



cgEE

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Projeto: Mapeamento de Competências em Temas Estratégicos em Bioeconomia

Relatório Final – Panorama da Bioeconomia no Brasil e Identificação das Áreas Estratégicas

Projeto: Mapeamento de Competências em Temas Estratégicos em Bioeconomia

Relatório Final – Panorama da Bioeconomia no Brasil e Identificação das Áreas Estratégicas



Brasília, DF
Junho, 2017

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)

Presidente

Mariano Francisco Laplane

Diretor-executivo

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Gerson Gomes

Catálogo na fonte

C389p

Panorama da Bioeconomia no Brasil e Identificação das Áreas Estratégicas. Relatório Final. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017.

128 p.; il.

1. Política e mercado. 2. C,T&I. 3. Biotecnologia industrial. 4. Investimentos. I. CGEE. II. ANEEL. III. Título.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE

SCS Qd 9, Lote C, Torre C

Ed. Parque Cidade Corporate - salas 401 a 405

70308-200 - Brasília, DF

Telefone: (61) 3424.9600

Fax. (61) 3424 9659

<http://www.cgEE.org.br>

Este relatório é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2º Contrato de Gestão CGEE – 11º Termo Aditivo/Ação: Temas Estratégicos para o Desenvolvimento do Brasil/Projeto: Mapeamento de Competência em Temas Estratégicos em Bioeconomia - 7.01.51.51.26.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos neste relatório poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

Projeto: Mapeamento de Competências em Temas Estratégicos em Bioeconomia

Relatório Final – Panorama da Bioeconomia no Brasil e Identificação das Áreas Estratégicas

Supervisão

Gerson Gomes

Coordenação

Antonio Geraldo de Paula Oliveira

Consultora

Diana de Mello Jungmann

Equipe técnica do CGEE

Carlos Antonio S. Cruz

Patricia Olivera

SUMÁRIO

SUMÁRIO	5
ÍNDICE DE LEGENDAS	7
INTRODUÇÃO	9
1 CONCEITO DE BIOECONOMIA	11
2 O ESTADO DA BIOECONOMIA NO MUNDO: POLÍTICA E MERCADO	15
2.1 POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS INTERNACIONAIS DE BIOECONOMIA	15
2.1.1 ANÁLISE DAS POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS INTERNACIONAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA BIOECONOMIA	17
2.1.2 PRINCIPAIS LIÇÕES DAS ESTRATÉGIAS INTERNACIONAIS DE BIOECONOMIA	24
2.2 DIMENSÃO DO MERCADO DA BIOECONOMIA.....	31
2.2.1 Mercado da Bioeconomia na União Europeia.....	31
2.2.2 Mercado Americano de Bioeconomia.....	34
2.2.3 Mercado de Bioeconomia no Brasil	35
2.3 BIOECONOMIA E CONVERGÊNCIA COM AS VISÕES E OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO DO MILÊNIO.....	37
3 CONTEXTO DA ESTRATÉGIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, ATORES IMPORTANTES E INICIATIVAS NACIONAIS.....	40
3.1 Biomass e Bioeconomia na ENCTI.....	43
3.2 Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia	45
3.2.1 Definição das Áreas de Bioeconomia para o MCTIC	45
3.3 ATORES RELEVANTES DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO BRASIL	51
3.3.1 Atores da Esfera Governamental Federal:.....	51
3.3.2 Atores da Esfera Governamental de Investimento e Fomento:	52
3.3.3 Atores Públicos e Privados da Academia e Pesquisa e Desenvolvimento	52
3.3.4 Atores de Representação Acadêmica e de Pesquisa e Desenvolvimento	52
3.3.5 Atores de Representação Empresarial	53
3.3.6 Atores Empresariais.....	53
3.3.7 Atores de Incubação e <i>Start Up</i> de Empresas	53
3.4 INICIATIVAS EM BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO BRASIL	55
3.4.1 Plataforma Biofuturo	55
3.4.2 Programa RenovaBio 2030.....	56
3.4.3 Programa de Pesquisa em Bioenergia	58
3.4.4 Embrapa Agroenergia.....	60
3.4.5 Agropolo Campinas	63
3.4.6 Empresa de Pesquisa Energética	63

3.4.7	Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol	65
3.4.8	Instituto SENAI de Inovação em Biomassa e em Biossintéticos	67
3.4.9	Confederação Nacional da Indústria	69
3.4.10	Associação Brasileira em Biotecnologia Industrial	70
3.4.11	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial.....	71
3.4.12	Centro de Pesquisa da GranBio em Biocombustíveis e Bioquímicos	72
3.4.13	Centro de Tecnologia Canaveira	75
3.4.14	Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.....	77
3.4.15	BIOTIC - Parque Tecnológico	78
3.4.16	Iniciativas de Levantamento de Dados e Mapeamento em Áreas da Bioeconomia.....	79
3.5	Ambiente Regulatório com Impacto na Bioeconomia Brasileira	86
3.5.1	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior	86
3.5.2	Política de Desenvolvimento Produtivo	87
3.5.3	Plano Brasil Maior.....	88
3.5.4	Marcos Regulatórios com Impacto Direto na Bioeconomia	91
3.7	Investimentos nas Áreas de Bioeconomia no Brasil	99
3.7.1	Investimentos em Áreas Biotecnológicas	101
3.7.2	Fundos Setoriais no Desenvolvimento da Biotecnologia.....	102
3.7.3	Subvenção Econômica	107
3.7.4	Investimentos do BNDES.....	108
3.7.5	Investimentos via EMBRAPIL	113
4	MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS EM ÁREAS ESTRATÉGICAS DA BIOECONOMIA	115
4.1	Recursos humanos especializados.....	115
4.2	Produção científica.....	117
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
	ANEXO I.....	126

ÍNDICE DE LEGENDAS

Figuras

FIGURA 1. DESTAQUE DO UNIVERSO DA BIOECONOMIA. FONTE: BASEADO NA OECD, 2009.....	11
FIGURA 2. VISÃO PANORÂMICA DE NAÇÕES COM ESTRATÉGIAS OFICIAIS DE GOVERNO RELACIONADAS À BIOTECNOLOGIA E BIOECONOMIA. FONTE: OVERVIEW OF POLITICAL BIOECONOMY STRATEGIES. BIOSTEP. 2017.....	16
FIGURA 4. BIOECONOMIA NA UNIÃO EUROPEIA: RECEITA DE 2.1 TRILHÕES DE EUROS (ANO BASE 2013). FONTE: EUROPEAN BIOECONOMY IN FIGURES. (STEPHAN PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016)...	32
FIGURA 5. BIOINDÚSTRIAS NOS PAÍSES DA UNIÃO EUROPEIA: RECEITA DE 600 BILHÕES DE EUROS (ANO BASE 2013). FONTE: EUROPEAN BIOECONOMY IN FIGURES. (STEPHAN PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016)	33
FIGURA 6. POSTOS DE TRABALHO NAS ÁREAS DE BIOECONOMIA NA UNIÃO EUROPEIA: 18,3MILHÕES (ANO BASE 2013). FONTE: EUROPEAN BIOECONOMY IN FIGURES. (STEPHAN PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016)	33
FIGURA 7. OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS	37
FIGURA 8. DESAFIOS NACIONAIS PARA CT&I. ENCTI 2016-2019.	40
FIGURA 9. ENCTI 2016-2019. EIXO ESTRUTURANTE E PILARES FUNDAMENTAIS.	41
FIGURA 10. TEMAS ESTRATÉGICOS DA ENCTI 2016-2019.....	41
FIGURA 11. OS SEIS BIOMAS BRASILEIROS.....	43
FIGURA 12. LINHA TEMÁTICA DE BIOMASSA E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS. DEFINIÇÃO DO GTT-BIOECONOMIA PARA O PLANO DE AÇÃO EM BIOECONOMIA DO MCTIC.	46
FIGURA 13. LINHA TEMÁTICA DE PROCESSAMENTO DE BIOMASSA. DEFINIÇÃO DO GTT-BIOECONOMIA PARA O PLANO DE AÇÃO EM BIOECONOMIA DO MCTIC.....	47
FIGURA 14. LINHA TEMÁTICA DE PROCESSAMENTO DE BIOMASSA. DEFINIÇÃO DO GTT-BIOECONOMIA PARA O PLANO DE AÇÃO EM BIOECONOMIA DO MCTIC.....	47
FIGURA 15. ADERÊNCIA DAS TRÊS LINHAS TEMÁTICAS ESCOLHIDAS PARA O PLANO DE AÇÃO DE BIOECONOMIA COM OS ODS. TEMA #1: BIOMASSA E TECNOLOGIAS ASSOCIADAS; TEMA #2: PROCESSAMENTO DE BIOMASSAS E TEMA #3: BIOPRODUTOS. COORDENAÇÃO-GERAL DE BIOECONOMIA (CGBE), MCTIC [■ ADERÊNCIA].	51
FIGURA 16. ÁRVORES PLANTADAS E SEUS MÚLTIPLOS USOS . IBÁ, 2017.....	85
FIGURA 17. DISPÊNDIO DO GOVERNO FEDERAL EM P&D POR MINISTÉRIOS. FONTE: MCTI E AGENDA DA MEI, 2016.....	101
FIGURA 18. EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA E FINANCEIRA DO CT – BIO. VALORES EM R\$. FONTE: MCTI, 2016. ELABORAÇÃO DOS AUTORES.	104
FIGURA 19. EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA E FINANCEIRA DO CT – BIO. VALORES EM R\$. FONTE: MCTI, 2016. ELABORAÇÃO DOS AUTORES.	105
FIGURA 20. EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA E FINANCEIRA DO CT – BIO. VALORES EM R\$. FONTE: MCTI, 2016. ELABORAÇÃO DOS AUTORES.	106
FIGURA 21. EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA E FINANCEIRA DO FVA. VALORES EM R\$. FONTE: MCTI, 2016. ELABORAÇÃO DOS AUTORES.	107
FIGURA 22. EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA DA SUBVENÇÃO ECONÔMICA. VALORES EM R\$. FONTE: MCTI, 2016. ELABORAÇÃO DOS AUTORES.	108
FIGURA 23. INVESTIMENTO DO BNDES EM BIOCOMBUSTÍVEIS EM USD BILHÕES. PERÍODO 2004-2014. FONTE: BNDES, 2014.	110
FIGURA 24. PORTFOLIO DE INVESTIMENTO EM INDUSTRIAL SUCROALCOLEIRA BNDES-FINEP EM 2010. FONTE: BNDES, 2014.....	111
FIGURA 26 – REDE DE COAUTORIA E SIMILARIDADE SEMÂNTICA EM BIOCOMBUSTÍVEIS.....	116
FIGURA 27 - REDE DE COAUTORIA E SIMILARIDADE SEMÂNTICA EM BIOPRODUTOS	117
FIGURA 28 – PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM BIOCOMBUSTÍVEIS POR PAÍS.....	118
FIGURA 29 - PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM BIOPRODUTOS POR PAÍS	118
FIGURA 30 - PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM BIOCOMBUSTÍVEIS – ARTIGOS POR ANO.....	119
FIGURA 31 - PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM BIOPRODUTOS – ARTIGOS POR ANO.....	119

FIGURA 32 – RANKING NACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM BIOCOMBUSTÍVEIS – ARTIGOS POR INSTITUIÇÃO	120
FIGURA 33 - RANKING NACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM BIOPRODUTOS – ARTIGOS POR INSTITUIÇÃO	120
FIGURA 34 - RANKING INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM BIOCOMBUSTÍVEIS – ARTIGOS POR INSTITUIÇÃO	121
FIGURA 35 - RANKING INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM BIOPRODUTOS – ARTIGOS POR INSTITUIÇÃO	121

Tabela

TABELA 1: ANÁLISE DE 20 ESTRATÉGIAS DE BIOECONOMIA. FONTE: HOW SUSTAINABILITY IS ADDRESSED IN OFFICIAL BIOECONOMY STRATEGIES AT INTERNATIONAL, NATIONAL AND REGIONAL LEVELS, FAO, 2016	19
TABELA 2. NUMERO DE PROJETOS E ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS ENTRE 2014-2015.....	34
TABELA 3. PORTFOLIO DE PROJETOS APROVADOS PELO PAISS EM 2014. FONTE: BNDES, 2014.....	111

INTRODUÇÃO

No início do século XVIII, a Inglaterra se destacou no mundo como a nação que promoveu a “Revolução Industrial”. Aquele modo, então inovador, possibilitava a mecanização dos sistemas de produção, gerando desenvolvimento e criando riqueza por meio de uma simples ideia: substituir a força motriz obtida do trabalho do homem e animais por máquinas movidas a combustíveis fósseis.

