas não devem ser implementadas isoladamente. Assim, ao longo do tempo essas ações passarão a trazer resultados na medida em que também estimulem o mercado e empresas privadas a atuar na mesma direção das ações iniciadas

---

<sup>194</sup> Bem público puro é todo bem/serviço que possui a capacidade de ser não exclusivo e não rival.



pelo Estado. Por isso que o argumento de defesa das ações mais enfáticas do Estado em prol das energias renováveis, consideradas bem público, reforçar-se-ia como estímulo para acelerar o desenvolvimento de inovações para solução de um problema social (SAREWITZ e ALIC et al, 2009), gerando externalidades positivas no conjunto da economia.

Apesar de o Departamento de Energia (DoE) ter diversas parcerias com o setor privado para o desenvolvimento de inovações na área de biocombustíveis renováveis, Sarewitz e Alic (2009) e Alic (2010) apontam que as ações coordenadas por aquele departamento estavam ficando muito restritas ao campo da ciência e não estavam trazendo resultados que pudessem estimular ações por parte do mercado. Diferentemente, nesse sentido o DoD estaria numa melhor posição para estabelecer uma ponte com o setor privado, dado o seu histórico e seu potencial de grande consumidor de inovações (ALIC et al, 2009). Mas existem restrições que podem retardar mudanças derivadas da estrutura gerida pelo DoD. Alic (2013) argumenta que o órgão não teria recursos suficientes e nem interesse em promover alterações radicais no momento. Mesmo tendo a capacidade de estimular o mercado a produzir inovações em conjunto, o custo ainda seria elevado para alterar toda a frota de equipamentos, o que desestimula o DoD, sobretudo porque novas fontes de combustíveis fósseis vêm sendo descobertas nos EUA (associadas ao xisto) e no resto do mundo (como o petróleo no Brasil, a partir das fontes do Pré-Sal). Assim, se os preços do petróleo caem (situação verificada no segundo semestre de 2014), cria-se uma situação favorável à manutenção dos padrões existentes, desfavorecendo os biocombustíveis e o maior uso de etanol.

O *spillover* produzido pelo Departamento de Defesa dos EUA não ocorre no caso brasileiro. Diferentemente dos EUA, o Brasil não possui um histórico de desenvolvimento tecnológico na área militar que transborda para o setor privado. A exceção brasileira está na indústria aeronáutica, especificamente no que tange à Embraer, a qual, inclusive, já colocou no mercado um avião movido a etanol (o modelo Ipanema EMB 202A) e recentemente firmou parcerias para desenvolvimento de biocombustíveis para uso em aeronaves de maior porte junto à empresa Boeing<sup>195</sup>. Além disso, a capacidade financeira e de alavancagem do DoD americano são incomparáveis ao caso brasileiro devido às constantes preocupações relacionadas à segurança por parte

---

<sup>195</sup> Mais informações podem ser verificadas em: <http://www.embraer.com/pt-BR/ImprensaEventos/Press-releases/noticias/Paginas/Boeing,-Embraer-e-BID-financiarao-analise-de-sustentabilidade.aspx>. Consultado em 29/10/2014.

dos EUA, o que favorece as parcerias com empresas civis para o desenvolvimento de inovações na esfera militar.

Ainda assim, um dos maiores obstáculos para uma alteração da demanda do DoD por energias que não sejam de origem fóssil é a incompatibilidade dos sistemas e equipamentos atualmente existentes, os quais foram modelados para usar querosene ou gasolina. A querosene responde por 1/3 do consumo de combustíveis para transporte nos EUA (*Jet Fuel* e *Diesel Fuel*), e a gasolina conta com mais 66%<sup>196</sup>. As forças armadas têm grandes invenções que utilizam petróleo, e seria excessivamente caro trocar ou mesmo modificar isso. A força aérea americana e o DoD têm investido juntos em alternativas à base de carvão e de outros recursos desde a crise do petróleo de 1973. Mas os biocombustíveis só foram adicionados à agenda recentemente (ALIC, 2013).

Uma advertência apontada por CSPO e CATF (2009) é que as experiências nas últimas três décadas nos EUA mostram que sem a ação regulatória e sem o empurrão tecnológico propiciado pelo Estado, inovações relacionadas à energia e ao clima acabam sendo tímidas<sup>197</sup>. Além disso, segundo o argumento que considera a redução de emissão de poluentes um bem público, a política de incentivos a biocombustíveis renováveis poderia ser avaliada e justificada em nome dos interesses nacionais, tal como os gastos militares no exterior que são aprovados sob a justificativa de proteção ao país (ALIC, 2013).

No caso brasileiro, uma emissão de poluentes em menor escala deve ser considerada como bem público, embora não na mesma dimensão que se aplicaria ao caso dos EUA. Primeiro porque a dependência e consumo de energia e combustíveis fósseis naquele país são exponencialmente superiores ao caso brasileiro. Segundo porque a disponibilidade de recursos de que os EUA dispõem para patrocinar pesquisas no âmbito civil e militar são proporcionais ao tamanho de sua economia. Apesar das diferenças, o Brasil tem se beneficiado com o aumento do consumo de etanol ao longo das últimas décadas, não somente com as reduções de emissões de gases de efeito estufa, com o uso de mais combustíveis fósseis, mas também com o ganho de divisas.

---

<sup>196</sup> Já considerando o etanol adicionado à gasolina.

<sup>197</sup> “Industry may expect GHG regulations at some point in the future, but without knowing what form they will take has little incentive to innovate. Market pull for energy technologies remains generally weak, and in the United States no markets exist at all for technologies to control GHG emissions. The federal government has spent some \$60 billion on energy R&D since the first oil embargo in 1973, but has bought mostly research, with modest impacts overall” (CSPO e CATF, 2009, p. 5).

Há estimativas de que desde 1975 o país já economizou mais de US\$ 266 bilhões com o uso de etanol e a redução das importações de gasolina<sup>198</sup>.

Apesar dos avanços no debate político e da maior aceitação de que é necessário reduzir o consumo de combustíveis fósseis, nem o argumento do bem público aplicado à redução de emissões de gases causadores do efeito estufa, nem o aplicado à sustentabilidade ambiental, ganha aceitabilidade enquanto houver maior disponibilidade de petróleo e menor vontade política de lidar com esse cenário. Menores custos de exploração e produção, associados a tecnologias mais maduras, e um mercado internacional mais organizado, são variáveis que contribuem para que combustíveis fósseis se mantenham mais competitivos que os biocombustíveis. Estes ainda enfrentam desafios para ampliar seus mercados e para avançar na fronteira tecnológica reduzindo custos e aumentando produtividade e eficiência.

### 7.3 O COMPORTAMENTO DO SETOR PRIVADO BRASILEIRO FRENTE AOS DESAFIOS NO MERCADO DE ETANOL

Ainda que o cenário recente possa ser classificado como restritivo para o avanço do mercado de etanol frente aos desafios relacionados à concorrência com os combustíveis fósseis, cabe fazer uma breve apresentação dos fatos que têm marcado o comportamento do setor privado dentro do SSPI. O objetivo é discutir brevemente a postura das empresas nesse contexto frente aos desafios e às políticas adotadas a partir do governo federal.

Sabe-se que existe uma relação direta entre as políticas públicas federais voltadas ao etanol, adotadas no período recente, e os efeitos delas sobre o comportamento e tomada de decisão no âmbito privado, por parte das empresas. Nesse sentido, entende-se que o SSPI do etanol deve ser observado de forma dinâmica e que parte significativa de seus resultados e movimentos se devem às empresas. Ainda que o recorte do trabalho recaia sobre os atores ligados ao governo federal dentro do SSPI do etanol, pois eles têm capacidades de ativar o dinamismo no sistema, não se poderia ignorar o elo dinâmico criado pela capacidade inovativa das empresas no âmbito do SSPI. Assim, ainda que o Estado seja um ator com capacidade de definir políticas que

---

<sup>198</sup> Segundo a consultoria Datagro, esse valor foi economizado devido a não importação de 2,2 bilhões de barris de petróleo, o que equivale a 13% das atuais reservas de petróleo no Brasil. Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?tl=1&id=1285489&tit=Brasil-economizou-US-266-bi-com-uso-de-etanol-desde-1975-diz-Datagro>. Consultado em 10/10/2014.

contribuam para organizar e dar melhor suporte ao SSPI, o sucesso para o conjunto do sistema só é atingido quando o lado privado também age de modo a enfrentar os desafios existentes.

Sabe-se que o agronegócio brasileiro é majoritariamente privado, ainda que em muitos casos dependa de regulamentações e mecanismos favoráveis disponibilizados pelo governo federal, tal como as linhas de crédito subsidiado. Também no caso do SSPI do etanol existe uma predominância de atores privados na definição de produção e organização do mercado, diferentemente do período pré-desregulamentação ocorrido ao longo dos anos de 1990. Assim, a ausência de planejamento de longo prazo e de articulação das decisões/políticas definidas pelo governo federal juntamente ao que os empresários do segmento desejam ou realizam não tem sido uma prática recorrente nos últimos anos. Nesse sentido, a articulação de interesses de ambos os lados não tem caracterizado positivamente a dinâmica do SSPI do etanol. Essa articulação, através de uma política industrial de desenvolvimento pautada pelo governo federal deveria, em tese, atrair os demais elos do SSPI numa sinergia sistêmica com o setor privado. Ainda que haja diversos desencontros tanto nas ações como na disponibilização de instrumentos pró-etanol por parte do governo federal nos últimos anos, é importante destacar, brevemente, como o setor privado tem se comportado ou reagido perante as adversidades e desafios desse mercado.

A maior atuação em pesquisa e desenvolvimento (P&D) no segmento privado do SSPI do etanol está, predominantemente, no estado de São Paulo onde existem diversas usinas processadoras e empresas de bens de capital que formaram parcerias em pesquisas com universidades e centros de pesquisas, com suporte financeiro das próprias empresas e do governo estadual, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Nesse contexto, à luz da abordagem aqui adotada, destaca-se, para a promoção de P&D voltado à competitividade do segmento, o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), uma vez que além de ser mantido majoritariamente pelas próprias empresas do SSPI do etanol, tem realizado pesquisas sobre o etanol celulósico e sobre genética da cana-de-açúcar.

O CTC foi criado em 1969 com o nome de Centro de Tecnologia Copersucar para servir às empresas cooperadas da Copersucar – cooperativa formada, na época, por 10 usinas paulistas e que centralizavam a comercialização e produção de açúcar e álcool. O CTC tem sido um ator importante dentro do SSPI do etanol desde os anos 1980 quando disponibilizou variedades de cana-de-açúcar para substituir aquelas que vinham

de outros estados e da Argentina. Nos anos de 1990 a Copersucar enfrentou sérios problemas financeiros e os cooperados mostravam relutância em continuar a financiar o CTC. Apesar disso, o centro sobreviveu e em 2005 foi desmembrado da Copersucar e passou a ter o nome de Centro de Tecnologia Canavieira (CHAGAS, 2012). Atualmente, o CTC é uma sociedade anônima, com isso conseguindo aumentar a captação de recursos tecnológicos e financeiros. O centro tem funcionado como uma empresa independente que cobra *royalties* pelo uso das variedades previamente desenvolvidas. O CTC se autoproclama o principal centro mundial de desenvolvimento de tecnologias para a indústria sucroenergética<sup>199</sup>. De fato, o centro tem um papel importante no SSPI do etanol por ser um ator ligado às empresas do segmento, desenvolvendo inovações que melhorem o desempenho do setor. Ainda que o CTC concorra com outros centros de pesquisa, como a RIDESA, isso tem um significado positivo porque estimula a busca por mais inovações e difusão de melhores variedades genéticas de cana-de-açúcar a partir de iniciativas do lado privado. Como aponta Chagas (2012), a complexidade genética da cana-de-açúcar é, ainda, um grande entrave para saltos maiores na competitividade do etanol, o que também consta da agenda do CTC.