Passados mais de dois séculos da adoção desta forma de produção linear, baseada fortemente no processo de “extrair–produzir–descartar”, o mundo se vê diante de sérios problemas: mudanças climáticas, poluição, ameaça da preservação da biodiversidade e riscos à sustentabilidade do planeta.

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU)¹ publicados em 2015, a estimativa para 2050 é de que a população do planeta atinja 9,7 bilhões de habitantes. Tais previsões significam ainda mais pressão sobre o uso de recursos naturais e pela crescente demanda por alimentos, água e energia, bem como pela necessidade de preservação do meio ambiente. Neste cenário, surge um novo paradigma de desenvolvimento que pode contribuir com soluções para problemas globais: a “bioeconomia”.

A primeira associação dos termos “bio” e “economia” aconteceu em 1971 quando o economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen², argumentava em seus trabalhos que o tema economia era muito maior do que a descrição de mercado. Por isso, recomendações políticas vindas de tais profissionais estariam fadadas ao insucesso, a não ser que elas fossem baseadas em uma compreensão mais ampla dos conceitos biofísico e social no contexto de consumo e produção. A essa associação ele cunhou o termo *Bioeconomics* que em português é traduzido como “bioeconomia”.

Em menos de 50 anos após o trabalho pioneiro de Nicholas Georgescu-Roegen, a bioeconomia ganhou grande visibilidade nas agendas políticas e científicas, passando a

¹ World population projected to reach 9.7 billion by 2050. <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/2015-report.html> @ 10/05/2017

² Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and The Economic Process*. Harvard Univ Pr.

ocupar posição de destaques nas estratégias de desenvolvimento e sustentabilidade de várias nações.

No Brasil, o tema da bioeconomia ainda está em fase embrionária. Porém, tanto o governo como a iniciativa privada já começam a fazer as primeiras movimentações para avançar no entendimento e propostas que façam sentido para a realidade nacional e aos desafios postos pela retomada do nosso desenvolvimento.

1 CONCEITO DE BIOECONOMIA

Nos últimos oito anos o conceito de Bioeconomia tem sido foco de grandes discussões e continua em plena evolução em diversas nações, se difundindo de forma expressiva, principalmente, entre os países com economias mais desenvolvidas.

De modo geral, os documentos mencionados neste relatório sobre as referidas definições de bioeconomia focam na exploração dos recursos biológicos renováveis, e na biotecnologia como eixos para promover desenvolvimento sustentável em três frentes: biotecnologia industrial, produção primária e saúde humana (Figura 1)



Figura 1. Destaque do Universo da bioeconomia. Fonte: Baseado na OECD, 2009³.

Na Europa, o conceito se apresenta de forma ampliada, onde a abordagem da bioeconomia envolve a aplicação de novos conhecimentos para possibilitar a geração de novos produtos sustentáveis, ambientalmente amigáveis e competitivos. Se traduz como uma atividade econômica baseada na utilização de recursos biológicos renováveis (biomassa) da terra e do mar, tais como cultivos, floresta, pesca, animais e microrganismos, resíduos e desperdícios, que podem ser transformados em alimentos, ração animal, materiais, produtos químicos, combustíveis e energia para produzir saúde, desenvolvimento sustentável, crescimento e bem-estar para sociedade^{3,4}.

Já nos Estados Unidos, o conceito foi definido pelo Plano Nacional de Bioeconomia⁵. Está centrado no desenvolvimento, aplicação e promoção de técnicas de biotecnologias

³ OECD. (2009). The Bioeconomy to 2030 Designing a Policy Agenda. OECD Publishing. <http://doi.org/10.1787/9789264056886-en>

⁴ Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. (2012). Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. European Commission. <http://doi.org/10.1089/ind.2012.1508>

⁵ The National Bioeconomy Blueprint, 2012. Disponível em https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf

de fronteira como: a engenharia genética, o sequenciamento de DNA, o uso industrial de enzimas e microrganismos, assim como a engenharia metabólica e biologia sintética. Um dos principais objetivos do referido Plano Americano é reduzir, principalmente, a dependência energética baseada no carbono. As prioridades destacadas para que aquele país atinja seu potencial máximo na área, incluem:

- Amplo espectro de pesquisa básica e aplicada desenvolvida por acadêmicos, governo e setor privado;
- Parcerias público-privadas [PPPs];
- Sistema de suporte do governo para as bioinvenções, incluindo compras governamentais;
- Políticas regulatórias que reflitam as necessidades e atuem nos gargalos do progresso da bioeconomia;
- Força de trabalho criativa e capacitada;
- Apoio público para o avanço tecnológico, e
- Flexibilidade para acomodar necessidades emergentes, descobertas e novos desafios

No Brasil, até o presente ainda não há uma definição oficial do governo sobre a bioeconomia. Todavia, em 2013 a Confederação Nacional da Indústria (CNI) avançou na proposta de conceituação do termo, quando lançou nacionalmente o documento intitulado: “Bioeconomia: uma agenda para o Brasil”⁶.

Nesta publicação, a proposta de conceito converge com aqueles propostos pela OCDE e EUA. O entendimento é de que a bioeconomia surge como resultado de uma revolução de inovações na área das ciências biológicas, estando relacionada à invenção, desenvolvimento e uso de produtos e processos biológicos nas áreas da biotecnologia industrial, da saúde humana e da produtividade agrícola e pecuária. A Agenda da CNI ressalta ainda que a adoção do modelo da bioeconomia deverá possibilitar maior longevidade e qualidade de vida as populações, diminuir a dependência do petróleo, dispor de opções tecnológicas com menor impacto ambiental, transformar processos industriais, bem como aumentar a produtividade do agronegócio.

⁶ Bioeconomia: uma agenda para o Brasil. Disponível em <<http://static-cms-si.s3.amazonaws.com/legacy/app/conteudo_18/2013/10/10/5091/20131015112122486319o.pdf>>.

É oportuno ressaltar, que além dos conceitos mencionados anteriormente, existem outros que também se relacionam com a bioeconomia, tais como:

- **Desenvolvimento Sustentável:** modelo que prevê a integração entre economia, sociedade e meio ambiente, ressaltando que o crescimento econômico deve levar em consideração a inclusão social e a proteção ambiental (Rio +20)⁷;
- **Economia Verde:** leva em consideração que a finitude dos recursos naturais, os serviços ecossistêmicos e os limites planetários dados pela ciência constituem marcos importantes dentro dos quais as atividades de produção, distribuição e consumo poderão ter lugar. Tais serviços consideram os processos de tomada de decisões, externalidades ambientais e questões como mudança do clima, escassez dos recursos naturais, eficiência energética e justiça social como elementos centrais e orientadores do comportamento dos agentes (Jorge Hargrave e Sandra Paulsen, 2012)⁸
- **Economia Circular:** O mais recente dos conceitos. Trata-se de um modelo de economia regenerativa e restaurativa por princípio. Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. O conceito distingue os ciclos técnicos dos biológicos. Consiste em um ciclo de desenvolvimento positivo contínuo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produção de recursos e minimiza riscos sistêmicos administrando estoques finitos e fluxos renováveis de matéria prima (Ellen MacArthur Foundation⁹).

No caso particular do Brasil, é corrente a discussão para a definição operacional de bioeconomia que venha a ser, particularmente, utilizada pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC) para a construção do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia e de políticas públicas futuras. A sugestão tem como ponto de partida a já mencionada conceituação de bioeconomia dada pela Comissão Europeia que, em seu documento “Innovating for Sustainable Growth: a bioeconomy for Europe” (2012), a define da seguinte forma: “Bioeconomia abrange a produção de recursos biológicos renováveis e a conversão destes recursos e de resíduos

⁷ http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20/desenvolvimento-sustentavel.html @ 08/05/17

⁸ Economia Verde e desenvolvimento sustentável, IPEA.
http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2747:catid=28&Itemid=23 @ 08/05/17

⁹ Economia Circular. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/conceito> @ 08/05/17

em produtos com valor agregado tais como alimentos, rações, bioprodutos e bioenergia. Estes setores e indústrias possuem grande potencial de inovação devido à ampla gama de ciências, tecnologias habilitadoras e industriais bem como conhecimentos tácitos e locais empregados”.

E importante salientar que a discussão e implantação de políticas públicas de suporte a bioeconomia, no caso brasileiro, podem representar um divisor de águas em relação as políticas industriais e de desenvolvimento econômico já adotadas no país. A abrangência das atividades econômicas relacionadas ao tema e o potencial associado a uso da biodiversidade, geração de energia de fontes renováveis e uso de biocombustíveis, entre outros, é muito mais tangível no caso brasileiro do que em outros países. Neste sentido, uma definição precisa do escopo da bioeconomia e a adoção de políticas eficazes pode significar um salto na qualidade e no ritmo de crescimento da economia brasileira.

Figura 2. Visão panorâmica de nações com estratégias oficiais de governo relacionadas à Biotecnologia e Bioeconomia. Fonte: Overview of political bioeconomy strategies. BioStep. 2017.

Desses 61 documentos mencionados, vale ressaltar que cinco publicações são de natureza internacional e regional, incluindo o trabalho da OCDE de 2009; 16 documentos são de países Europeus; 11 são provenientes das Américas, incluindo a Política Nacional de Biotecnologia do Brasil de 2004; 22 publicações são do continente Asiático e sete são documentos de origem Africana. Os próximos itens discorrem sobre o foco econômico e das estratégias de bioeconomia de várias nações analisadas e a lista completa destes documentos estão disponíveis no ANEXO I.

Além dessas importantes publicações referidas no canal da BioStep, vale também citar o Relatório de Atividades em Bioeconomia¹¹ feito pelos Estados Unidos em 2016 como importante fonte de informações recentes e de acompanhamento sobre o tema naquele país.

Apesar das diferenças econômicas, políticas, sociais, climáticas e geográficas as publicações oficiais dessas nações demonstram a preocupação com o futuro e com a sustentabilidade do planeta. Mesmo levando em consideração a heterogeneidade de suas agendas, existem pontos em comum que buscam equilíbrio para o desafio do aumento da oferta *versus* a limitação de recursos naturais da Terra.

Pode-se inferir que a divulgação e promoção desses documentos pelas nações sinalizam a intenção de estabelecer um processo de mudança em direção à adoção de uma bioeconomia, cujo impacto atinge vários aspectos do modelo econômico atual, da sociedade em geral e do meio ambiente em particular. Com uma estratégia voltada para a bioeconomia, um país declara seu objetivo de coordenar “melhor” as atividades que envolvem, por exemplo, a preservação da biodiversidade e de biomas raros, a qualidade e quantidade de alimentos e água potável, além de mitigar os impactos trazidos pelas mudanças climáticas.

Uma avaliação mais detalhada sobre os pontos centrais de várias políticas de bioeconomia e suas estratégias de implementação por diversos países é apresentada a seguir. Sem dúvidas, a análise de tais resultados é de grande relevância para o Brasil construir sua própria estratégia na área, usando o aprendizado já disponível como uma

¹¹ Federal Activities Report on the Bioeconomy, 2016. <https://energy.gov/eere/bioenergy/downloads/federal-activities-report-bioeconomy> @08/05/2017

ativo de grande valor definições de políticas públicas de elaboração de Plano de Ação para a bioeconomia nacional.

2.1.1 ANÁLISE DAS POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS INTERNACIONAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA BIOECONOMIA

De acordo com entrevista dada pelo Diretor de Bioeconomia da União Europeia John Bell, em 2016¹² a construção da bioeconomia é uma tarefa de médio e longo prazo e o seu avanço nem sempre será suave. Há muito potencial que não ainda foi transformado em benefícios sócio-econômico-ambiental porque existem várias estratégias de bioeconomia adotadas por diferentes regiões e nações. Atualmente, tanto a biomassa como os resíduos não são usados de forma ideal. Além disso, o uso de biomassa poderia ser ampliado com o aumento da produtividade agrícola, pela introdução de novas espécies melhoradas geneticamente, bem como pela introdução de novas tecnologias de processamento.

Uma vez vários países terem publicados suas estratégias para implantação da bioeconomia, como referido no item anterior em Berlim, janeiro de 2015 por ocasião do Fórum Global para a Alimentação e Agricultura (GFFA), 62 Ministros da Agricultura de vários países se reuniram e recomendaram que a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO coordenasse um trabalho internacional sobre bioeconomia. O primeiro produto, publicado em 2016¹³, foi a avaliação de 20 estratégias de bioeconomia propostas nos âmbitos regional, nacional e internacional.

A relevância deste estudo recente está na análise comparativa de diferentes estratégias de bioeconomia adotadas por países e regiões. A publicação destaca que o potencial aumento e interesse na bioeconomia devem ser orientados na direção certa para garantir que o seu desenvolvimento gere benefícios para a sociedade, contribua com a segurança alimentar e nutrição da população, promova o crescimento econômico e gestão de recursos naturais de forma sustentável. Ressalta ainda, a importância do estabelecimento de estratégias balanceadas para o adequado gerenciamento da concorrência entre os diferentes usos da biomassa para alimento - energia – bioprodutos, ao mesmo tempo e deva atuar para combater as mudanças climáticas e não causar impactos prejudiciais ao meio ambiente.

¹² "Bioeconomy is now irreversible" http://european-biotechnology.com/fileadmin/Content/NewsAndStories/2016/Interview_Bell_EBM_Spring_2016.pdf @ 10/05/2015

¹³ How sustainability is addressed in official bioeconomy strategies at international, national and regional levels, FAO, 2016. Disponível em << <http://www.fao.org/3/a-i5998e.pdf> >>

Como será apresentado a seguir, o estudo ressalta que o sucesso da bioeconomia exige esforços significativos para geração de novos conhecimentos e inovação, coordenação e definição de políticas robustas e adequadas, de instituições atuantes nos países, além da necessidade de ampla colaboração internacional, além do monitoramento contínuo e medição dos resultados dentro de métricas pré-estabelecidas.

As 20 estratégias de bioeconomia analisadas pela FAO estão destacadas na Tabela 2. O estudo compreendeu uma ampla amostragem abrangendo todos os continentes de forma geral (documentos internacionais) ou específica (documentos de um país ou determinada região geográfica). Os parâmetros de análise foram divididos em cinco categorias para que refletissem a natureza das estratégias analisadas. Foram eles:

- **Sustentabilidade ambiental:** questões como a terra; gestão de recursos naturais e meio ambiente; biodiversidade; solo; fatores de produção; água; gases de efeito estufa; ar e resíduos;
- **Sustentabilidade socioeconômica:** acesso a recursos, desenvolvimento rural e social, emprego e renda, aceitação social, gênero, saúde e segurança, produtividade, segurança energética, desenvolvimento econômico, R&D, competitividade, investimentos e infraestrutura;
- **Concorrência e sinergias:** utilização final da biomassa, incluindo o uso da terra, infraestrutura e mão de obra qualificada;
- **Segurança alimentar:** disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade;
- **Fatores facilitadores:** sustentabilidade nas políticas públicas, regulamentação e mercados, o estado de direito, configurações institucionais, monitoramento e prestação de contas, participação e transparência, desenvolvimento da capacidade humana e cooperação.

Tabela 1. Análise de 20 estratégias de bioeconomia. Fonte: How sustainability is addressed in official bioeconomy strategies at international, national and regional levels, FAO, 2016

CATEGORIES	INTERNATIONAL	Baltic Sea Region - 2015-2018 Strategy and Action Plan Towards a BSR Bioeconomy (2015)	EC - Innovating for Sustainable Growth. A Bioeconomy for Europe (2012)	OECD - The BE to 2030. Designing a Policy Agenda (2009)	West Nordic Countries - Future Opportunities for Bioeconomy in the West Nordic Countries (2014)	NATIONAL	Argentina - La Bioeconomía en la Argentina: Oportunidades y Desafíos (2015)	China - Development Plan for the Bio-Industry (2012)	Denmark - Denmark as Growth Hub for a Sustainable Bioeconomy (2014)	Finland - The Finnish Bioeconomy Strategy (2014)	Germany - National Policy Strategy on Bioeconomy (2014)	Japan - The Biomass Industrialization Strategy (2012)	Malaysia - The Bioeconomy Transformation Programme (2012)	The Netherlands - Framework memorandum on the Bio-based Economy (2012)	Russia - BIO-2020 (2012)	South Africa - The Bio-economy Strategy (2013)	Spain - Spanish Bioeconomy Strategy: Horizon 2030 (2016)	USA - National Bioeconomy Blueprint (2012)	REGIONAL	Baden-Württemberg (Germany) - Bioeconomy. Baden-Württemberg Path Towards a Sustainable Future (2013)	British Columbia (Canada) - British Columbia Bio-economy (2011)	Flanders (Belgium) - Bioeconomy in Flanders (2014)	Scotland (UK) - The Biorefinery Roadmap for Scotland (2015)
Environmental sustainability		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Socio-economic sustainability		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Competition/synergies among biomass end-use sectors		✓	✓		✓		✓				✓			✓	✓					✓		✓	
Food security			✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓					
Enabling Factors		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓

Note: The State of South Australia (Australia) has a regional strategy: "Building a Bioeconomy in South Australia" (2011-2015), however, the document is not available. There also exists the "Manitoba Bio products Strategy" (Canada). France and Norway will release national BE strategies in 2016 (Lang, 2016).

Nota da publicação: as categorias estão marcadas com um [✓] somente se explicitamente abordado sob cada iniciativa. Problemas mencionados apenas brevemente, abordados indiretamente sob outras categorias ou questões não estão marcadas.

2.1.1.1 Sustentabilidade ambiental

O estudo da FAO de 2016 mostra que as 20 estratégias de bioeconomia analisadas abordam de maneira ampla e profunda questões de sustentabilidade ambiental. No entanto, muito poucos documentos definem indicadores ou metodologias específicas para fazer tais abordagens.

A maioria dos aspectos ambientais, tais como emissões de Gases Efeito Estufa (GEE), poluição atmosférica, gestão de recursos naturais e resíduos é amplamente considerada em toda a cadeia de valor em ambas as fases, ou seja: da produção ao uso da biomassa.

A gestão dos recursos naturais, se faz presente nas estratégias analisadas, mas de maneiras diferentes, de acordo com a quantidade de tais recursos disponível pelas nações. Em países que não têm abundância de biomassa natural, mas tem um forte setor industrial (por exemplo, Alemanha, Reino Unido e Japão), a bioeconomia é mais frequentemente vista por seu potencial de inovação e tecnologia industrial. Esses países também dependem mais da oferta de biomassa e resíduos biológicos e sinalizam o desejo de estabelecer parcerias com países ricos em recursos naturais, como o Brasil.

É interessante ressaltar que nenhuma das estratégias estudadas faz a correlação da questão da utilização da água nas diferentes fases da cadeia de valor. Os documentos abordam a questão seja do lado da utilização do recurso hídrico para a produção de biomassa ou do lado da utilização de biomassa, não fazendo ressalvas ou destaques sobre os aspectos de concorrência e/ou sinergias do uso da água na cadeia de valor. Certamente, uma importante lacuna que precisa ser preenchida.

Quanto à conservação da biodiversidade, o assunto é destacado tanto nos países megadiversos como naqueles deficientes em tais recursos naturais. No entanto, ações concretas sobre como será feita a conservação, geralmente não são mencionadas ou não são desenvolvidas em profundidade.

Mitigação das alterações climáticas e a redução do uso de combustíveis fósseis são frequentemente mencionados nos documentos de políticas de bioeconomia, em particular na estratégia da União Europeia, mas existem poucas referências às sinergias entre mitigação e adaptação às alterações do clima.

Os documentos analisados raramente mencionam quais são as estratégias adotadas para fazer a gestão sobre o uso do solo e competição por terra resultantes do desenvolvimento da bioeconomia. É destacado, no entanto, que a demanda e competição pelo uso da terra inclui produção de alimentos, plantação de florestas,

insumos para produção de biomateriais e de bioenergia, além do uso para construção e transporte.

Como pode ser concluído existem espaços críticos de detalhamento das políticas analisadas quanto às questões de sustentabilidade ambiental que ainda precisam ser preenchidos.

2.1.1.2 Sustentabilidade socioeconômica

Em termos dos aspectos da sustentabilidade socioeconômicos, a ênfase dos documentos está na criação de emprego, crescimento econômico e, em alguns casos, na geração de riqueza. As estratégias de bioeconomia analisadas procuram promover o desenvolvimento por meio da inovação e competitividade, da internacionalização de empresas e da ajuda para a abertura de novos mercado para novos bioprodutos. É importante observar a distinção que existem sobre a visão da bioeconomia entre países desenvolvidos e altamente industrializados e aqueles emergentes: os primeiros veem a bioeconomia como forma de preservar o meio ambiente e capitalizar no uso inovador da biomassa e recursos naturais. Já os emergentes, desejam que a bioeconomia seja um vetor de crescimento econômico, como é o caso do Brasil.