Três fatos recentes demonstram o interesse do CTC em contribuir para o avanço das pesquisas relacionadas ao etanol. O primeiro se refere aos investimentos de R\$ 40 milhões em três novos laboratórios de biotecnologia, aprovados em fevereiro/2014 e que lidarão com as pesquisas relacionadas à transgenia de 12 variedades de cana. O projeto contou com o financiamento de 75% do valor total por parte do BNDES/FINEP<sup>200</sup>. O segundo fato importante ocorrido em março/2014 se refere à decisão do BNDESPar (que é a subsidiária do BNDES responsável por participações do banco em empresas) de injetar até R\$ 300 milhões no CTC de modo a aumentar sua capacidade de investimento<sup>201</sup>. O terceiro fato se refere ao início de operação da planta de demonstração de produção de etanol celulósico do CTC em julho/2014. A planta possui capacidade de processar 100 ton de biomassa/dia e contou

---

<sup>199</sup> Informação disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br/modelodenegocio.html>. Consultado em 11/11/2014.

<sup>200</sup> Mais informações disponíveis em: <http://www.valor.com.br/agro/3440616/ctc-investe-r-40-milhoes-em-laboratorios>. Consultado em 11/11/2014.

<sup>201</sup> Mais informações disponíveis em: <http://www.valor.com.br/agro/3494460/bndespar-compra-participacao-no-ctc>. Consultado em 11/11/2014.

com financiamento de R\$ 80 milhões no âmbito do programa PAISS do BNDES/FINEP<sup>202</sup>.

É inegável que o CTC vem se apresentando como um ator estratégico dentro do SSPI do etanol no Brasil. E isso é reforçado pelos diversos desembolsos direcionados ao CTC a partir de fontes do governo federal. Ou seja, pode-se enxergar isso como uma sinalização por parte do governo federal de que é essencial articular ações em conjunto com os agentes do setor privado. Baseado nesses desdobramentos, o CTC planeja investimentos de R\$ 1,2 bilhão nos próximos cinco anos. O que é um sinal importante por parte do setor privado. Essas ações mostram a necessidade de reconhecer que o setor privado acaba por não ter condições, sozinho, de encaminhar todos os projetos e pesquisas necessários ao segmento sucroalcooleiro. Daí o papel central do governo federal na articulação Estado e mercado. Por mais que o CTC seja um agente privado do SSPI, verifica-se que as principais fontes de recursos que estão estimulando o seu salto recente na capacidade de pesquisa provêm do governo federal.

Dentre os problemas que vem sendo enfrentados pelas empresas do setor, cita-se o elevado grau de endividamento no setor que tem sido apontado como determinante do fechamento de unidades e de outras restrições que afetam a capacidade de produção. Esse tem sido um tema recorrente na imprensa nos últimos anos, o que tem chamado a atenção para o agravamento da situação financeira de diversas usinas de etanol desde a crise de 2008. As usinas assumiram maior endividamento após 2003 como resposta às novas perspectivas positivas que se apresentavam para o mercado de etanol no Brasil. Contudo, a crise financeira de 2008 e a piora do cenário do etanol devido à competição com a gasolina nos últimos tempos contribuíram para que a renovação no mercado financeiro de dívidas assumidas não obtivesse respaldo e os planos de investimentos previamente assumidos não trouxessem o retorno esperado. Desde então, a União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA) aponta que 70 usinas já entraram em recuperação judicial<sup>203</sup>. Sem dúvida, podem existir problemas relacionados à gestão e

---

<sup>202</sup> A planta foi construída anexa à Usina São Manoel. Mais informações disponíveis em: <http://www.valor.com.br/agro/3629330/ctc-coloca-em-operacao-planta-de-demonstracao-de-etanol-celulosico>. Consultado em 11/11/2014.

<sup>203</sup> Mais informações disponíveis em: <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?tl=1&id=1507834&tit=Usinas-devem-mais-do-que-arrecadam-em-um-ano-de-vendas>. Consultado em 12/11/2014.

outras decisões tomadas no âmbito de cada empresa que podem ter afetado o seu desempenho financeiro<sup>204</sup>.

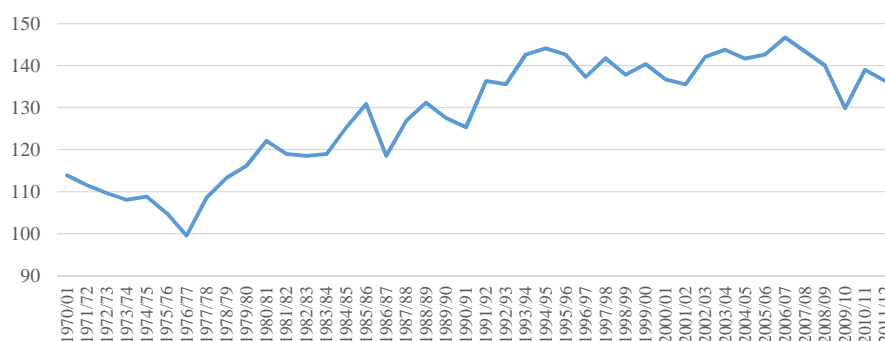
Como já apontado anteriormente, existe uma forte crítica por parte do setor sucroalcooleiro à postura adotada pelo governo federal nos últimos anos, o qual estaria se utilizando da contenção dos preços da gasolina e de outros derivados do petróleo como instrumento de política macroeconômica. Nesse contexto, a eliminação da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível<sup>205</sup> em meados de 2012 teria sido o ápice da crise já existente.

Contudo, por outro lado há indicações de que o setor sucroalcooleiro não teria feito sua parte no que se refere a aumentar a competitividade do segmento via investimentos em melhorias e modernizações no processo produtivo de modo a aumentar a produtividade e reduzir custos. A cana-de-açúcar é uma cultura agrícola que sempre é lembrada por ter sido um exemplo de salto de produtividade desde os anos 1970, quando do início do PROALCOOL no Brasil. O Gráfico 7.2 permite verificar o aumento do ganho de produtividade a partir do indicador Quilogramas de ATR (Açúcar Total Recuperado) por Tonelada de Cana-de-Açúcar colhida. No entanto, ao mesmo tempo em que é possível ver o salto de produtividade que ocorre desde o início da década de 1970 até os anos noventa, verifica-se que no momento seguinte ocorre um crescimento estacionário desse indicador. Após a safra 2006/07 ocorre um movimento de queda brevemente recuperado na safra 2010/11, mas que é retomado na sequência. Ainda que os movimentos também sejam sazonais, o fato é que nos últimos 20 anos a produtividade não cresceu mais na mesma intensidade do período anterior.

---

<sup>204</sup> Um estudo mais aprofundado das empresas do setor seria interessante para discutir essas questões para cada caso.

<sup>205</sup> Segundo Antônio de Padua Rodrigues (diretor da UNICA), o fim da cobrança da CIDE fez com o que o setor sucroalcooleiro perdesse R\$ 10 bilhões por ano. A informação está disponível na reportagem de 24/10/14: <http://www1.folha.uol.com.br/colunas/mercadoaberto/2014/10/1538115-mais-usinas-deverao-fechar-diz-setor-de-etanol.shtml>. O Decreto nº 7.764 de 22/06/2012 que regulamenta o fim da CIDE está disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/decretos/2012/dec7764.htm>.



**Gráfico 7.2 – Quilograma de ATR/Tonelada de cana-de-açúcar**

Fonte: Anuário de Agroenergia 2012 - MAPA

Uma das respostas dadas para a redução no ritmo da produtividade no setor está na possível estagnação tecnológica ocorrida após os anos de 1990 devido à ausência de novas variedades, mais produtivas e resistentes, de cana-de-açúcar. Contudo, Nyko, et al (2013a) mostram que essa possível resposta não tem base na realidade porque entre 1990 e 2010 um total de 154 variedades foram utilizadas pelo segmento, e que entre 2003 e 2012 um total de 74 variedades foram registradas no MAPA. Portanto, não é possível alegar que a falta de novas variedades foi a causa do resultado anteriormente apontado. Uma explicação pertinente seria então o baixo nível de renovação dos canaviais o que resultou em menor difusão de novas variedades no segmento. Essa decisão favoreceu a manutenção de variedades antigas e mais conhecidas, o que não contribuiu para acelerar o aumento da produtividade (NYKO et al, 2013a). O maior endividamento no segmento pesou nessa decisão, mas também há o argumento de que o setor sucroalcooleiro se acomodou e permaneceu com diversas unidades produtivas sem investimentos em renovação e/ou modernização, o que também comprometeu a produtividade e sustentação da atividade num período de crise<sup>206</sup>. Além disso, frente às diversas dificuldades financeiras, a opção adotada pelas usinas nos últimos anos teria sido aumentar a produção via expansão das áreas plantadas ao invés de aumentar a produtividade via troca das mudas/variedades de cana-de-açúcar, o que acaba por reforçar um comodismo frente aos diversos desafios que o setor vem enfrentando<sup>207</sup>. Assim, é importante explicitar a postura do setor privado no contexto do período recente. Todas essas evidências ainda deixam questões em aberto e merecem

<sup>206</sup> Esse argumento foi apresentado na análise de Caroline Nascimento Pereira, disponível em <http://brasildebate.com.br/a-pedra-no-sapato-do-etanol-brasileiro/>. Consultado em 10/12/2014.

<sup>207</sup> Segundo o gerente de marketing do CTC, Virgilio Vicino, as usinas não estariam utilizando mudas de melhor qualidade e não teriam investido na infraestrutura das usinas, o que seria uma evidência de que tem sido priorizada a quantidade e não a qualidade. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/economia/o-problema-do-etanol-nao-e-so-a-petrobras-e-sim-a-produtividade>. Consultado em 12/11/2014.



maior detalhamento por meio de estudos específicos e focados no comportamento das empresas/usinas do segmento.

Ainda que não exista consenso a respeito dos possíveis resultados apontados acima, o volume de investimentos em desenvolvimento tecnológico abaixo do que seria o ideal ao longo das últimas duas décadas se mostra mais evidente, sobretudo para as empresas que não conseguiram superar o período de crise. De um lado as empresas alegam que ficaram sufocadas com o alto endividamento que não resultou em novas oportunidades de mercado, tal como se esperava frente à euforia com o etanol no Brasil após 2003, inclusive por parte da Presidência da República antes de 2007. De outro lado, o argumento apresentado pelo governo federal esteve ancorado na disponibilização de linhas de crédito subsidiado e específicas ao segmento, como é o caso do PRORENOVA, voltado à renovação das plantações, e do PAISS, direcionado ao desenvolvimento tecnológico do etanol de segunda geração.