Todas as estratégias e iniciativas analisadas promovem fortemente educação e atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), reiterando a necessidade de mão de obra qualificada para fazer face aos desafios da bioeconomia no século XXI.

2.1.1.3 Concorrência e sinergias no uso da biomassa

Menção a concorrência entre setores para o uso final de biomassa está presente em quase todas as estratégias internacionais de bioeconomia. Porém, as estratégias de âmbito nacional são dirigidas para a eficiência de utilização dos recursos e para a produtividade, enquanto às estratégias regionais, focam nas sinergias industriais e polos biotecnológicos ou seja, uso para produtos inovadores.

O uso em cascata ou o uso sequencial de biomassa é geralmente aceito nas estratégias, partindo-se da recuperação do maior para o menor valor de energia contida no produto. No entanto, as controvérsias surgem quando é necessário definir o valor sobre a sequência de biomassa que deve ser usada. Ou seja, falta clareza e alinhamento sobre os parâmetros que deveriam prevalecer, tais como: as emissões de gases de efeito estufa, uso mais eficientes da biomassa , valor adicionado, necessidades locais, etc.

Outras formas sugeridas para competição entre setores de utilização final de biomassa envolvem a adoção do conceito de economia circular e a criação de polos biotecnológicos. Sinergias entre os setores de uso final de biomassa são geralmente consideradas em termos de eficiência de utilização de recursos, produção acoplada e simbiose industrial.

Um achado inesperado foi que as questões que envolvem segurança energética estão ausentes em todos os documentos analisados. O estudo da FAO considerou essa lacuna como um ponto de fragilidade das estratégias de bioeconomia, dado que a energia é essencial para o uso da biomassa e, em particular em cada estágio da sua cascata de utilização no processo produtivo. Além disso, a segurança energética também deveria ressaltar a redução do uso de combustíveis fósseis, uma vez que é um objetivo-chave no desenvolvimento da bioeconomia. Assim, é essencial se fazer análises das possíveis concorrências entre combustíveis fósseis e renováveis e das políticas que definem tais competições.

2.1.1.4 Segurança alimentar

Segundo a FAO, o estudo realçou que naqueles países onde a segurança alimentar não é tida como problema, as estratégias fazem menção ao assunto dentro de uma abordagem mundial da bioeconomia (EUA, Holanda, Espanha). Já a Alemanha, a UE e a Dinamarca, dentre outros, dão prioridade ao uso da biomassa para a produção de alimentos quando na concorrência para a produção de energia.

Países como a Rússia e a Finlândia, ressaltam que têm recursos naturais ilimitados e, portanto, não abordam em suas estratégias de bioeconomia os aspectos sobre segurança alimentar. Por outro lado, o assunto é amplamente discutido onde existe uma preocupação nacional com a demanda crescente e oferta de alimentos em países como África do Sul, China, Malásia e Japão. Este último país, aprova o princípio de primeiro alimento e apenas o seu desperdício ser usado como matéria prima para as bioindústrias.

2.1.1.5 Fatores facilitadores

A análise da FAO sobre as estratégia para a bioeconomia demonstram que os governos desenharam políticas e instrumentos regulatórios, bem como programas para criar um ambiente propício para o desenvolvimento, promoção e a implementação da bioeconomia. No entanto, devido à natureza geral dos 20 documentos estudados, estas

ações não são apresentadas em detalhes nas referidas estratégias. As metas são maioria das vezes genéricas e não corresponde a critérios bem definidos de mensuração.

Em geral, estratégias de bioeconomia abordam questões sobre o acesso a financiamentos para o desenvolvimento de novos modelos de negócios, produtos inovadores, tecnologias e processos, bem como empreendedorismo e pequenas e médias empresas (PME), especialmente nos documentos dos Estados Unidos, Malásia, Alemanha e Holanda. No entanto, as barreiras e oportunidades de acesso a investimentos e mercados de capitais não são abordadas como questões para o desenvolvimento sustentável da bioeconomia.

Embora existam referências aos mecanismos de política setorial, regras concretas e específicas para a bioeconomia não são mencionadas. Não há nenhuma referência explícita para as ações políticas relacionadas à mudança no uso da terra. O foco é muitas vezes colocado no alinhamento da inovação com a política de desenvolvimento, sobre a mudança de regulamentos para reduzir barreiras políticas e aumentar a velocidade dos processos burocráticos envolvidos em transformar política em ação.

Elementos comuns de governança que são destacados nas estratégias com objetivo de aumentar a eficácia dos instrumentos de política e suas ações decorrentes, incluem o respeito ao estado de direito, capacidade administrativa, forte engajamento da sociedade civil e das partes interessadas, responsabilidade civil e diálogo amplo e aberto com a sociedade e as partes interessadas, compartilhamento de conhecimento, instituições de avaliação de impacto e transparência de práticas de gestão e mecanismos de feedback com críticas e sugestões. Todas as estratégias destacam a importância da transparência, visibilidade e conscientização dos consumidores e várias delas afirmam a importância de se dispor de sistemas de certificação de sustentabilidade, principalmente no âmbito internacional.

Em resumo, as principais conclusões do referido trabalho da FAO de 2016, podem ser destacadas como segue:

- Os 20 documentos de políticas para a bioeconomia analisadas evidenciam o forte interesse de várias nações em todo o mundo, como uma possível contribuição para um endereçamento amplo do desenvolvimento global, nacional e regional e dos desafios ambientais;
- Os documentos demonstram o desejo das nações de garantir que a bioeconomia seja desenvolvida de forma sustentável e que venha beneficiar todos os

segmentos da população e ressaltam que não será fácil o atingimento de tais objetivos. Não há soluções iguais para todas as questões em termos de prioridades e abordagens.

- As estratégias de bioeconomia analisadas foram escritas como cenários amplos, incluindo considerações ambientais e socioeconômica. No entanto, elas mostram fraquezas e falhas comuns. As preocupações destacadas incluem a necessidade do devido uso da terra, água e gestão de resíduos ao longo de toda cadeia de valor, possível concorrência entre os setores de uso final de biomassas, segurança energética, inovações biológicas, tecnologias convergentes e mecanismos para beneficiar os pequenos agricultores;
- Em apenas em poucos casos foram desenvolvidos esforços no sentido da implementação das estratégias bioeconomia por meio de planos de ação. Estes também mostram algumas deficiências e lacunas, tais como monitoramento e avaliação e aspectos financeiros (por exemplo, barreiras para acessar financiamento e mercados de capitais, apoio financeiro aos produtores de pequena e empresas);
- Já existe um grande conhecimento acumulado sobre experiências bem sucedidas e armadilhas em relação a produção sustentável de biomassa e, em menor medida, seu uso em todo o mundo. Significantes pesquisas e desenvolvimentos (R&D) estão sendo financiados em vários países para promover as inovações necessárias ao longo da cadeia de valor de biomassa, contribuindo para o avanço da fronteira tecnológica nas diversas áreas da bioeconomia;
- A análise mostra que muitos países desejam que as diretrizes e normas de sustentabilidade devam ser desenvolvidas e acordadas na esfera internacional. Isto já está em andamento com a construção das diretrizes do programa de bioeconomia sustentável também sob coordenação da FAO.

Estes resultados são balizadores valiosos para contribuir com a definição e construção de um Plano de Ação de Bioeconomia para o Brasil. É essencial que as experiências relatadas possam ser tratadas de maneira apropriada para que o país não se caia nos mesmos erros e lacunas identificadas no estudo da FAO.

2.1.2 PRINCIPAIS LIÇÕES DAS ESTRATÉGIAS INTERNACIONAIS DE BIOECONOMIA

Na última década, como já mencionado, houve um aumento crescente do interesse dos países do desenho e implantação de estratégias de bioeconomia, promovendo a transição gradual e mundial para uma economia sustentável. O que se busca é a

utilização dos recursos renováveis aquáticos e terrestres para a produção de biomassa, sendo transformados em alimentos, bioprodutos intermediários e finais, biocombustíveis e bioenergia, que contribuam diretamente para o desenvolvimento e segurança ambiental, social das nações.

Um ponto de convergência das diversas estratégias para implantação e expansão da bioeconomia é desenvolver e coordenar abordagens inovadoras para ampliar o uso sustentável dos recursos biológicos, ao mesmo tempo que buscam maximizar os benefícios econômicos, sociais e ambientais. O esforço de promover o aumento do uso de matérias primas renováveis e sua conversão em bioprodutos e biocombustíveis, tem o potencial de estimular o crescimento do emprego e oportunidades em vários setores da indústrias. As estratégias de bioeconomia criam um paradigma inovador para as nações priorizarem os caminhos mais promissores, oferecendo modelos que apontam para a sustentabilidade, levando em consideração os impactos multidimensionais e seus benefícios.

Para que os objetivos da bioeconomia sejam atingidos, serão necessários vários tipos de colaboração envolvendo pesquisa e desenvolvimento, compartilhamento de dados; tecnologias de conversão; demonstração e implantação para matérias-primas; fabricação; mecanismos financeiros otimizados; contratos de prestação de serviços; infraestrutura; condições harmonizadas e regulamentos; além do desenvolvimento de mercado para novos produtos. Ter sucesso nas iniciativas já postas por vários países vão depender diretamente da capacidade real de cada nação conseguir implantar, coordenar e monitorar o avanço das estratégias traçadas.

Para fazer a transição de uma economia baseada em combustíveis fósseis para a bioeconomia, baseada em fontes renováveis de matérias-primas, serão necessários investimentos consideráveis e contínuos por parte dos países. Sem uma visão de longo prazo, as diversas estratégias de bioeconomia dificilmente irão ser exitosas.

De acordo com os recentes dados dos documentos americanos *The Billion Ton Bioeconomy Initiative*¹⁴ e do *Federal Activities Report on the Bioeconomy*¹⁵, ambos de 2016, para aumentar os benefícios potenciais da bioeconomia a iniciativa depende

¹⁴ The Billion Ton Bioeconomy Initiative: Challenges and Opportunities. [https://www.usda.gov/energy/maps/resources/TheBillionTonBioeconomyInitiativeChallengesandOpportunities/\\$file/TheBioeconomyInitiative_20161109.pdf](https://www.usda.gov/energy/maps/resources/TheBillionTonBioeconomyInitiativeChallengesandOpportunities/$file/TheBioeconomyInitiative_20161109.pdf) @ 16/05/2017

¹⁵ Federal Activities Report On The Bioeconomy https://energy.gov/sites/prod/files/2016/02/f30/farb_2_18_16.pdf @ 16/05/2017

fortemente de engajamento público. Devido a transversalidade da bioeconomia, existem um grande número de setores e interesses em jogo, tais como: organizações não-governamentais; governos e organizações internacionais; ambientais e segmentos industriais; fabricantes; agricultores; e outros membros da cadeia de produção, transporte, conversão e abastecimento de biomassa e bioprodutos. Os relatórios destacam uma variedade de tópicos que impactam no avanço da bioeconomia como entraves técnicos, disponibilidade de força de trabalho qualificada, insatisfação no acesso ao capital e incentivos necessários e engajamento público.

Os documentos também mencionam que há preocupações futuras sobre a disponibilidade suficiente de terra agriculturáveis para produção de alimento, forragem, ração e fibra, bem como grandes volumes de biomassa, que são essenciais para a expansão da bioeconomia.

Seja qual for a estratégia adotada, o governo federal de um país tem papel crítico a desempenhar na mobilização de apoio em toda a cadeia produtiva para desenvolver sistemas sustentáveis de bioeconomia. Por meio da mobilização de parcerias entre a indústria, governo, universidades e centros de pesquisas, o governo federal e as partes interessadas podem estimular o progresso no sentido de tecnologias “validadas”, que tem maior potencial de atrair investimento para as fases de *scale-up* e implantação das soluções mais promissoras que possibilitem resultados econômicos, ambientais e sociais sustentáveis.

Algumas dos desafios e oportunidade relacionadas a iniciativa de bioeconomia, citados nos relatório dos Estados Unidos são destacados a seguir.

2.1.2.1 Desafios para Desenvolver a Bioeconomia

- **Principais obstáculos técnicos para desenvolvimento e produção em larga escala:** antes de haver investimento em grande escala para biorrefinarias com capacidade de processar 1 bilhão de toneladas de biomassa para a produção de combustíveis e bioprodutos, investidores precisam sentir confiança na tecnologia desenvolvida, e que a cadeia de fornecimento é economicamente e ambientalmente sustentável. A redução dos riscos tecnológicos precisam ser um foco importante dos programas de pesquisa e a colaboração entre cientistas e indústrias precisam ser perenes na bioeconomia.

- **Elevada concorrência dos recursos tradicionais derivados do petróleo:** incerteza de mercado é um grande desafio para a emergente bioeconomia. Há mais de 20 anos, a variação do custo do petróleo levou a diminuição do interesse em promover o desenvolvimento da bioeconomia. No caso da produção de bioenergia, a incerteza do mercado tem limitado os investimentos que são necessários para *scale-up* e validação do desempenho tecnológico, impactando na disponibilidade e preço de bioprodutos.
- **A falta de infraestrutura necessária:** a menos que um novo biocombustível seja verdadeiramente compatível com a infraestrutura já existente, a falta de infraestrutura para novos biocombustíveis é outro desafio à crescente expansão nos mercados. Investimentos em novas bombas de abastecimento de biocombustível e potenciais melhorias/adaptações dos motores dos veículos são caros.
- **Acesso ao capital para grandes investimentos:** superar riscos técnicos, logísticos e de mercado é difícil, mas é essencial energizar a comunidade financeira para investir em bioeconomia. Para superar a barreira do pioneirismo é necessário mais do que a ciência e da engenharia, uma vez os necessitar de grandes investimentos para fazer face aos elevados custos associados a construção e operação de plantas avançadas e inovadoras.
- **Incertezas sobre sustentabilidade e resultados ambientais, sociais e econômicos:** uma área de incerteza está no papel chave que a sustentabilidade tem no conceito da bioeconomia e os esforços para compreender os potenciais benefícios ambientais, sociais e econômicos versus os impactos relacionados a promoção de sua expansão. Há discussões em curso e processos científicos enfocando os efeitos potenciais relacionados ao aumento da produção de biomassa, segurança alimentar, produção de bioenergia. Grandes preocupações ambientais incluem potenciais impactos na qualidade do solo e da água, na biodiversidade, emissões de GEE e emissões de carbono, valores de energia líquida e mudanças diretas e indiretas do uso do solo.
- **Instabilidade de crescimento e riscos das incertezas políticas:** a indústria reage a incentivos e/ou políticas que demonstram apoio claro para investimentos em novas infraestruturas que promovem o desenvolvimento, produção e uso de combustíveis renováveis e bioprodutos e não investem em empreendimentos cujo os lucros não podem ser realizados dentro de num futuro previsível.
- **Necessidade de força de trabalho capacitada:** os EUA e vários outros países passam pelas mudanças de competências necessárias para fazer face às

demandas impostas pela em evolução da bioeconomia. É necessário engajar escolas, universidades e centros tecnológicos para investir no desenvolvimento e adaptação de novos currículos e programas de capacitação. Trabalhadores rurais, incluindo os agricultores, proprietários de terras, operadores de equipamentos, precisarão aprender novas formas de fazer negócios, colheita, gestão e logística à medida que novas matérias-primas e novos elos da cadeia produtiva surgem.

2.1.2.2 Oportunidades para Desenvolvimento a bioeconomia:

- **Desenvolver matérias-primas e inovações fundamentais para reduzir o custo e o risco tecnológico na cadeia produtiva:** há oportunidades de melhorar as tecnologias, sistemas, infraestrutura para permitir maior ganho de produtividade das culturas de biomassa que pode resultar no aumento da produtividade de alimento, ração e fibra; melhorar a qualidade do solo e redução do uso de água em todo o setor. Aplicar critérios de sustentabilidade para matérias-primas renováveis, no entanto, deverá adicionar custos para essas matérias-primas; Trata-se de um esforço multidisciplinar, integrado necessário para criar oportunidades para reduzir os riscos em toda a cadeia de fornecimento.
- **Identificar oportunidades para utilizar resíduos de baixo custo como matéria-prima:** para promover o crescimento sustentável, as iniciativas de bioeconomia poderiam priorizar o desenvolvimento de biomassa ou bioprocessos nas estratégias de utilização de fluxo de resíduos para aplicações de maior valor agregado. Isso inclui a valorização da lignina e/ou dióxido de carbono, a plena utilização de todos os componentes da biomassa das algas e a incorporação de matérias-primas com vantagem de preço como resíduos orgânicos.
- **Quantificar, comunicar e realçar os efeitos benéficos e minimizar impactos negativos da bioeconomia:** para promover a adoção da bioeconomia é necessário estabelecer compromissos de avaliação e quantificação dos impactos e benefícios usando critérios e bases científicas rigorosas que avaliam múltiplas dimensões tais como ambientais, sociais e econômicas. A comunicação adequada e continuada incentivará o engajamentos de vários atores da sociedade, o desenvolvimento de tecnologias e práticas alinhadas com os princípios da bioeconomia, promovendo o bem-estar das comunidades, preservação de ecossistemas naturais e práticas mais sustentável de negócios.
- **Aumento de educação pública sobre produtos derivados da biomassa:** para a adoção de práticas ligadas à bioeconomia, a percepção pública desempenha papel fundamental na análise de risco de mercado. Promover estudos isentos que

comparam bioenergia e bioprodutos com aqueles de origem fóssil poderia ajudar a comunicar os benefícios potenciais subjacentes do desenvolvimento da bioeconomia.

- **Encorajar investimentos do setor privado:** o uso estratégico do poder de convocação e mobilização do governo federal tem a capacidade de induzir novas parcerias e colaborações que podem permitir o desenvolvimento de políticas e incentivos para encorajar o investimento do setor privado em toda a cadeia de valor da bioeconomia: da produção de matéria-prima no campo, ao desenvolvimento de novo bioprodutos e seu consumo nos mercados.
- **Preparar a força de trabalho para as reais demandas da bioeconomia:** o crescimento da bioeconomia também depende de uma força de trabalho competente, experiente e bem treinada. Programas de ensino com maior enfoque na ciência, tecnologia, engenharia e matemática, precisam ser ampliados nas escolas. Este novo paradigma de desenvolvimento, requer uma força de trabalho multidisciplinar que além de engenheiros e cientistas, necessitam de especialistas em comunicação, recursos humanos, gestão, dentre outras. Além disso, serão necessário que trabalhadores tenham experiência em elos da cadeia de produtiva, sejam por meio de estágios, residências e oportunidades de voluntariado nas bioindústrias.

Além das contribuições dos relatório americanos, citados anteriormente sobre oportunidades e desafios para a bioeconomia, algumas conclusões do estudo da FAO de 2016 sobre as 20 diretrizes analisadas, são destacadas alguns pontos importantes que podem servir de guia para que outros países, como o Brasil, desenvolvam suas próprias estratégias para a bioeconomia. Tais pontos envolvem:

- A estratégia não precisa começar do zero. É importante que a construção seja alicerçada no vasto acervo de conhecimentos, políticas, abordagens e boas práticas disponíveis que são relacionadas aos setores convencionais de produção de biomassa e sua utilização (agricultura, silvicultura, pesca) e, mais recentemente, na bioenergia moderna. Com base nisso, a estratégia pode ser adaptada com o que já existe e as lacunas serem preenchidas com aquilo que falta e é considerado necessário;
- A estratégia deve combinar aspectos gerais com flexibilidade suficiente para permitir que soluções sejam adaptadas às circunstâncias locais;

- A política deve ser alcançada por meio de esforços conjuntos ligados à parcerias internacionais e multilaterais e coordenada por um organismo internacional;
- É pertinente e oportuno que, pelo menos uma parte das estratégias – tais como os princípios e critérios – tenham endosso formal no âmbito multilateral e internacional para promover a sua legitimidade, e finalmente que
- A estratégia de uma política para bioeconomia seja apoiada por um grande esforço de comunicação para o público em geral, para promover a aceitação da sociedade e sua ativa participação no atingimento dos objetivos traçados.

2.2 DIMENSÃO DO MERCADO DA BIOECONOMIA

É fácil entender o esforço rumo a adoção da bioeconomia quando se analisam a robustez do impacto econômico que as atividades a ela associadas representam para as nações. As subseções seguintes apresentação uma visão geral do mercado da bioeconomia nos EUA, União Europeia e Brasil.

2.2.1 Mercado da Bioeconomia na União Europeia

Em 2012, a Comissão Europeia estimou que para cada euro investido em pesquisa e inovação nas área da bioeconomia incluindo a agricultura, floresta, alimento, pesca, papel e celulose, além das indústrias químicas, biotecnológicas e de energia irá alavancar 10 euros de valor agregado nos setores da bioeconomia até 2025.

Segundo a OCDE, em 2030 os negócios em biotecnologia devem representar 2,7% do PIB dos países mais ricos, principalmente por meio da oferta de novos produtos industriais voltados para o setor da saúde e do agronegócio. No mesmo estudo, foi estimado que 50% da produção global de alimentos e de ração animal virão de organismos manipulados geneticamente. O aumento da demanda por alimentos, por sua vez, será de 5,1 bilhões de toneladas de grãos — para atingir este patamar, a produção mundial terá que crescer em 3,5% ao ano. Já a renda média da população deverá aumentar 57%, atingindo US\$ 8.600, ampliando assim o poder de compra e aumento do consumo. Tais projeções consistem em grandes oportunidade e desafios para os países.

Só no mercado compreendido pela chamada biotecnologia industrial, a expectativa é de que 300 bilhões de euros sejam movimentados em 2030. Atualmente, o maior destes mercados é o de biocombustíveis, seguido dos produtos bioquímicos e bioplásticos. O comércio de biocombustível deve crescer de 25 bilhões de litros anuais em 2010, para 65 bilhões de litros em 2020. Deste volume, entre 10 e 15 bilhões de litros serão biocombustíveis de segunda geração - aqueles produzidos a partir da celulose e de outras fibras vegetais presentes na madeira ou nas partes não comestíveis dos vegetais. Neste segmento, as microalgas e a exploração biológica dos resíduos constituem também alternativas em potencial para a produção de biocombustíveis de segunda geração.