Dada a importância que esse segmento tem para a economia brasileira e de sua capacidade de contribuir para a redução da dependência de combustíveis de fontes fósseis, faz-se necessário uma compatibilização entre as orientações do Estado e os interesses do setor privado. Um caminho importante a ser seguido nesse contexto, como se registrou anteriormente, refere-se à necessidade de melhoramento genético e desenvolvimento de tecnologias aplicadas ao etanol de segunda geração, o que demanda recursos e comprometimento tanto por parte das empresas como do governo federal em assegurar um ambiente adequado para reduzir as incertezas que têm tornado as perspectivas desse mercado nebulosas. Ainda que o mercado de etanol (e de biocombustíveis em geral) esteja passando por um momento de reorganização frente aos problemas e desafios já apontados, em 2014 foram inauguradas no Brasil a primeira usina a produzir etanol celulósico em escala comercial<sup>208</sup> e a planta de demonstração do CTC. Isso indica que apesar das restrições, têm ocorrido iniciativas importantes nesse mercado por parte de capitais privados. Em outubro de 2014 a empresa dinamarquesa Novozymes que atua na área de biotecnologia e produção de enzimas utilizadas na produção de etanol celulósico anunciou que já tem planos concretos de iniciar a produção das enzimas no Brasil<sup>209</sup>. Assim, internalizar a produção de enzimas é um bom sinalizador do mercado, mas avançar localmente no planejamento, gestão e na

---

<sup>208</sup> Usina Bioflex, de propriedade da GranBio, inaugurada em setembro de 2014 no estado de Alagoas, mas que ainda não conseguiu alcançar um estágio de otimização da produção.

<sup>209</sup> Mais informações podem ser encontradas na reportagem “Novozymes fará enzima para etanol 2G no Brasil”: <http://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1118900>. Consultado em 12/11/2014.

produção de conhecimento relacionado ao tema será fundamental para o sucesso do etanol de segunda geração no Brasil. Assim, ainda que o foco do trabalho não seja o estudo do comportamento e das estratégias empresariais, será importante acompanhar como as empresas vão encaminhar e lidar com todos os desafios relacionados ao etanol celulósico. Isso porque o futuro do segmento não será resultado somente do desenvolvimento de novas variedades genéticas, mas sim de como o segmento virá a se adaptar para aumentar produtividade e competitividade a partir dos desafios que ainda existem para tornar a produção de etanol celulósico em grande escala uma realidade.

Um último ponto a ser destacado sobre o setor privado se refere à postura de empresas de petróleo cujo foco de atuação é o mercado de combustíveis fósseis. Um argumento interessante apontado por Alic (2013) se refere ao fato de que grandes empresas internacionais do ramo do petróleo estão investindo em biocombustíveis como forma de manterem-se ‘protegidas’ (hedge) e/ou participantes da evolução de um segmento que, em tese, concorre com os combustíveis fósseis. Nessa perspectiva, Oberling *et al* (2012) analisa a atuação de grandes empresas (Shell, Petrobras, ExxonMobil e BP) do setor de petróleo na área de biocombustíveis, em primeira e segunda geração, e conclui que essas empresas estão acompanhando o desenvolvimento de tecnologias, de modo que elas também poderão ser grandes *players* em um mercado de biocombustíveis em ascensão no mundo. Ainda que essa preocupação não seja o foco da tese, trata-se de uma temática importante e que merece estudos que aprofundem essa discussão, pois o papel complementar de biocombustíveis como forma de atender a demanda internacional por combustíveis menos poluentes tende a aumentar ao longo do tempo.

### 7.3.1 As biorrefinarias como uma janela de oportunidade para o Brasil

Os desafios apresentados anteriormente não devem ser encarados como barreiras intransponíveis e enfraquecer projetos de ampliação dos mercados de biocombustíveis. O argumento defendido é que a trajetória do mercado de etanol analisada para os EUA e Brasil permite concluir que é possível gerar oportunidades que, se bem exploradas, poderão estimular maior produção e consumo de biocombustíveis menos poluentes e mais sustentáveis. Ao mesmo tempo isso tende a contribuir para intensificar esforços de inovação que contribuam para o segmento e gere benefícios econômicos para os países.

O desenvolvimento tecnológico de novas variedades genéticas da cana-de-açúcar e também do etanol de segunda geração poderão gerar impactos positivos sobre a configuração do segmento sucroalcooleiro nos próximos anos. Como parte essencial desse contexto, as biorrefinarias modernas que colocam o uso da biomassa no centro da sua estratégia de atuação desvendam importante janela de oportunidade para o setor e para outras atividades econômicas. Além das potencialidades e características positivas que distinguem o etanol e outros combustíveis fósseis e mais poluentes, a possibilidade de produção integrada de etanol de primeira e segunda geração, tal como de outros produtos obtidos a partir do processamento da mesma base de matéria-prima, é uma oportunidade que deveria ser tratada com mais atenção por parte do Estado e de suas políticas públicas associadas ao tema. Assim, conforme advoga a corrente neoschumpeteriana, ampliar a capacidade inovativa e transformadora deve estar no centro das metas de políticas públicas e/ou políticas industriais voltadas ao fomento de biocombustíveis e do manejo sustentável da biomassa – cenário em que as biorrefinarias passam a ser agentes fundamentais.

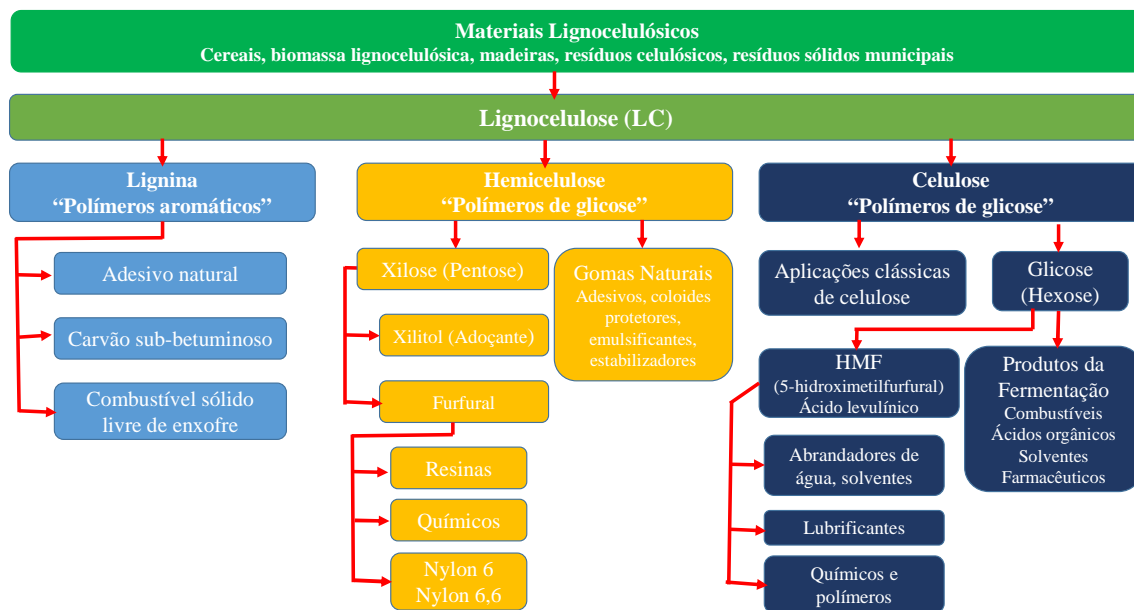
As oportunidades estão associadas aos bioprodutos e biocombustíveis obtidos a partir do processamento industrial da biomassa nas biorrefinarias. Assim, o segmento produtor de etanol seria reformatado, ampliando e diversificando o rol de produtos obtidos a partir da expansão da bioindústria. Uma variável estratégica na sustentabilidade dessa indústria é a organização da oferta das matérias-primas/biomassa (BOMTEMPO e CHAVES, 2014). As diferenças e desafios relacionados a esse tema para o caso americano e brasileiro já foram discutidos anteriormente. Até o momento o Brasil apresenta uma maior vantagem na logística e na oferta regular de biomassa de cana-de-açúcar para que essa indústria possa se desenvolver. Contudo, essas possibilidades estão condicionadas ao fomento à inovação na indústria de bioprodutos, ou na bioeconomia, cuja estrutura ainda está ganhando definições mais concretas (BOMTEMPO e CHAVES, 2014).

Especialmente no que se refere ao segmento sucroalcooleiro, as possibilidades associadas aos bioprodutos e biocombustíveis de segunda geração são grandes, sobretudo porque requerem mais esforços tecnológicos, inclusive na redução de custos associados à própria cana-de-açúcar, o que representa de 60-68% do custo de produção atual do etanol (ROSILLO-CALLE, 2010). Assim, como afirma Cortez (2010), o ‘modelo brasileiro’ caracterizado pela produção de açúcar e etanol deverá ceder a um novo paradigma de produção de etanol e de uso integral da cana-de-açúcar promovendo

a expansão de sua potencialidade e competitividade a partir da ampla exploração da biomassa.

No entanto a exploração dessa potencialidade deve ser vista a partir da perspectiva de uma indústria complexa ainda em processo de formatação, porque além de aumentar a produção de etanol e outros biocombustíveis, as biorrefinarias também podem proporcionar matérias-primas para outros produtos, como os químicos, a partir de biomassa (BOMTEMPO e CHAVES, 2014). Adicionalmente, os produtos obtidos a partir da biomassa podem contribuir para a redução da emissão de poluentes ao longo de seu ciclo de vida, o que agrega mais valor a eles. Nesse contexto, “o conceito de biorrefinaria está baseado naqueles similares aos de tecnologias empregadas na refinaria petroquímica, [... mas,] oferecendo maior potencial devido à enorme variedade e quantidade de biomassa renovável” (FRANCO e GARZÓN, 2010, p. 761). As biorrefinarias podem utilizar biomassa a partir de produtos de origem animal ou vegetal, e rejeitos orgânicos como é o caso do bagaço da cana-de-açúcar (SOUZA-AGUIAR e SILVA, 2010). É importante destacar que o uso da biomassa ocorre há muito tempo, mas o processamento desses materiais por meio de técnicas mais avançadas que agregam mais valor aos produtos para geração de energia e biocombustíveis em grande escala é relativamente recente (BOMTEMPO, 2010).

Para total proveito da matéria-prima, as biorrefinarias precisam ser capazes de processar os três componentes da biomassa, que são lignina, hemicelulose e celulose (PEREIRA JUNIOR, 2010; BOMTEMPO, 2010). Cada uma dessas três partes da biomassa pode gerar diferentes produtos, conforme demonstrado na Figura 7.1. Verifica-se, assim, que existe uma ampla gama de produtos que podem ser obtidos, aprimorando e adicionando valor ao processo industrial em biorrefinarias a partir do uso da biomassa, indo além da obtenção do etanol.



**Figura 7.1 – Produtos que podem ser obtidos a partir do processamento da biomassa lignocelulósica.**

Fonte: Franco e Garzón (2010, p. 764).

No que se refere ao etanol especificamente, os esforços para ampliar a produção e produtividade estão diretamente associados à expansão das biorrefinarias, as quais se tornariam integrantes essenciais do sistema setorial produtivo e inovativo. Como afirma Bomtempo (2010), a biorrefinaria integrada (produção de etanol de primeira e segunda geração em uma estrutura industrial integrada) ainda não passou a fazer parte em larga escala da realidade do segmento sucroalcooleiro. Isso porque só recentemente as primeiras usinas produtoras de etanol de segunda geração iniciaram operação no Brasil e EUA. Assim, o próprio conceito de biorrefinaria integrada, na qual tratamento e conversão ocorrem conjuntamente, ainda precisará passar por testes e ser aceito na configuração produtiva do setor sucroalcooleiro (BOMTEMPO, 2010; BOMTEMPO, e CHAVES, 2014).

Como a inovação é um elemento diretamente associado ao sucesso desse processo de integração e eficiência de biorrefinarias, as oportunidades associadas ao potencial de produção de biocombustíveis e de novos possíveis produtos a partir de biomassa deveria ser uma variável estratégica no desenho e implementação de políticas públicas associadas ao tema daqui para frente, de modo que o país pudesse se beneficiar de vantagens já existentes e de outras a serem construídas.