Em março de 2016, o Consórcio das Bioindústrias (BIC) publicou os resultados do primeiro estudo macroeconômico extensivo sobre bioeconomia na Europa¹⁶. Foi atribuída

¹⁶ European Bioeconomy in Figures. (STEPHAN PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016)

a bioeconomia global europeia uma receita equivalente a 2,1 trilhões de euros. Como ilustrado na Figura 3 esses valores incluem os setores de alimentos, bebidas e tabaco, que são responsáveis por cerca de metade do volume de negócios (44%, 6% e 1%, respectivamente).

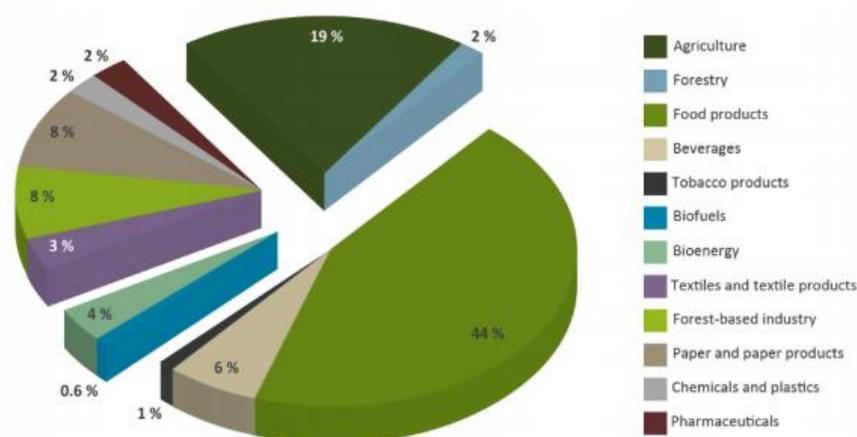
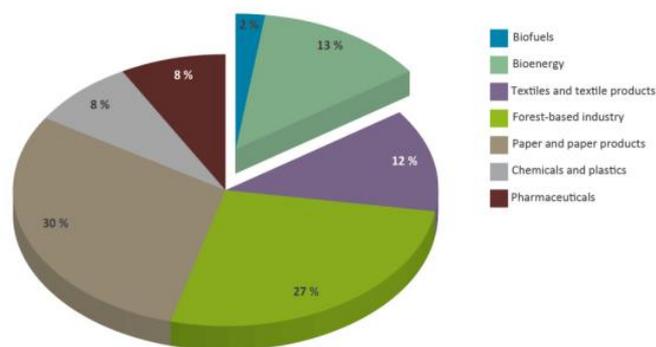


Figura 3. Bioeconomia na União Europeia: Receita de 2.1 Trilhões de Euros (ano base 2013). Fonte: European Bioeconomy in Figures. (STEPHAN PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016)

As bioindústrias dos segmentos de produtos químicos e plásticos, produtos farmacêuticos, papel e produtos de papel, indústrias de base florestal, setor têxtil, biocombustíveis e bioenergia, contribuíram por sua vez com a geração de receitas da ordem de 600 bilhões de euros (Figura 4). Quando se retira do cálculo a produção/extração de biomassa primária, a análise mostra que os biocombustíveis e bioenergia representam juntos 15% do volume de negócios da bioindústria da UE. Os segmentos de maiores volume de negócios incluem papel e produtos de papel (30%) e indústria de base florestal (produtos de madeira e móveis) com 27%.



Nota: Dados excluem os segmentos de agricultura, silvicultura, pesca, alimentos e bebidas e tabaco.

Figura 4. Bioindústrias nos países da união europeia: Receita de 600 bilhões de Euros (ano base 2013). Fonte: European Bioeconomy in Figures. (STEPHAN PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016)

Já no que se refere ao número de postos de trabalhos derivados de atividades da bioeconomia, países da União Europeia contabilizaram o número total de 18,3 milhões empregados. A produção de biomassa primário (agricultura, silvicultura e pesca), sendo o maior ofertante de empregos, contribuindo com 58% das vagas (Figura 5).

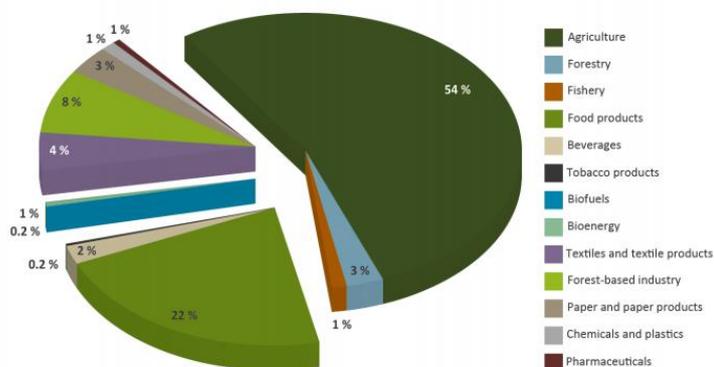


Figura 5. Postos de trabalho nas áreas de bioeconomia na União Europeia: 18,3 milhões (ano base 2013). Fonte: European Bioeconomy in Figures. (STEPHAN PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016)

Os resultados desta pesquisa feita pelo BIC também mostraram que os países membros da União Europeia estão investindo mais de 2,1 bilhões de euros em indústrias de base biológica, principalmente em projetos para montagem de novas plantas industriais do tipo: “conceito” e “piloto”. Desse valor, 1,1 bilhões de euros foram as estimativas de aporte durante os anos de 2014 e 2015 (Tabela 2). Vale ressaltar que a maioria dos

investimentos de curto prazo tiveram foco nas cadeias de valor lignocelulósicas e florestal, por exemplo da transição da primeira para a segunda geração de etanol, com expansão de blocos químicos de construção; valorização dos fluxos de cadeia para a produção primária com extração e utilização de matérias primas substitutas dos produtos fósseis, incluindo combustível, compósitos e plásticos e a próxima geração de cadeias de valor de base florestal. Na cadeia de valor de base agrícolas, investimentos foram focados em novos projetos industriais para extração de óleos vegetais para conversão em bio-lubrificantes, cosméticos, bio-plásticos. Esses dados revelam as apostas que a Europa está fazendo nas escolhas e caminhos tecnológicos em bioeconomia.

Tabela 2. Numero de projetos e estimativa de investimentos entre 2014-2015

Cadeia de Valor	Projetos	Total Investimento pro-rata €milhões	Total Investimento Privado Membros-BIC pro-rata €milhões	Total Investimento Privado €milhões
Lignocelulosica	11	325-330	122-127	305
Florestal	38	725-733	679-687	1810
Agricultura	3	16-17	16-17	30
Lixo orgânico	4	24	8	15
TOTAL	56	1091-1105	825-839	2160

Fonte: European Bioeconomy in Figures. (STEPHAN PIOTROWSKI; CARUS; CARREZ, 2016)

Finalmente, de acordo com a OCDE (2009), uma estimativa dentro de parâmetros de conservadores é que a biotecnologia e a bioeconomia poderá contribuir com até aproximadamente 2,7% do PIB dos países membros da OCDE em 2030 e com uma parte ainda maior do PIB dos países não-OCDE, uma vez terem importância expressiva os setores que correspondem a produção do agronegócio e biotecnologia industrial, em comparação com os países da OCDE.

2.2.2 Mercado Americano de Bioeconomia

Já para o mercado americano, a inovação tecnológica é um vetor significativo do desenvolvimento econômico, o que faz da bioeconomia uma grande oportunidade para aquele país. Segundo o estudo preparado pelo Departamento de Agricultura (USDA,

2015) sobre o impacto econômico dos bioprodutos¹⁷ (incluindo os sete principais setores que abrangem a agricultura e silvicultura; biorrefinaria, química verde; enzimas bioplásticos; produtos florestais e têxteis e excluindo os setores de energia, pecuária, alimentos, ração e produtos farmacêuticos), a contribuição total da bioindústria para a economia dos EUA em 2013 foi de 369 bilhões de dólares, empregando 4 milhões de trabalhadores, sendo que cada posto de trabalho na bioindústria foi responsável por gerar 1,64 empregos em outros setores da economia.

2.2.3 Mercado de Bioeconomia no Brasil

No Brasil, sem dúvidas duas áreas de relevante impacto econômico e de uso intensivo de tecnologia associadas à bioeconomia abrangem o setor primário ou do agronegócio e da produção primária. Porém, ambos setores não possuem Planos de Ação nem Políticas Públicas desenhadas, alinhadas e coordenadas dentro de uma visão integrada e moderna requeridas pela bioeconomia. Infelizmente, as agendas avançam de maneira independente, sem metas claras nem acompanhamento contínuo.

Mesmo diante de tanta adversidade, segundo o Relatório Técnico da Embrapa¹⁸ o valor bruto da produção nacional no ano de 2015 atingiu 181,29 bilhões de dólares. A agricultura brasileira é baseada em mais de 300 espécies de cultivos e responsável pela venda de 350 tipos de produtos que abastecem 180 mercados do planeta. Segundo esse mesmo relatório, somos um grande produtor de grãos, carne e frutas, e o setor agropecuário contribuiu com 22,5% do PIB e 37% da força de trabalho.

No segmento da biotecnologia industrial, o país se destaca ainda no desenvolvimento de fontes de energia renováveis, conhecidos como biocombustíveis. Esses são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia. Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol, extraído de cana-de-açúcar, e, em escala crescente, o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis.

¹⁷ An Economic Impact Analysis of the U.S. Biobased Products Industry, 2015. Disponível em <<https://www.biopreferred.gov/BPRresources/files/EconomicReport_6_12_2015.pdf>>

¹⁸ Embrapa em Números, 2015. EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/1600893/Embrapa+em+N%C3%BAmeros/7624614b-ff8c-40c0-a87f-c9f00cd0a832>>.

O consumo de biocombustíveis no Brasil cresceu 40% em 2015¹⁹. No mesmo ano, a produção brasileira de biodiesel alcançou a marca de 3,9 bilhões de litros, o que representa um aumento de 15% em relação ao ano anterior. Entre as principais matérias-primas destinadas à produção do biocombustível, o óleo de soja foi o destaque, respondendo por 77% do biodiesel brasileiro fabricado em 2015. Em seguida estão as gorduras animais (19%) e o óleo de algodão (2%).

A definição de uma estratégia nacional que garanta o maior desenvolvimento deste nicho econômico, representa ao mesmo tempo um desafio e a possibilidade de firmar estrategicamente o Brasil como potência competitiva na era da bioeconomia. Além da necessidade de avançar em pesquisas, qualificar recursos humanos, inovar modelos de negócios e ampliar investimentos, o Estado precisa modernizar seu marco regulatório de modo a induzir o aproveitamento das oportunidades criadas pela bioeconomia.

¹⁹ consumo de biocombustível no Brasil cresceu 40% em 2015. InfoMoney, São Paulo, 24 de fevereiro de 2016. Disponível em: <http://www.infomoney.com.br/mercados/agro/noticia/4644176/consumo-biocombustivel-brasil-cresceu-2015>>

2.3 BIOECONOMIA E CONVERGÊNCIA COM AS VISÕES E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em 2015, dando um passo ainda mais ambicioso que aqueles definidos pelos oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, os países membro da ONU tiveram a oportunidade de adotar a nova agenda de desenvolvimento sustentável e chegar a um acordo global sobre as mudanças climáticas. A visão compartilhada é que essas decisões determinarão o curso global de ação para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar para todos, proteger o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas. Vários desses objetivos convergem com aqueles almejados pela bioeconomia.