## 7.4 CONCLUSÕES

As diferenças nas estruturas de mercado tal como os desafios que existem para o crescimento da produção e consumo de etanol no Brasil e EUA estão diretamente associados às posturas adotadas tanto pelo Estado quanto pelas empresas. É fato que as variáveis que moldam as decisões governamentais e privadas se alteram conforme os cenários econômicos e políticos. Assim, quando se analisa o SSPI do etanol é possível verificar que a definição de diretrizes e metas no âmbito de políticas públicas foi um requisito fundamental para que o segmento produtor de etanol conseguisse evoluir perante outros combustíveis concorrentes num contexto em que prevalecem estratégias de curto prazo. Ao mesmo tempo, o setor privado avança mais ou menos conforme as expectativas definidas para o médio e longo prazo. Assim, se as decisões governamentais e o cenário econômico não se mostram alinhados com posturas favoráveis a estratégias de desenvolvimento econômico de longo prazo, ainda que elas sejam de difícil e mais custosa execução no curto prazo, os agentes que pertencem ao SSPI do etanol tendem a não incorporar tais decisões em suas perspectivas vis-à-vis o *status quo* do mercado de combustíveis.

Essa análise pode ser aplicada tanto ao caso brasileiro como ao americano em que o papel do Estado tem sido fundamental para o desenvolvimento do mercado de etanol e outros biocombustíveis, ainda que existam restrições e retrocessos. Isso se justifica pelo fato de que as estruturas de mercado são historicamente dependentes de combustíveis fósseis, o que agrava as expectativas positivas em relação a mercados de biocombustíveis e retraem decisões e possíveis desejos de transformação nesse cenário. Ainda que não exista um único tipo de combustível capaz de superar a dependência dos combustíveis fósseis, os desafios para o mercado de etanol frente às oscilações nos preços do petróleo tornam as decisões favoráveis ao etanol e a outros biocombustíveis incapazes dar sinais confiáveis aos agentes que compõem o SSPI. O que não é nada salutar para estimular transformações por parte do setor privado quando o próprio Estado mostra-se titubeante diante das perspectivas de recuperação das fontes de combustíveis e energia de origem fóssil e consequente redução de seus custos relativos.

Outro ponto relevante é que as “soluções” consideradas mais adequadas para os EUA não necessariamente o serão para o Brasil. Conforme apontado anteriormente, as diferenças e desafios podem afetar os dois países de forma diferenciada, ainda que ambos tenham seus gargalos econômicos, tecnológicos e políticos que afetam o

progresso dos segmentos associados ao etanol de primeira e segunda geração. É importante nessa compreensão dos casos brasileiro e americano ver que o Estado tem agido ao longo do tempo para tornar possível o avanço da produção e consumo de etanol, e que na medida em que recua os resultados esperados para o setor tendem a piorar.

Ainda que o caminho seja a complementariedade entre diferentes tipos de combustíveis para atender a demanda futura, os *trade-offs* atuais entre maiores potenciais econômicos de curto prazo associados aos combustíveis fósseis (pré-sal no Brasil e *shale* nos EUA) e as oportunidades de longo prazo associadas à expansão de produção, pesquisa e desenvolvimento tecnológico em etanol e outros biocombustíveis têm mostrado que o aumento da proporção do etanol no consumo total de combustíveis tenderá a ser menos expressivo. Assim, as iniciativas para aproveitar as oportunidades anteriormente apresentadas tendem a ser mais tímidas.

Ademais, ainda que os governos tenham realizado movimentos de fomento ao etanol, com diferentes intensidades e opções, o aumento de adição de etanol à gasolina já atingiu seu limite técnico no Brasil e nos EUA (conforme os padrões atuais da frota). Assim, se os países realmente desejaram aumentar a parcela de consumo de combustíveis menos poluentes, será necessário alterar outros mecanismos que favoreçam o consumo de etanol, não só alterando padrões técnicos mas também desenvolvendo políticas públicas que melhorem as expectativas para as atividades econômicas relacionadas a esse tipo de estratégia. Pois, enquanto não houver estabilidade nas ações e clareza no que se espera do etanol para o longo prazo, ao mesmo tempo em que os custos relativos da exploração do petróleo são menores, as escolhas continuarão a serem ditadas pelas opções mais “fáceis” de curto prazo.

## 8. CONCLUSÕES

Esta tese considera que os recursos naturais e a forma como eles são explorados, processados e colocados no mercado tem relação com a capacidade dos países conduzirem ações voltadas para o desenvolvimento econômico. À luz do debate histórico sobre essa relação, a base teórica para a análise desenvolvida nesta tese considera que os produtos baseados em recursos naturais, como é o caso do etanol, têm amplas condições de contribuir para o progresso e desenvolvimento econômico, para os quais o Estado é ator fundamental. Para isso a interpretação neoschumpeteriana foi utilizada, com base na qual a capacidade inovativa e transformadora de segmentos econômicos relevantes se torna um aspecto central a orientar a implementação de políticas públicas de um país.

O principal objetivo desta tese foi verificar a postura e o interesse do governo federal através de políticas públicas de fomento ao etanol como um setor estratégico para a economia do Brasil no período recente. Para realizar esse exame, destaque foi dado também ao caso dos EUA com o intuito de entender como o maior produtor e consumidor de etanol no mundo atualmente tem se beneficiado de políticas públicas e de um engajamento do Estado para fomentar o etanol e outros biocombustíveis, sobretudo os de segunda geração.

Tendo como base as questões relativas à posição do Estado sobre a produção, consumo e competitividade do etanol como uma plataforma estratégica de desenvolvimento econômico, este trabalho se concentrou nas ações e instrumentos utilizados por atores diretamente subordinados à estrutura do governo federal, tanto no Brasil como nos EUA. Ao mesmo tempo em que o volume de investimentos e a diversidade institucional de fomento favorecem a produção de etanol nos EUA, o Brasil está em uma posição muito mais frágil e proporcionalmente mais atrasada, apesar de iniciativas e programas definidos pelo governo federal na última década. Um elemento fundamental identificado nesta análise diz respeito à postura falha do governo brasileiro a respeito do papel do etanol no âmbito da política energética e de desenvolvimento do país. Assim, todas as ações e políticas públicas implementadas foram pouco coesas com o discurso político do desenvolvimento econômico sustentável e menos dependente de fontes fósseis de energia. Esse discurso variou muito ao longo dos últimos governos, indo do auge do etanol como uma das vias preferenciais para produção de combustíveis renováveis à negligência e afastamento do governo desse tema.



Conforme analisado neste trabalho, o etanol é um dos produtos à base de recursos naturais em que o Brasil é competitivo e no qual há condições de ser estimulado como um catalisador local de novas oportunidades de mercado e de desenvolvimento científico e tecnológico, capaz gerar transbordamentos para outras atividades que possam se beneficiar dos avanços derivados da produção de etanol. O histórico e a dimensão do mercado de etanol com forte participação e indução do Estado, são características importantes e não podem ser desprezados sob pena de se perder oportunidades proporcionadas pela atividade. A competitividade desse segmento está relacionada ao momento histórico e às prioridades estabelecidas pelo Estado no campo da política energética, tendo em vista a importância de segmentos relevantes para a economia que viabilizem opções que sejam transformadoras e ambientalmente mais sustentáveis.

Nesse sentido foram constatadas diferenças visíveis entre os governos federais no Brasil e nos EUA em relação a essa problemática, que vão além do volume de recursos destinados ao fomento ao etanol. Para superar essa deficiência, entende-se que o Estado brasileiro deve promover uma articulação efetiva com o setor privado de modo a delinear ações e horizontes, sem a qual oportunidades estratégicas de desenvolvimento econômico proporcionadas pelo etanol serão perdidas agravando dependências tecnológicas de outros países que saíram na frente, como é o caso dos EUA. Não é sem razão que o governo daquele país passou a investir fortemente e a definir diretrizes relacionadas à produção e consumo de etanol. Ou seja, é fundamental que os governos atuem de modo a criar condições e ambientes propícios para o avanço de pesquisa e desenvolvimento tecnológico pelo setor privado, que em cenários de incerteza e riscos elevados sejam amparados. No caso do Brasil, enquanto o setor privado tem tido dificuldades para enfrentar os desafios e oscilações do mercado de etanol, em condições de uma ausência crescente do Estado na condução e regulamentação do setor, o governo federal não tem dado a devida atenção ao etanol como um produto estratégico à base de recursos naturais capaz de contribuir para o desenvolvimento econômico do país. As oscilações conjunturais que acentuam as incertezas para o segmento, somados à indefinição do papel do etanol no âmbito da política energética contribuíram para que houvesse uma série de complicações econômicas no desempenho e nas potencialidades associadas a investimentos por parte de empresas atuantes no setor.

Ademais, afastamentos ou reaproximações oscilatórias do Estado no fomento ao etanol acentua o quadro de incertezas devido à instabilidade nas políticas públicas, ao

não dar continuidade ou não explicitar claramente perspectivas para o segmento. Como destacado ao longo do trabalho, o Estado tem um papel relevante na formação do SSPI e do mercado do etanol. Por isso é um equívoco acreditar que o segmento sucroalcooleiro terá condições de lidar por seus próprios meios com a concorrência de combustíveis fósseis e superar as adversidades impostas pelas indefinições e incertezas por parte do governo federal. Assim, para evitar essa perspectiva são necessárias uma convergência de interesses e vontade política através de diretrizes que definam claramente as metas e preferências do governo na condução de políticas públicas que contemplem a importância do etanol para o desenvolvimento da economia. Portanto, por mais que o etanol seja um produto à base de recurso natural isso não impede que as novas potencialidades associadas à sua produção e novas rotas tecnológicas possam estimular a formação de competências localmente, gerar acúmulo de conhecimento e tecnologias aplicadas ao segmento sucroalcooleiro. Mais ainda, é oportuno que estas possam gerar externalidades positivas a partir de biorrefinarias que contemplem novas tecnologias e possibilidades produtivas a partir da biomassa. Se isso for considerado estratégico por parte do Estado, nada mais coerente e oportuno que as políticas públicas atuem no sentido de superar os desafios competitivos que marcam o novo momento do sistema produtivo e inovativo do etanol no qual o uso da biomassa surge como uma janela de oportunidade a ser aproveitada. Por isso que a abordagem sobre SSPI é útil para compreender como os atores estão se relacionando de modo a estabelecer um conjunto de ações coesas e voltadas para as oportunidades indicadas, sobretudo aquelas que fomentam o desenvolvimento a partir da transformação tecnológica e ambientalmente sustentável. Assim, o Estado se destaca no âmbito do SSPI do etanol como um agente central devido às características, importância e histórico desse mercado.