Assim, durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015 foram definidos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, chamados ODS, que passaram a fazer parte de uma agenda mundial composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030²⁰ (Figura 6).



Figura 6. Objetivos do desenvolvimento sustentável - ODS

Aqueles países que já demonstraram sua intenção em adotar estratégia em direção à bioeconomia, somam seu esforço aos ODS, uma vez que seu conceito é transversal à vários setores econômicos e, principalmente, porque está baseada na utilização de

²⁰ <https://nacoesunidas.org/pos2015/> @ 09/05/2017

recursos biológicos e renováveis. Essa transversalidade permite que a bioeconomia tenha relação direta com ao menos 10 dos 17 ODS mostrados na .

Como consequência desta convergência e sinergia de conceitos e esforços, é possível fazer uma relação entre a visão e objetivos da bioeconomia com os ODS, tais como:

- **ODS 2: Erradicação da Fome** - A bioeconomia pode atuar com tecnologias genômicas aplicadas a alimentos, aumentando produtividades e a qualidade nutritiva. Uma produção animal mais eficiente e substitutos de carne bovina são necessários (ex.: a galinha é mais sustentável que a carne de bovino, pois utiliza menos água e emite menos GEE).
- **ODS 3: Saúde de Qualidade** - Medicamentos sustentáveis, como biofármacos e abordagens baseadas em microbiomas são necessários para doenças infecciosas como a malária e epidemias, incluindo diabetes e obesidade. Vale ressaltar a combinação engenharia metabólica e biologia sintética muito podem contribuir para produção comercial de fármacos.
- **ODS 6: Água Limpa e Saneamento** - Nos países em desenvolvimento, 90% dos esgotos e 70% dos resíduos industriais são descarregados sem tratamento. Os avanços no tratamento biológico de águas residuais, incluindo a remoção de fósforo e a nitrificação, poderão ser implementados mais amplamente. Sistemas pequenos e modulares devem ser espalhados para comunidades remotas e plantas grandes e intensivas podem atender populações de tamanho urbano.
- **ODS 7: Energias Renováveis** - A maioria dos países em desenvolvimento tem sistemas de energia não confiáveis, onde queimam madeira ou estrume que levam a problemas de saúde, mortes prematuras e desmatamento. São necessárias soluções modernas descentralizadas que combinem a bioenergia com outras fontes renováveis.
- **ODS 8 & 9: Crescimento Econômico Sustentável** - A combinação da regeneração rural com a industrialização oferece maior sustentabilidade e inclusão. O Brasil, líder na produção de etanol com cerca de 300 usinas de cana-de-açúcar, está iniciando a produção de etanol celulósico. Um desenvolvimento conjunto de tecnologias com o setor de celulose e papel pode acelerar a evolução da indústria de biocombustíveis e bioprodutos, além de gerar novos empregos e promover o desenvolvimento sustentável.
- **ODS 12: Consumo Responsável** - Os materiais e produtos químicos baseados em biomassa são cada vez mais utilizados na indústrias, como é o caso da

produção de plásticos, bens de consumo, construção e produtos farmacêuticos. Trocar de fóssil para materiais biológicos faria uma grande diferença no setor de produtos químicos, que tem as terceiras maiores emissões na indústria, depois de aço e cimento.

- **ODS 13: Combates as Mudanças Climáticas** - As indústrias baseadas em biomassa são ativas no armazenamento de carbono e na mitigação das alterações climáticas. A colaboração de empresas de biotecnologia com a indústria para produzir produtos químicos e biocombustíveis a partir das emissões de dióxido de carbono. Além da contribuição positiva causada pelo uso de biocombustíveis.
- **ODS 14 e 15: Vida Debaixo D'água e Vida na Terra** – Os avanços na biotecnologia e a associação com regulamentação de melhor uso dos recursos biológicos podem contribuir para a preservação da vida da na água e na terra.

3 CONTEXTO DA ESTRATÉGIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, ATORES IMPORTANTES E INICIATIVAS NACIONAIS

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC) lançou em 2016 a segunda edição da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, conhecida por ENCTI, com o objetivo de nortear ações que contribuam para o desenvolvimento nacional por meio de iniciativas que valorizem o avanço do conhecimento e da inovação, para um horizonte temporal de 2016 a 2019.

Partindo do pressuposto inicial da convergência quanto ao entendimento que a pesquisa é um investimento fundamental para a prosperidade das gerações futuras, para o desenvolvimento sustentável e inclusivo e para a melhoria da qualidade de vida dos brasileiros, o objetivo da ENCTI é permitir que o Brasil caminhe firme rumo a ciência de classe mundial, fomente o trabalho colaborativo entre atores públicos e privados, remova as barreiras que impendem o avanço e promova à inovação.

O planejamento e a implementação das políticas setoriais do Governo Federal precisam estar alinhados com as realidades e tendências do cenário mundial e por meio de documentos de referências, analisar e propor as estratégias mais relevantes e prioritárias para o desenvolvimento nacional. Temas centrais para o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) brasileira mereceram destaques especiais, considerando tanto os avanços recentes nas políticas do setor, como os desafios mais relevantes para o fortalecimento do Sistema Nacional de CT&I (SNCTI).

Na edição corrente da ENCTI, o Governo Federal selecionou os seguintes desafios nacionais para a CT&I como ilustrado na Figura 7.

- Posicionar o Brasil entre os países mais desenvolvidos em CT&I
- Aprimorar as condições institucionais para elevar a produtividade a partir da inovação
- Reduzir assimetrias regionais na produção e no acesso à CT&I 66 5.4
- Desenvolver soluções inovadoras para a inclusão produtiva e social
- Fortalecer as bases para a promoção do desenvolvimento sustentável

Figura 7. Desafios nacionais para CT&I. ENCTI 2016-2019.

A ENCTI 2016-2019 foi desenhada em base matricial tendo um Eixo Estruturante comum aos cinco Pilares Fundamentais propostos, conforme ilustrado na Figura 8.

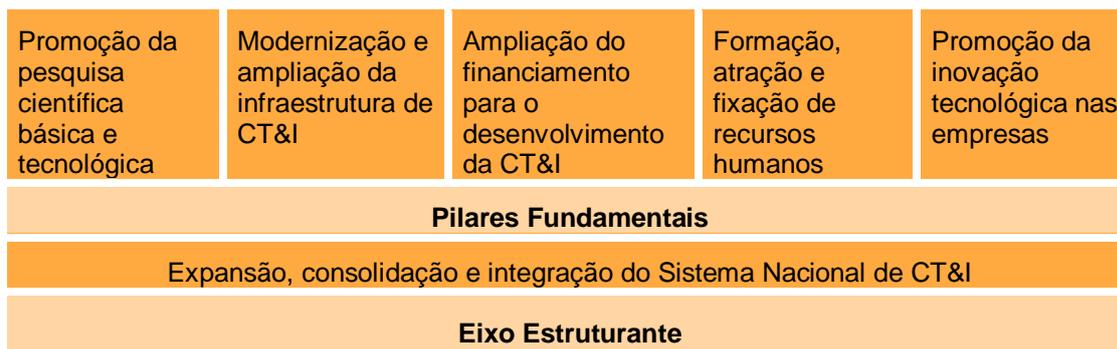


Figura 8. ENCTI 2016-2019. Eixo Estruturante e Pilares Fundamentais.

Quanto à escolha de Temas Estratégicos para a ENCTI, o Governo Federal buscou convergir o entendimento que as oportunidades para realizar o crescimento de modo sustentável referem-se não somente ao seguimento das tendências mundiais, mas também ao aproveitamento dos campos de conhecimento já estabelecidos e desenvolvidos no país, promovendo o aumento da competitividade nacional. Considerando, assim, tais desafios, oportunidades e vantagens nacionais, foram selecionados 11 temas em CT&I nos quais o SNCTI deve propor soluções, uma vez serem considerados estratégicos para o desenvolvimento, autonomia e soberania nacional (Figura 9).

01	Aeroespacial e Defesa
02	Água
03	Alimentos
04	Biomass e Bioeconomia
05	Ciências e Tecnologias Sociais
06	Clima
07	Economia e Sociedade Digital
08	Energia
09	Nuclear
10	Saúde
11	Tecnologias Convergentes e Habilitadoras

Figura 9. Temas Estratégicos da ENCTI 2016-2019.

Este relatório enfocará, especificamente, no Tema Estratégico elencado como de número 4 da ENCTI, que destaca a importância dos Biomass e Bioeconomia para o desenvolvimento do Brasil.

3.1 Biomas e Bioeconomia na ENCTI

De acordo com o Ministério de Meio Ambiente (MMA)²¹, o Brasil ocupa quase metade da América do Sul e é o país com a maior diversidade de espécies no mundo. As diferentes zonas climáticas dentro do extensivo território brasileiro, favorecem a formação de zonas biogeográficas, chamadas de biomas. O país possui seis biomas terrestres (Figura 10) e com sua costa marinha de 3,5 milhões km², encontram-se os ecossistemas como recifes de corais, dunas, manguezais, lagoas, estuários e pântanos. Neste rico meio ambiente nacional já foram identificadas mais de 103.870 espécies animais e 43.020 espécies vegetais. Esta abundante variedade de vida abriga mais de 20% do total de espécies do planeta, encontradas em terra e na água.

Floresta Amazônica	Pantanal	Cerrado
Caatinga	Pampas	Mata Atlântica

Figura 10. Os seis Biomas brasileiros.

Essas inúmeras espécies da fauna, flora e microrganismos têm um papel importante no equilíbrio dos ecossistemas brasileiros, além de apresentarem um conjunto de informações genéticas, de incontáveis moléculas e princípios ativos químicos e bioquímicos de interesse econômico para vários segmentos das indústrias de bioprodutos (farmacêutica, cosmética, alimentícia, biocombustíveis etc.).

A ENCTI, destaca para este Tema Estratégico #4 que a geração de conhecimento, tecnologias, inovações, produtos e serviços a partir da biodiversidade brasileira tem potencial para dar um salto qualitativo e competitivo na agregação de valor aos recursos naturais e serviços ambientais e na obtenção de produtos e processos inovadores, contribuindo, assim, para o desenvolvimento sustentável do País. Tudo isto, no entanto, deve ser feito em consonância com a preservação e conservação da biodiversidade, de acordo com as recomendações da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD)²² entidade vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU), do qual o Brasil é signatário.

²¹ Ministério de Meio Ambiente. Disponível em: << <http://www.mma.gov.br/biodiversidade> >>. Acesso em 24/06/2017.

²² Convenção sobre Diversidade Biológica. Disponível em << <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica> >>. Acesso em 25/04/2017.

Na ENCTI a bioeconomia é enfatizada como um segmento de crescente interesse da economia mundial e, por esta razão, está entre as prioridades de diversas políticas governamentais, em função do seu grande potencial para o crescimento e da geração de vários benefícios socioeconômicos, como por exemplo, produtos inovadores para a saúde, químicos renováveis, aumento da produtividade agropecuária e energética, desenvolvimento de processos industriais de menor impacto ambiental e a criação de empresas de base biotecnológica e empregos qualificados. Por estas razões, a bioeconomia também passou a ser parte integrante da referida Estratégia Nacional brasileira.