Ainda que ações e instrumentos tenham sido empreendidos pelo governo federal brasileiro no período recente para fomentar o desenvolvimento tecnológico e a expansão do segmento a partir de novas rotas tecnológicas, ficou claro que o Brasil não possui uma política estratégica de desenvolvimento, econômica ou ambiental voltada ao etanol. Ainda que nos EUA haja um poder desproporcional da indústria do petróleo frente aos biocombustíveis e uma série de dificuldades para aumentar o consumo de etanol no país, verifica-se que naquele país a postura do Estado tem sido diferente. O que demonstra maior interesse nos avanços tecnológicos e nas possibilidades a serem aproveitadas em prol da segurança energética do país, como também nos ganhos

proporcionados pela acumulação de conhecimento e avanços tecnológicos. Por sua vez, no Brasil, mesmo que o interesse nos biocombustíveis tenha sido despertado, não houve iniciativa na forma de políticas públicas estratégicas efetivas, atribuindo interesse estratégico nos biocombustíveis renováveis. Assim, as janelas de oportunidades associadas às possibilidades de desenvolvimento tecnológico no âmbito do SSPI e do mercado de etanol ficam condicionadas a ações momentâneas e muitas vezes mal articuladas, dados os interesses divergentes do próprio governo federal, como foi o caso da interferência sobre a definição de preços da gasolina. Assim, não seria exagerado caracterizar o comportamento do governo nos últimos 15 anos como esquizofrênico no que se refere ao tratamento dado ao etanol. Isso não significa, todavia, que o Estado deve retomar o papel de controle do mercado de décadas atrás, mas sim de definir diretrizes e estabelecer compromissos que gerem expectativas positivas para o segmento atribuindo ao etanol importância estratégica para o desenvolvimento.

É fato que os combustíveis fósseis ainda serão responsáveis pela maior parte do consumo energético no Brasil e no resto do mundo por um bom tempo. A tendência de crescimento da produção e da população mundial acarretará em aumento de demanda por mais combustíveis. Nesse contexto, o etanol aparece como um combustível complementar importante, sobretudo porque as tecnologias avançam para que o aumento da produção possa ocorrer via aumento da produtividade na produção e menor uso de terras para geração de biocombustíveis a partir de fontes renováveis. Assim, as oportunidades associadas ao aumento da produção de etanol a partir de seu material lignocelulósico estão sujeitas a riscos e incertezas que podem ser minimizados conforme a ação e postura adotadas pelo Estado na condução e estímulos a esse processo voltado às oportunidades e ganhos de longo prazo. Por isso o apoio às inovações relacionadas a produtos intensivos em recursos naturais pode ser uma grande oportunidade para países como o Brasil onde sua dotação é bastante elevada.

Para a realização de políticas públicas e investimentos estratégicos são necessários recursos para os propósitos definidos em qualquer plano de desenvolvimento proposto por um governo. Assim como existe um fundo nacional para pesquisas em petróleo, o mesmo poderia ocorrer para pesquisas e desenvolvimento tecnológico nos temas relacionados ao etanol e biomassa, de modo a contribuir para o desenvolvimento de tecnologias competitivas e adequadas às necessidades locais de forma regular e não esporádica e incerta. Mas isso só passa a fazer sentido efetivamente

na medida em que houver diretrizes claras por parte do Estado que dê prioridade ao etanol no âmbito de sua estratégia de desenvolvimento.

Outros temas e questões diretamente relacionados ao papel das políticas públicas no fomento ao etanol e aos biocombustíveis, não tratados neste trabalho, formam uma nova agenda de pesquisa em torno das potencialidades do etanol. Dado o novo estágio de desenvolvimento produtivo e tecnológico, torna-se importante discutir o tipo de planejamento energético que os governos devem conceber para dar conta do padrão de produção e consumo, mesmo que isso envolva, certamente, diversos custos.

Um elemento fundamental nesse debate se refere ao aprofundamento dos estudos sobre os grupos de poder e a gestão de conflitos de interesse que moldam as políticas relacionadas ao segmento sucroalcooleiro. Ainda mais, é possível reavaliar a postura dos agentes ligados ao governo federal a partir de uma abordagem teórica da ciência política e da forma como esses atores influenciam e são influenciados.

Outro aspecto relevante e que já vem recebendo atenção em estudos com foco na organização industrial e da inovação se refere à movimentação das empresas do setor de exploração e refino de petróleo no que tange ao seu ‘interesse’ nas potencialidades e riscos que os biocombustíveis podem trazer para seus negócios no médio e longo prazo. Aqui existe uma série de recortes que podem ser feitos de modo a se empreender mais estudos e aprimoramentos nessa análise, inclusive contribuindo para entender o que afeta a ação do Estado, seja no Brasil ou nos EUA, nas questões relativas à competitividade dos biocombustíveis.

## REFERÊNCIAS

- AEC. **Celulosic Biofuels: Industry Progress Report 2012-2013**. Prepared by the Advanced Ethanol Council (AEC). Washington, 2012.
- AKINCI, B.; KASSEBAUM, P.; FITCH, J. e THOMPSON, R. The role of bio-fuels in satisfying US transportation fuel demands. **Energy Policy**. vol. 36, pp. 3485-3491, 2008.
- ALIC, J. **The rightful place of Science: biofuels**. Consortium for Science, Policy and Outcomes. Tempe: 2013.
- ALIC, J.; SAREWITZ, D.; WEISS, C. e BONVILLIAN, W. A new strategy for energy innovation. **NATURE**, vol. 466 n.15, July 2010.
- AMABLE, B. e VERSPAGEN, B. The role of technology in markets shares dynamics. **Applied Economics**, 1995, vol. 27, pp. 197-224.
- AMENDOLA, G.; GUERRIERI, P. e PADOAN, P. International patterns of technological accumulation and trade. In ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. (orgs). **Trade, Growth and Technical Change**. Cambridge University Press. Cambridge, 1998.
- ANDERSSON, M. e EJERMO, O. **Technology and trade: an analysis of technology specialization and export flows**. CESIS - Electronic Working Paper Series n° 65, 2006.
- ANDERSEN, A. A. **Getting the economic activities right: the case of the Brazilian sugarcane ethanol industrial complex**. Paper presented at the DRUID-DIME Academy Winter 2009, Aalborg, 2009.
- ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. Trade, growth and technical change: what are the issues? In ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. (orgs). **Trade, Growth and Technical Change**. Cambridge University Press. Cambridge, 1998.
- ARCHIBUGI, D. e PIANTA, M. Aggregate convergence and sectoral specialization in innovation: evidence for industrial countries. In ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. (orgs). **Trade, Growth and Technical Change**. Cambridge University Press. Cambridge, 1998.
- BACCARIN, J. G. **Cana-de-açúcar, verde e solta**. In: Jornada de Estudos em Assentamentos Rurais, 3., 2007, Campinas. Anais... Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 2007. CD-ROOM.
- BACCARIN, J. G.; GEBARA, J; ROSADA, A. A. Avanço Recente da Concentração Econômica Sucroalcooleira no Centro-Sul do Brasil. **CADERNOS CERU**, série 2, v. 20, n. 2, dezembro de 2009.
- BACCARIN, J. G. **A Desregulamentação e a Dupla Concentração Sucroalcooleira**. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/73678724/A-Desregulamentacao-e-a-Dupla-Concentracao-Sucroalcooleira>. Acessado em 29/05/2013
- BAPTISTA, M. A. C. **A abordagem neo-schumpeteriana: desdobramentos normativos e implicações para a política industrial**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Campinas, 1997.
- BARBOSA, G. V. S. Melhoramento genético: cana-de-açúcar x cana-energia. Slides de apresentação no Simpósio da FERSUCRO 2014. Maceió, 2014. Disponível em: <http://www.fersucro.com.br/simposio> . Consultado em 15/09/2014.
- BARTIS, J.; LATOURRETT, T.; DIXON, L.; PETERSON, D.; e, CECCHINE, G. **Oil shale development in the United States: prospects and policy issues**. Prepared for the National Energy Technology Laboratory of the U.S. Department of Energy pela RAND Corporation. Arlington, 2005.
- BASTOS, D.V. Etanol, Alcoolquímica e Biorrefinarias. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5-38, mar. 2007.
- BATISTA, J. e ALVES, R. A necessidade de um marco regulatório brasileiro para o etanol. **Revista Eletrônica Direito E-Nergia**. Vol. 4 ano 3, nº 2. Ago-dez 2011
- BELIK, W. e VIAN, C. E. Desregulamentação estatal e novas estratégias competitivas da agroindústria canavieira em São Paulo. In MORAES, M. A. e SHIKIDA, P. (orgs) **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002.
- BELTRAME, C. **O etanol na diplomacia presidencial do governo Lula**. Trabalho de conclusão de curso (Relações Internacionais). Universidade do Vale do Itajaí. São José, 2008.

BID – BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. **A Blueprint for Green Energy in the Americas Strategic Analysis of Opportunities for Brazil and the Hemisphere Featuring.** The Global Biofuels Outlook 2007. Washington, 2007.

BNDES e CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável.** Organização do BNDES e CGEE. – Rio de Janeiro: BNDES, 2008.

BON, E. e FERRARA, M. **Bioethanol production via Enzymatic Hydrolysis of Cellulosic Biomass.** Paper presented at FAO seminar “The Role of Agricultural Biotechnologies for Production of Bioenergy in Developing Countries”. FAO Headquarters, Rome, 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/biotech/docs/bon.pdf>

BOMTEMPO, J. V. e CHAVES, F. Innovation dynamics in the biobased industry. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture.** SpringerOpen Journal. 2014. Disponível em: <http://www.chembioagro.com/content/1/1/19>.

BOMTEMPO, J. V. Biocombustíveis, bioprodutos e bioprocessos no contexto do desenvolvimento da Química Verde. **Química verde no Brasil: 2010-2030.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Brasília, DF: 2010.

BONOMI, A. Workshop hidrólise de material lignocelulósico. In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade.** Blucher, São Paulo, 2010a.

\_\_\_\_\_. Projeto de Políticas Públicas para o etanol: qualidade e normalização do etanol. In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade.** Blucher, São Paulo, 2010b.

BRACMORT, K. **Meeting the Renewable Fuel Standard (RFS) Mandate for Cellulosic Biofuels: Questions and Answers.** Congressional Research Service. CSR Report R41106, Washington, Jan 2012.

BRACMORT, K.; SCHNEPF, R.; STUBBS, M; YACOBUCCI, B. **Cellulosic Biofuels: Analysis of Policy Issues for Congress.** Congressional Research Service. RL34738, Washington, Out 2010.

BRENNAN, L. e OWENDE, P. Biofuels from microalgae—A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. **Renewable and Sustainable Energy Reviews.** Vol. 14, pp. 557–577, 2010.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Etanol: situação atual, desafios e perspectivas.** 37 p. Série ação parlamentar, n. 369. Edições Câmara. Brasília, 2008.

CARESTIATO, G. L. **Estudo dos Impactos que o Desenvolvimento da Exploração e Produção de Shale Gas causa na Oferta e Consumo de Gás Natural e sua Relação com a Precificação do mesmo, analisando o caso dos EUA.** Monografia (Engenharia do Petróleo). UFRJ/ Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2014.

CARRIQUIRY, M.; DU, X. and TIMILSINA, G. Second Generation biofuels: economics and policies. **Energy Policy**, vol. 39, pp. 4222–4234, 2011.

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

CARVALHO, C. P. Novas estratégias competitivas para o novo ambiente institucional: o caso do setor sucroalcooleiro em Alagoas – 1990/2001. In MORAES, M. A. e SHIKIDA, P. (orgs) **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios.** São Paulo: Atlas, 2002.

CBO – Congressional Budget Office. Federal Financial Support for the Development and Production of Fuels and Energy Technologies. Issue Brief. March 2012. Disponível em: [http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/attachments/03-06-FuelsandEnergy\\_Brief.pdf](http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/attachments/03-06-FuelsandEnergy_Brief.pdf). Consultado em 20/03/2014

CGEE. **Bioetanol combustível: uma oportunidade para o Brasil.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Brasília, 2009.

CHADDAD, F. UNICA: Challenges to Deliver Sustainability in the Brazilian Sugarcane Industry. **International Food and Agribusiness Management Review.** Volume 13, Issue 4, 2010.

CHAGAS, L. Biocombustíveis. Projeto Economia de Baixo Carbono: Avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas. Ribeirão Preto, 2012. Disponível em: [http://ebc.fearp.usp.br/arq\\_docs/ea0a47a34a8bf055f6bcf2df1bbbcfc6.pdf](http://ebc.fearp.usp.br/arq_docs/ea0a47a34a8bf055f6bcf2df1bbbcfc6.pdf). Consultado em 10/10/2014.

- CHANG, H. J. **Chutando a Escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.
- CNPEM. **Relatório Anual 2010**. Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). Campinas, 2011.
- CNPEM. **Plano Diretor do CNPEM (2013-2016)**: Apoio ao Planejamento do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM. Aprovado na 66ª Reunião do Conselho de Administração. Campinas, 2013.
- COMBS, S. The energy report - Chapter 13, Ethanol. Texas Comptroller of Public Accounts. 2008. Disponível em: <http://www.window.state.tx.us/specialrpt/energy/pdf/96-1266EnergyReport.pdf>
- CORAZZA, R. e FRACALANZA, P. Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas. **Nova Economia**. N. 14 Vol. 2. pp. 127-155. Belo Horizonte, 2004.
- CORTEZ, L. A. B.; ROSSEL, C.; JORDAN, R.; LEAL, M. e LORA, E. Necessidade de P&D na área industrial em vinhaça. In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Blucher, São Paulo, 2010.
- CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Blucher, São Paulo, 2010.
- CORREA, P. e SCHMIDT, C. Public Research Organizations and Agricultural Development in Brazil: How Did Embrapa Get It Right? **Economic Premise**. World Bank. Number 145, JUNE 2014
- COYLE, W. **Next-Generation Biofuels: Near-Term Challenges and Implications for Agriculture**. USDA - Economic Research Service, Washington, May 2010. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/publications/bio-bioenergy/bio-01-01.aspx#.Uzr2pflidWSo>. Consultado em: 10/03/2014.
- CSPO and CATF. **Energy Innovation Policy and Climate Change: a report to the nation**. Consortium for Science, Policy and Outcomes and Clean Air Task Force. September, 2009. Disponível em: [http://www.catf.us/resources/publications/files/Innovation\\_Policy\\_for\\_Climate\\_Change.pdf](http://www.catf.us/resources/publications/files/Innovation_Policy_for_Climate_Change.pdf) Consultado em: 15/04/2014.
- \_\_\_\_\_. **Four policy principles for energy innovation & climate change: a synthesis**. Executive Summary. Clean Air Task Force (CATF) and Consortium for Science, Policy and Outcomes CSPO. Washington, 2010.
- \_\_\_\_\_. **Energy innovation at Department of Defense: assessing the opportunities**. Clean Air Task Force (CATF) and Consortium for Science, Policy and Outcomes CSPO. Washington, 2012.
- CYPHER, J. South America's Commodities Boom: Developmental Opportunity or Path Dependent Reversion? **Canadian Journal of Development Studies**. Vol 30, Issue 3-4, 2010.
- DANTAS, E. e FIGUEIREDO, P. **The Evolution of the Knowledge Accumulation Function in the Formation of the Brazilian Biofuels Innovation System**. Paper presented at VII GLOBELICS Conference. Dakar, October 2009.
- DARPA. Department of Defense Fiscal Year (FY) 2015 Budget Estimates. RESEARCH, DEVELOPMENT, TEST AND EVALUATION, DEFENSE-WIDE. Volume 1 - Defense Advanced Research Projects Agency. March, 2014. Disponível em: <http://www.darpa.mil/NewsEvents/Budget.aspx>
- DASHTBAN, M.; SCHRAFT, H. and QIN, W. Fungal Bioconversion of Lignocellulosic Residues; Opportunities & Perspectives. **International Journal of Biological Sciences**. vol. 5, n. 6, pp. 578-595, 2009.
- DIAS, M et al. Integrated versus stand-alone second generation ethanol production from sugarcane bagasse and trash. **Bioresource Technology**. vol. 103, pp. 152–161, 2012.
- DIAS, G.; BARROS, J.; e BARROS, A. Modelo de Intervenção Mínima para o Setor Canavieiro. In MORAES, M. A. e SHIKIDA, P. (orgs) **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002.
- DIGGS, A. The Expiration of the Ethanol Tax Credit: An Analysis of Costs and Benefits. **Policy Perspectives**, vol. 19, 47-58, 2012.

DOE. **Current State of the U.S. Ethanol Industry**. U.S. Department of Energy (DOE) – Office of Biomass Programs. Fulfillment of Subcontract No. 02-5025. November 30, 2010.

\_\_\_\_\_. **Direct Federal Financial Interventions and Subsidies in Energy in Fiscal Year 2010**. U.S. Department of Energy. Washington, DC, 2011.

\_\_\_\_\_. **Integrated Biorefineries: Biofuels, Biopower, and Bioproducts**. DOE/EE-0912. Bioenergy Technologies Office. May, 2013. Disponível em: [http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/ibr\\_portfolio\\_overview.pdf](http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/ibr_portfolio_overview.pdf). Consultado em 11/04/2014.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories – a suggested interpretation of the determinants and direction of technical change. In: **Research Policy**, vol.11, 1982, pp. 147-162.

DOSI, G.; PAVITT, K. e SOETE, L. Technology and trade: an overview of the literature. in DOSI, G. et al. (org.) **The economics of technical change and international trade**. Harvester Wheatsheaf. Hertforshire. 1990a.

DOSI, G.; PAVITT, K. e SOETE, L. Technology gaps, cost-based adjustments and international trade. in DOSI, G. et al. (org.) **The economics of technical change and international trade**. Harvester Wheatsheaf. Hertforshire. 1990b.

DUNHAM, F.; BOMTEMPO, J.; FLECK, D. A Estruturação do Sistema de Produção e Inovação Sucroalcooleiro como Base para o Proálcool. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP), 10 (1), p. 35-72, janeiro/junho 2011.

DYE, T. Policy analysis: what governments do, why they do it, and what difference it makes. In **Understanding Public Policy**. 9th ed. Prentice-Hall. 1998.

EGGERT, H.; GREAKER, M. and PORTTER, E. **Policies for second generation biofuels: Current status and future challenges**. Statistics Norway, Oslo–Kongsvinger, June, 2011.

EMBRAPA. Secretaria de Gestão e Estratégia. V Plano-Diretor da Embrapa: 2008-2011-2023./Brasília, DF, 2008.

\_\_\_\_\_. Relatório de atividades 2012. Secretaria de Comunicação. Brasília, DF: 2013.

EPA. **Renewable Fuel Standard Program (RFS2) Regulatory Impact Analysis**. U.S. Environmental Protection Agency. EPA-420-R-10-006. Washington, February 2010.

\_\_\_\_\_. **EPA Proposes 2014 Renewable Fuel Standards, 2015 Biomass-Based Diesel Volume**. Regulatory Announcement - EPA-420-F-13-048. November 2013. Disponível em: <http://www.epa.gov/otaq/fuels/renewablefuels/documents/420f13048.pdf>. Consultado em 31/03/2014.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Perspectivas para o etanol no Brasil. **Cadernos de pesquisa EPE**. Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. **Plano decenal de expansão de energia 2021**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2012.

\_\_\_\_\_. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis**. Nota Técnica 01-2013. Brasília, 2013.

FAJNZYLBBER, F. Industrialização na América Latina: da “caixa preta” ao “conjunto vazio”. In BIELSCHOWSKY, R. (org) **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. Rio de Janeiro: Record, 2000.

FAPESP. **Brasil líder mundial em conhecimento e tecnologia de cana e etanol: a contribuição da FAPESP**. São Paulo, FAPESP: 2007

\_\_\_\_\_. BION FAPESP – Brazilian Reserch on Bioenergy. São Paulo, s/d.

FAVRETTO, G. **O Sistema Setorial de Inovação da Agroindústria Sucroalcooleira no Brasil**. Monografia. Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2010.

FELIPE, M. G. A. A qualidade da matéria-prima na produção de etanol de cana-de-açúcar. In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Blucher, São Paulo, 2010.

FONSECA, M. G.; SILVEIRA, J. M.; COSTA, C. M.; ROSARIO, F.; e NEVES, R. A dinâmica agroindustrial e tecnológica da agroindústria brasileira sob a ótica de sistemas de inovação: grãos e cana-de-açúcar. Workshop BRICS, 2007. Disponível em: [http://www.ie.ufrj.br/oldroot/gsaic/files/SSI\\_02.pdf](http://www.ie.ufrj.br/oldroot/gsaic/files/SSI_02.pdf). Consultado em 16/05/2014.



FRANCO, T. e GARZÓN, C. Novas possibilidades de negócios do setor sucroalcooleiro: álcool química e biorrefinaria. In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Blucher, São Paulo, 2010.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, vol.19, pp. 5-24, 1995.

\_\_\_\_\_. The economics of technical change. In ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. (orgs). **Trade, Growth and Technical Change**. Cambridge University Press. Cambridge, 1998.

\_\_\_\_\_. Technological infrastructure and international competitiveness. **Industrial and Corporate Change**, 2004, vol. 13, nº 3, pp 541-569.

FREEMAN, C. e SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas, Editora da Unicamp: 2008.

FREITAS, M. C. P. Inflação Mundial e preços de commodities. In **Panorama das economias internacional e brasileira: dinâmica e impactos da crise global** / Geraldo Biasoto Junior, Luis Fernando Novais, Maria Cristina Penido de Freitas (orgs.); artigos de Claudio Avanian Jacob...[et al.]. São Paulo: FUNDAP: Secretaria de Gestão Pública, 2009.

FRONZAGLIA, T. e MARTINS, R. Governança do etanol brasileiro: implicações para a sustentabilidade. In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Blucher, São Paulo, 2010.

FULLER, J. Cellulosic Biofuel and the Government Role in Enabling Complex Innovation. In SAREWITZ, D. ed. **The Rightful Place of Science: Government & Energy Innovation**. Tempe, AZ: Consortium for Science, Policy and Outcomes. 2014.

FURTADO, A. et al. Diretrizes para uma política do estado de São Paulo de pesquisa, desenvolvimento e inovação do etanol. In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Blucher, São Paulo, 2010.

FURTADO, A.; SCANDIFFIO, M. e CORTEZ, L. A. B. The Brazilian sugarcane innovation system. **Energy Policy**, vol 39, pp. 156–16, 2011.

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**. 27ª edição. São Paulo: Companhia Editora Nacional – Publifolha, 2000.

FURTADO, J. Muito além da especialização regressiva e da doença holandesa. **Novos Estudos CEBRAP**. Vol 81, pp. 33-46. São Paulo: CEBRAP, 2008.

FURTADO, J. et al. Balanço de Pagamentos Tecnológico e Propriedade Intelectual. In **Indicadores de Ciência e Tecnologia e Inovação – 2001/ Fapesp**; São Paulo: Fapesp, 2002.

FURTADO, J. et al. Balanço de Pagamentos Tecnológico: uma perspectiva renovada. In: FAPESP. (Org.). **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo 2010**. São Paulo: FAPESP, 2011.

FURTADO, J. e URIAS, E. Recursos naturais e desenvolvimento: estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira. 1ª Edição. São Paulo: IBRAM, 2013.

GOLDEMBERG, J. The Role of Biomass in the World's Energy System. In Marcos S. Buckeridge e Gustavo H. Goldman. **Routes to Cellulosic Ethanol**. Springer. New York, 2011.

GOMES, R. et al. Balanço de Pagamentos Tecnológico: o perfil do comércio externo de produtos e serviços com conteúdo tecnológico. In **Indicadores de Ciência e Tecnologia e Inovação – 2004/ Fapesp**; São Paulo: Fapesp, 2005.

GRUPP, H. e MÜNT, G. Trade on high-technology markets and patente statistics – leading-edge versus high-level technology. In ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. (orgs). **Trade, Growth and Technical Change**. Cambridge University Press. Cambridge, 1998.

GUERRIERI, P. e MILANA, C. High-technology industries and international competition. In ARCHIBUGI, D. e MICHIE, J. (orgs). **Trade, Growth and Technical Change**. Cambridge University Press. Cambridge, 1998.

HAMILTON, A. **Report on manufactures**. Communicated to the House of Representatives, December 5, 1791. Disponível em: [http://www.constitution.org/ah/rpt\\_manufactures.pdf](http://www.constitution.org/ah/rpt_manufactures.pdf). Consultado em 05/11/2013.

- HIGAM, P. e SINGH, A. Production of liquid biofuels from renewable resources. In **Progress in Energy and Combustion Science**. vol.37, pp. 52 – 68, 2011.
- HILL, K. **DuPont Cellulosic Ethanol: Sustainable, Economic, Farm-to-Fuel Solutions**. 29th Annual Fuel Ethanol Workshop, St. Louis, June 2013.
- HOFSTRAND, D. **Brazil's ethanol industry**. AgDM Newsletter. January, 2009. Disponível em: <http://www.extension.iastate.edu/agdm/articles/hof/HofJan09.html>. Consultado em 10/10/2014.
- IEA. **Sustainable Production of second-generation biofuels potential and perspectives in major economies and developing countries**. Information Paper. OECD/IEA. Paris, 2010.
- \_\_\_\_\_. **Technology Roadmap Biofuels for Transport**. International Energy Agency and OECD, Washington e Paris, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States**. Independent Statistics and Analysis – Report 20585. Washington, DC, June 2013.
- IRENA. **REmap 2030 - A Renewable Energy Roadmap**. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi. 2014.
- JANDA, K. KRISTOUEF, L. and ZILBERMAN, D. **Biofuels: Review of Policies and Impacts**. CUDARE Working Papers – University of Berkeley. Paper 1119, 2011.
- JOÃO, I.; PORTO, G.; e GALINA, S. A posição do Brasil na corrida pelo etanol celulósico: mensuração por indicadores C&T e programas de P&D. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP), 11 (1), p.105-136, janeiro/junho 2012.
- JOHNSON, B.; EDQUIST, C. e LUNDEVALL, B. **Economic Development and the National System of Innovation Approach**. Paper presented in the First Globelics Conference. Rio de Janeiro: November, 2003.
- JUNIOR GONÇALVES, C.; ALVES, Y.; SHIKIDA, P.; STADUTO, J.; e JUNIOR ROCHA, W. Um estudo das deliberações da Câmara Setorial do Açúcar e do Álcool, usando análise de correspondência. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. vol. 47, nº 01, p. 183-210. Piracicaba, SP: jan/mar 2009.
- KANNEBLEY JR, S., GREMAUD, A., e RENNO, R. **A tendência secular dos termos de troca brasileiros revisitada – 1850 a 2000**. Texto para Discussão n. 23 – Serie Economia. FEA-USP, Ribeirão Preto. 2001
- KATZ, J.; ILIZUKA, M. e MUÑOZ, S. Cresciendo em base a los recursos naturales, ‘tragedias de los comunes’ y el futuro de la indústria salmonera chilena. Serie Desarrollo Productivo, 191. CEPAL. Santiago de Chile, 2011.
- LAGE, S.; PROCESSI, L.; SOUZA, L.; DORES, P.; e GALOPPI, P. Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro. **BNDES Setorial**. vol.37, p. 33-88. Rio de Janeiro, 2013.
- LUQUE, R.; HERRERO-DAVILA, L.; CAMPELO, J.; CLARK, J.; HIDALGO, J.; LUNA, D.; MARINAS, J. and ROMERO, A. Biofuels: a technological perspective. **Energy & Environmental Science**. vol. 1, pp. 542–564, 2008.
- MAIA, B. A. A. Política de inovação do etanol celulósico. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.
- MALERBA, F. Sectoral Systems of Innovation and Production. **Research Policy**, 31: 247-264, 2002.
- \_\_\_\_\_. Sectoral system and innovation and technology policy. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 2, p.329-375, 2003.
- MAPA. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. rev. Embrapa Informação Tecnológica - Brasília, DF, 2006.
- \_\_\_\_\_. Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/carta-de-servico-ao-cidadao/politica-agroenergia/cana-de-acucar-e-etanol/zaecana>.

- \_\_\_\_\_. Anuário estatístico de agroenergia 2012. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. Brasília, 2013.
- MARIN, A.; NAVAS-ALEMAN, L., e PÉREZ, C. The possible dynamics role of natural resource-based networks in Latin American development strategies. Prepared for the CEPAL-SEGIB Project. 2009. Disponível em: [http://umconference.um.edu.my/upload/43-1/papers/292%20AnabelMarin\\_LizbethNavas-Aleman\\_CarlotaPerez.pdf](http://umconference.um.edu.my/upload/43-1/papers/292%20AnabelMarin_LizbethNavas-Aleman_CarlotaPerez.pdf)
- MARIN, A. e SMITH, A. Towards a framework for analysing the transformation of natural resource-based industries in Latin America: the roles of alternatives. Project Openning up natural resource-based industries for innovation: exploring new pathways for development in Latin America. IDRC Canada, 2010. Disponível em: <http://nrpathways.wix.com/home>
- MARIN, A. e BENAVENTE, J. Evaluating alternative productions in natural resource-based industries in LAC: can they help to transform problematic NR Activities? Project Openning up natural resource-based industries for innovation: exploring new pathways for development in Latin America. IDRC Canada, 2011. Disponível em: <http://nrpathways.wix.com/home>
- MCT. Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional - Plano de Ação 2007-2010. **Documento Síntese**. Brasília, 2007.
- MELAMU, R e BLOTTNITZ, H von. 2nd Generation biofuels a sure bet? A life cycle assessment of how things could go wrong. **Journal of Cleaner Production**. vol. 19, pp 138 e 144, 2011.
- MELLO, F. e PAULILLO, L. F. **O avanço da desregulamentação e as transformações institucionais na rede de poder agroindustrial sucroalcooleira paulista**. Trabalho apresentado no XLII Congresso da SOBER. SOBER: Cuiabá, 2004.
- MICHELLON, E.; SANTOS, A. A.; e RODRIGUES, J. **Breve Descrição do Proálcool e Perspectivas Futuras para o Etanol Produzido no Brasil**. Trabalho apresentado no XLVI Congresso da SOBER. Rio Branco, 2008.
- MILANEZ, A. FAVERET FILHO, P. e ROSA, S. Perspectivas para o etanol brasileiro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 21-38, mar. 2008.
- MILANEZ, A.; NYKO, D.; GARCIA, J.; e REIS, B. O déficit de produção de etanol no Brasil entre 2012 e 2015: determinantes, consequências e sugestões de política. **BNDES Setorial**. n. 35, pp. 277-302. Rio de Janeiro, 2012.
- MILANEZ, A. BNDES/Finep Joint Plan to Support Industrial Technology Innovation for the Sugarcane Industry. Slides de apresentação na GBEP Bioenergy Week. Brasília, 2013. Disponível em: [http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user\\_upload/gbep/docs/2013\\_events/GBEP\\_Bioenergy\\_Week\\_Brasilia\\_18-23\\_March\\_2013/4.8\\_MILANEZ.pdf](http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/2013_events/GBEP_Bioenergy_Week_Brasilia_18-23_March_2013/4.8_MILANEZ.pdf). Consultado em 12/09/2014.
- MME. Governo anuncia medidas de incentivo à produção e investimento em etanol. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis**. n. 63, Abril, 2013.
- MORAES, M. A. Desregulamentação da Agroindústria Canavieira: novas formas de atuação do Estado e Desafios do Setor Privado. In MORAES, M. A. e SHIKIDA, P. (orgs) **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002.
- MOREIRA, J.R. e GOLDEMBERG, J. The alcohol program. **Energy Policy**. Vol. 27, pp. 229-245, 1999.
- MOURA, A. P. **Características do mercado de etanol no Brasil e nos EUA: uma análise do desempenho econômico a partir do ambiente institucional**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.
- NAIK, S.; GOUD, V.; ROUT, P. e DALAI, A. Production of first and second generation biofuels: a comprehensive review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. vol. 14, pp.578–597, 2010.
- NAS. **Renewable Fuel Standard: Potential Economic and Environmental Effects of U.S. Biofuel Policy**. National Academies Press. Washington, D.C. 2011.
- NELSON, R. e WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas, Editora da Unicamp: 2005.
- NELSON, R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas, Editora da Unicamp: 2006.

- NSB National Science Board. Industry, technology and the global marketplace. In **Science and technology indicators – 2006**. Arlington: National Science Foundation (NSF), 2006.
- NYKO, D.; GARCIA, J.; MILANEZ, A.; e DUNHAM, F. A corrida tecnológica pelos biocombustíveis de segunda geração: uma perspectiva comparada. **BNDES Setorial**. n. 32, pp. 5-48. Rio de Janeiro, 2010.
- NYKO, D.; VALENTE, M.; MILANEZ, A.; TANAKA, A.; e, RODRIGUES, A. A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? **BNDES Setorial**. no 37. Rio de Janeiro, 2013.
- NYKO, D.; VALENTE, M.; DUNHAM, F.; MILANEZ, A.; COSTA, L; PEREIRA, F.; TANAKA, A.; e RODRIGUES, A. Planos de fomento estruturado podem ser mecanismos mais eficientes de política industrial? Uma discussão à luz da experiência do PAISS e seus resultados. **BNDES Setorial**. n. 38, pp. 55-78. Rio de Janeiro, 2013.
- OBERLING, D.; OBERMAIER, M.; SZKLO, A.; e, ROVERE, E. Investments of oil majors in liquid biofuels: The role of diversification, integration and technological lock-ins. **Biomass and bioenergy**, vol. 46, pp. 270 e281, 2012.
- OECD Organisation for Economic Co-operation and Development. **Measuring Globalisation: Handbook on Economic Globalisation Indicators**. OECD. Paris, 2005.
- PAULA, N.; FUCK, M. e DALCIN, R. Trajetórias Tecnológicas do Etanol: do Proálcool à Alcoolquímica. **Espacios** (Caracas), 2012.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, volume 13, número 6, p.343-373, 1984.
- PEREIRA, N. M. **Fundos Setoriais: avaliação das estratégias de implementação e gestão**. Texto para discussão n. 1136. IPEA. Brasília, 2005.
- PEDRO, E. S. **Estratégias para a organização da pesquisa em cana-de-açúcar: uma análise de governança em sistemas de inovação**. Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, 2008.
- PEREIRA JUNIOR, N. Biorrefinarias - Rota Bioquímica. **Química verde no Brasil: 2010-2030**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Brasília, DF: 2010.
- PÉREZ, C. Technological dynamism and social inclusion in Latin America: a resource-based production development strategy. **Revista da CEPAL**. Vol. 100. Santiago: CEPAL, 2010.
- POSNER, M. V. International trade and technical change. **Oxford Economic Papers**. New Series, 1961, vol 13, nº 3, pp. 323-341.
- POSSAS, M. L., SALLES-FILHO, S. e SILVEIRA, J. M. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. In **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.11, n.1/3, p.9-31, 1994.
- PREBISCH, R. O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus principais problemas. In BIELSCHOWSKY, R. (org) **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. Rio de Janeiro: Record, 2000.
- RAMOS, J. Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos (clusters) en torno a los recursos naturales ¿Una estrategia prometedora? **Revista de la CEPAL**, n. 66, pp. 105-125, Diciembre, 1998.
- REINERT, E. Catching-up from way behind: a third world perspective on first world history. Mimeo. 1994. Disponível em: <http://www.othercanon.org/papers/index.html>
- \_\_\_\_\_. Diminishing Returns and Economic Sustainability: the dilemma of resource-based economies under a free trade regime. Mimeo. 1996. Disponível em: <http://www.othercanon.org/papers/index.html>
- REZENDE, Sergio. **Uma Agenda de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Apoio à Estratégia Brasileira para o Bioetanol**. Fórum Nordeste 2007, SLIDES. Recife, 2007.
- RODRIGUES, A. H. **Três patamares tecnológicos na produção de Etanol: a Usina do Proálcool, a Usina atual e a Usina do futuro**. Tese de Doutorado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

- ROSARIO, F. J. **Competitividade e transformações estruturais na agroindústria sucroalcooleira no Brasil: uma análise sob a ótica dos sistemas setoriais de inovações**. Tese de Doutorado. UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.
- ROSARIO, F. e CRUZ, N. **Estratégias competitivas e de inovação na modernização recente da agroindústria sucro-alcooleira do Brasil**. III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2006
- ROSILLO-CALLE, F. Alimentos versus combustíveis: podemos evitar o conflito? In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Blucher, São Paulo, 2010.
- RUDORFF, B. **Monitoramento da cana-de-açúcar para fins de sustentabilidade da produção de etanol**. I Workshop do Projeto AGSPEC. 26 e 27 de Março de 2012. Campinas, 2012.
- SANTOS, G. Pesquisa em biomassa energética no Brasil: apontamentos para políticas públicas. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Vol. 26. Brasília: 2013.
- SAREWITZ, D. Missing weapons. **Nature**. Vol 464, nº 1. April 2010.
- \_\_\_\_\_. Science agencies must bite innovation bullet. **Nature**. Vol 471, nº 137, March 2011.
- SAREWITZ, D. and ALIC, J. **Accelerating Technological Advance for Climate Change: Lessons from Sixty Years of U.S. Innovation Policy**. Testimony before the U.S. Senate Committee on Energy and Natural. Testimony before the U.S. Senate Committee on Energy and Natural Resources. December 2, 2009. Disponível em: <http://archive.cspo.org/php/getfile.php?file=290&section=lib>. Consultado em 15/04/2014.
- SEBRAE. Cadeia produtiva da indústria sucroalcooleira. **Cadernos Setoriais**. Recife: SEBRAE Pernambuco, 2008.
- SENR, D. e SINGER, S. **Nação Empreendedora**. São Paulo: Editora Évora, 2011.
- SCHNEPF, R. and YACOBUCCI, B. **Renewable Fuel Standard (RFS): Overview and Issues**. Congressional Research Service 7-5700. R40155. Washington, March, 2013.
- SHIKIDA, P. F. A. **A evolução diferenciada da agricultura canavieira no Brasil de 1975 a 1995**. Cascavel: Edunioeste, 1998.
- SHIKIDA, P. F. A. e MORAES, M. A. F. D. (Orgs). **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002. p. 368
- SIMS, R.; TAYLOR, M.; J SADDLER, J. and MABEE, W. **From 1st to 2nd Generation Biofuel Technologies**. OECD and IEA - International Energy Agency - Bioenergy. November, 2008.
- SINGER, H. W. The distribution of gains between investing and borrowing countries. **The American Economic Review**, 40, May, p. 473-485, 1950.
- \_\_\_\_\_. The distribution of gains from trade and investment-revisited. **The Journal of Development Studies**. Volume 11, Issue 4, 1975.
- SOETE, L. The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns: the evidence reconsidered. **Research Policy**, 1987, vol. 16, pp.101-130.
- SORDA, G; BANSE, M. e KEMFERT, C. An overview of biofuel policies across the world. **Energy Policy**. Vol. 38, pp. 6977–6988, 2010.
- SOUZA, L. G. A. **Redes de inovação em etanol de segunda geração**. Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2013.
- SOUZA-AGUIAR, E. F. e SILVA, A. J. G. Biorrefinarias - Rota termoquímica. **Química verde no Brasil: 2010-2030**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Brasília, DF: 2010.
- SOUZA, G. M. e SLUYS, M. V. Genômica e biotecnologia da cana-de-açúcar: estado da arte, desafios e ações. In CORTEZ, L. A. B. (org) **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. Blucher, São Paulo, 2010.

- SOUZA, T. e HASENCLEVER, L. **The Brazilian System of Innovation for Ethanol Fuel: An Essay on the Strategic Role of the Standardization Process**. Paper presented in the VI Globelics Conference at Mexico City. September, 2008.
- STRACHMAN, E. e PUPIN, G. M. El sector brasileño del azúcar y el alcohol: evolución, cadena productiva e innovaciones. **Revista de la Cepal**. vol 103, abril 2011.
- STUBBS, M. **Renewable Energy Programs in the 2008 Farm Bill**. CRS Report for Congress. RL34130. Washington, December 8, 2010.
- SUZIGAN, W. e ALBUQUERQUE, E. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. In (orgs) SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. e CARIO, S. **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.
- SUZIGAN, W. e FURTADO, J. Política Industrial e Desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, vol. 26, nº 2 (102), pp. 163-185 abril-junho/2006.
- SZMRECSÁNYI, T. **O Planejamento da Agroindústria Canavieira do Brasil (1930-1975)**. Série Teses e Pesquisas. Hucitec – Unicamp: Campinas, 1979.
- SZMRECSÁNYI, T. Efeitos e desafios das novas tecnologias na agroindústria canavieira. In MORAES, M. A. e SHIKIDA, P. (orgs) **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002.
- TAN, K.; LEE, K. and MOHAMED, A. Role of energy policy in renewable energy accomplishment: The case of second-generation bioethanol. **Energy Policy**. vol. 36 pp. 3360-3365, 2008.
- TETTI, L. Protocolo de Kyoto: oportunidades para o Brasil com base em seu setor sucroalcooleiro. In MORAES, M. A. e SHIKIDA, P. (orgs) **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, 2002.
- THRÄN, D.; SEIDENBERGER, T.; ZEDDIES, J. e OFFERMANN, R. Global biomass potentials — Resources, drivers and scenario results. **Energy for Sustainable Development**. vol. 14, pp. 200–205, 2010.
- TOYE, J. e TOYE, R. The Origins and Interpretation of the Prebisch-Singer Thesis. **History of Political Economy**. Número 35, vol. 3. Duke University Press, 2003.
- TYNER, W. The US Ethanol and Biofuels Boom: Its Origins, Current Status, and Future Prospects. **BioScience**. Vol. 58, No. 7, July/August 2008.
- VARRICHIO, P. **Uma análise dos condicionantes e oportunidades em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais: o caso do setor sucroalcooleiro no Brasil**. Tese de doutorado. Departamento de Política Científica e Tecnológica - UNICAMP. Campinas (SP). 2012.
- VIAN, C. e BELIK, W. Os desafios para a reestruturação do complexo agroindustrial canavieiro do Centro-Sul. **ECONOMIA**, Niterói (RJ), v. 4, n. 1, p. 153-194, jan./jun. 2003.
- VIAN, C. e CORRENTE, K. Meios de Difusão de Informações Setoriais no Complexo Agroindustrial Canavieiro Nacional: Um Estudo Prospectivo e uma Agenda de Pesquisa. **Revista de História Econômica e Economia Regional Aplicada**. Vol. 2 Nº 2, 2007
- VIAN, C; ABDO, M.; e LIMA, R. Estudos de casos sobre as estratégias administrativas e operacionais utilizadas pelas usinas de açúcar e álcool da região de Ribeirão Preto (SP). **A Economia em Revista**. Volume 15, Número 1. Julho/2007.
- VIAN, C. F.; PAVANI, A.; HANASHIRO, M.; OLIVEIRA, D.; SOUZA, M.; e MARIN, F. Análise da expansão da agroindústria canavieira no Centro-Sul do Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 24, n. 1/3, p. 11-38, jan./dez. 2007.
- VIAN, C.; PISSINATO, B.; GRIN, D.; BERTOLO, P. H. M. . A Evolução da Oferta de Máquinas e Equipamentos Agrícolas para o setor sucroalcooleiro do Brasil. **Heera Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada (UFJF. Online)**, v. 3, p. 131-144, 2008.
- USDA. The Biomass Crop Assistance Program (BCAP) - Final Rule Provisions. News Release No. 0547.10. October, 2010. Disponível em: [http://www.fsa.usda.gov/FSA/printapp?fileName=nr\\_20101021\\_rel\\_0547.html&newsType=newsrel](http://www.fsa.usda.gov/FSA/printapp?fileName=nr_20101021_rel_0547.html&newsType=newsrel). Acessado em 20/03/2014.

US CONGRESS. Energy Independence and Security Act of 2007. One Hundred Tenth Congress of the United States of America. The first session. US Government Printing Office. 2007. Disponível em: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-110hr6enr/pdf/BILLS-110hr6enr.pdf>. Acessado em 22/03/2014.

VALDES, C. **Brazil's Ethanol Industry: Looking Forward**. Report from the Economic Research Service. Bio-02.USDA, Washington, June 2011.

VIEIRA, M. S. Diretor-executivo da Ridesa conta a história e o que faz a maior rede de pesquisa universitária em melhoramento genético da cana-de-açúcar. Entrevista de Marcos Sanches Vieira à Agência Inovação da Unicamp. Em 22/05/2007. Disponível em: <http://www.inovacao.unicamp.br/etanol/report/entre-marcosridesa070522.php>. Consultado em 14/09/2014.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Políticas públicas de inovação no setor agropecuário: uma avaliação dos fundos setoriais. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP), 13 (1), p. 109-132, janeiro/junho 2014.

WAACK e NEVES (1998). Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-Açúcar. In **Competitividade no Agribusiness Brasileiro**. Farina, E.; Zylbersztajn, D. (1998), Coord. Estudos Pensa.

WALLS, W.; RUSCO, F. e KENDIX, M. Biofuels policy and the US Market for motor fuels: empirical analysis of ethanol splashing. **Energy Policy**. Vol. 39 pp. 3999–4006, 2011.

WESTCOTT, P. **Full Throttle Ethanol Expansion Faces Challenges Down the Road**. Economic Research Service. Amber Waves - USDA. September 2009. Disponível em: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/124200/2/EthanolExpansion.pdf>. Consultado em 20/03/2014.

WETZSTEIN, M e WETZSTEIN, H. Four myth surrounding U.S. biofuels. **Energy Policy**. Vol. 39, pp. 4308–4312, 2011.

WISE, T. e MURPHY, S. **Resolving the food crisis: assessing global policy reforms since 2007**. Institute for Agriculture and Trade Policy. 2012

WISE, T. **The Cost to Mexico of U.S. Corn Ethanol Expansion**. Working Paper nº 12-01. Global Development and Environment Institute (GDAE). Medford, 2012.

VARIAN, H. Microeconomia: Princípios Básicos. 7ª ed. Campus, 2003.

YACOBUCI, B. **Biofuels Incentives: A Summary of Federal Programs**. Congressional Research Service R40110. Washington, 2012.

YOUNG, A. Increasing Returns and Economic Progress. **The Economic Journal**, volume 38, 1928.