Incorporando o tema de Biomas e Bioeconomia como parte integrante do planejamento de políticas públicas, o MCTIC direciona o avanço tecnológico nessas áreas, objetivando o apoio ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras para geração de valor aos bens e serviços da sociobiodiversidade brasileira e a promoção da maior interação entre os setores acadêmico e produtivo, a fim de elevar a competitividade do país no cenário da Bioeconomia mundial, sempre considerando aspectos referentes a conservação e preservação da biodiversidade nacional.

Para se atingir tal objetivo, uma das estratégia associadas consiste na elaboração de um “Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia” que promova o aumento da competitividade da bioeconomia nacional, por meio da revisão e adequação dos marcos regulatórios, do fortalecimento e compartilhamento de infraestruturas e do apoio a linhas de pesquisa, que foquem em soluções inovadoras para problemas tecnológicos nos setores agropecuários, industriais, ambientais e para a saúde humana, priorizando o uso sustentável da biodiversidade brasileira e considerando aspectos relativos à segurança hídrica, alimentar e energética e à mudança do clima.

É sobre os insumos chaves para contribuir com o desenho deste Plano de Ação em Bioeconomia para o Brasil que este trabalho se debruça.

3.2 Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia

Em 2016, no ano de lançamento da ENCTI, o MCTIC criou a Coordenação-Geral de Bioeconomia, como parte do Departamento de Políticas e Programas de Desenvolvimento da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento, o que demonstrou por parte do Governo Federal, o empenho de coordenar e avançar com o tema no país.

No início de 2017, para atingir o objetivo da ENCTI, no que tange ao Tema Estratégico #4, o MCTIC criou um Grupo Técnico de Trabalho (GTT) para contribuir na construção do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia. O grupo foi composto por membros da própria Coordenação de Bioeconomia do MCTIC e do CGEE, da academia e centros de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e representantes do setor empresarial, com destaque especial para a Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial (ABBI). Este grupo passou a ser chamado GTT-Bioeconomia.

3.2.1 Definição das Áreas de Bioeconomia para o MCTIC

O desafio inicial posto ao GTT-Bioeconomia foi construir a definição das principais linhas de atuação a serem trabalhadas pela Coordenação-Geral de Bioeconomia, no âmbito do Plano de Ação nos próximos anos, levando-se em consideração suas viabilidades a curto, médio e longo prazos. Tais definições tinham como pressupostos básicos os potenciais existentes para o Brasil inserir-se de forma estratégica na bioeconomia mundial, considerando, principalmente, as capacidades física, humana e de gestão já instaladas e desenvolvidas no País.

Após calorosas e instigantes discussões, o GTT-Bioeconomia entendeu que dentro as três grandes áreas da bioeconomia, segundo classificação da OCDE, a que mais precisava ser desenvolvida e obter apoio governamental era da Biotecnologia Industrial. As áreas de produção primária ou do agronegócio para fins de alimentos e a área da saúde, já contam com uma estruturação bastante avançada em termos de políticas públicas e de investimento no Brasil. O que não é verdade para a Biotecnologia Industrial. Após esta definição, o GTT-Bioeconomia também contribuiu para propor a priorização do escopo das ações, dentro do segmento da biotecnologia industrial, sendo elas:

- Biomassa e Tecnologias Associadas;
- Processamento de Biomassas e Biorrefinarias, e
- Bioprodutos.

Diante da sugestão sobre o escopo do Plano de Ação para Bioeconomia, contextos e considerações foram feitas para cada um dos três temas, como demonstrado nas Figura 11 a Figura 13.

TEMA #1: Biomassa e Tecnologias Associadas

Contexto: A diminuição da dependência em derivados fósseis e da emissão de gases de efeito estufa (GEE) em diversos processos industriais é uma das prerrogativas da bioeconomia e necessidade do Brasil para atender compromissos internacionais firmados.

A bioeconomia depende do desenvolvimento e utilização de biomassas de alto desempenho, com características específicas que irão ser requeridas de acordo com os processos a serem utilizadas e produtos que se deseja obter.

A fonte de biomassas pode vir de atividades agrícolas convencionais (cana-de-açúcar, soja, milho, eucalipto, girassol e algodão), bem como do resultado de desenvolvimento de espécies com características particulares, como é o caso da cana energia. O avanço da Química de Renováveis baseada em biomassa, poderá redundar em produção de químicos que podem substituir aqueles de origem estrangeira. Em termos de tecnologias associadas à produção de biomassa, cabe ressaltar a necessidade de desenvolvimento de sistemas produtivos mais eficientes, com uso adequado de insumos tais como água, terra, químicos (fertilizantes e defensivos agrícolas) e material genético e de propagação (sementes e mudas).

Objetivo: Promover o desenvolvimento científico e tecnológico para a produção sustentável de biomassas diversas, inclusive com a utilização de resíduos e dejetos agroindustriais e urbanos, bem como a prospecção, domesticação e melhoramento de espécies advindas da biodiversidade brasileira, permitindo serem utilizadas pela bioindústria para a produção de diversos bioprodutos e com a adoção de sistemas produtivos mais eficientes e de menor impacto ambiental.

Figura 11. Linha Temática de Biomassa e Tecnologias Associadas. Definição do GTT-Bioeconomia para o Plano de Ação em Bioeconomia do MCTIC.

TEMA #2: Processamento de Biomassa e Biorrefinarias

Contexto: As tecnologias de processamento de biomassa constituem etapa fundamental para o desenvolvimento de toda a cadeia produtiva de produtos bioderivados. A capacidade de gerar bioprodutos com custos competitivos e características necessárias para suprir diversas outras indústrias até o consumidor final, apresenta-se como um grande desafio científico e tecnológico, uma vez que cada biomassa possui constituição distinta necessitando de tecnologia adequada para o seu aproveitamento integral.

Tal aproveitamento, depende do fracionamento da biomassas para a obtenção de açúcares fermentescíveis disponíveis, como o amido ou sacarose, ou em estruturas de difícil aproveitamento, como a celulose, hemicelulose e lignina. A tecnologia para a obtenção desses açúcares é de grande complexidade e ainda não está totalmente desenvolvida de forma a demonstrar resultados econômicos viáveis, necessitando por isso de maiores investimentos.

Considerando, dentre outros fatores a megadiversidade biológica presente nos biomas

brasileiros, possibilitando a obtenção tanto de novas fontes de biomassas vegetais quanto de microrganismos e o atual parque bioindustrial nacional (com unidades destinadas à produção de etanol de segunda geração e produção de especialidades químicas advindas de biomassa), o Brasil tem a real oportunidade de se tornar um dos líderes mundiais na bioeconomia, dominando, especialmente, aspectos tecnológicos e gerenciais relacionados à diversas cadeias produtivas e bioindústrias.

Objetivo: Promover o desenvolvimento científico, tecnológico e gerar inovação para o processamento de biomassas pelos métodos químicos, físicos ou biológicos, considerando as diversas etapas de pré-tratamento e tratamento envolvendo, inclusive, o desenvolvimento de insumos, equipamentos e métodos mais sustentáveis para as bioindústrias brasileiras.

Figura 12. Linha Temática de Processamento de Biomassa. Definição do GTT-Bioeconomia para o Plano de Ação em Bioeconomia do MCTIC.

TEMA #3: Bioprodutos

Contexto: O desenvolvimento de produtos a partir de recursos biológicos renováveis (bioprodutos) tem se mostrado uma alternativa viável e bem-sucedida na substituição de vários produtos de origem fóssil, bem como no desenvolvimento de novos compostos.

As primeiras ações de impacto no desenvolvimento de bioprodutos se deram na área de biocombustíveis, especialmente o etanol e o biodiesel. Recentemente, além destes os investimentos tem sido dirigidos para os biocombustíveis *drop-in* (idênticos aos combustíveis petroderivados que não necessitam de adaptações para seu uso). Além dos biocombustíveis há uma gama de outros produtos possíveis de serem obtidos a partir da utilização de biomassas, tais como materiais para a construção civil, bioplástico e outros biopolímeros, compostos têxteis, alimentos, rações animais e insumos para as indústrias química e farmacêutica. Os biocombustíveis são os bioprodutos de maior volume e menor valor agregado dentre os demais citados. Avançar no desenvolvimento de biomassa e investimento para a produção de bioprodutos com maior valor agregado é o caminho a seguir em direção ao fortalecimento da química de renováveis e criação de substitutos aos insumos químicos importados pelo País que oneram a balança comercial brasileira.

Objetivo: Promover o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação para a produção sustentável de produtos, processos e serviços de alto valor agregado a partir da utilização de biomassas, fortalecendo a química verde, em especial no tocante à química de renováveis e consolidação de aspectos de circularidade econômica.

Figura 13. Linha Temática de Processamento de Biomassa. Definição do GTT-Bioeconomia para o Plano de Ação em Bioeconomia do MCTIC.

De acordo com o MCTIC, vários instrumentos serão utilizados para a implantação das iniciativas e ações de cada linha temática sugerida pelo GTT-Bioeconomia, tendo-se como base aqueles citados na ENCTI, que envolvem:

- Concessão de bolsas de estudo;
- Concessão de auxílios à pesquisa e infraestrutura;
- Subvenção econômica;
- Empréstimos;

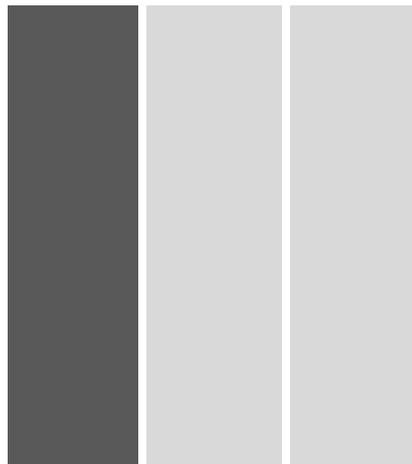
- Encomendas tecnológicas, e
- Mecanismos de cooperação internacional.

O uso desses instrumentos tem como objetivo reforçar políticas em execução, tais como dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), bem como gerar novas políticas adequadas aos desafios próprios para o desenvolvimento da bioeconomia nacional. Para isso, o Governo Federal espera promover parcerias entre os setores público e privado, bem como fortalecer as Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTs) e instituições de ensino e pesquisa que trabalhem, ou venham a trabalhar, com os temas priorizados para compor o Plano de Ação.

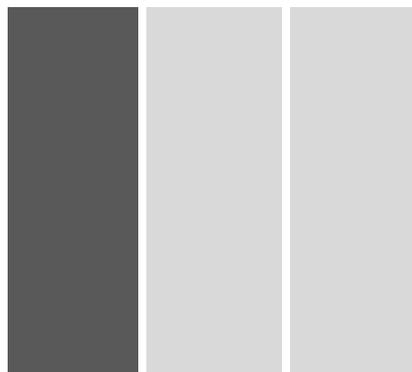
A consecução de um Plano de Ação no âmbito dessas três linhas temáticas identificadas pelo GTT-Bioeconomia, poderá contribuir com o atingimento de vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme destacado abaixo na Figura 14.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	TEMA #1	TEMA #2	TEMA #3
Objetivo 2. Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.			
<p>Meta 2.3. Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola.</p>			
<p>Meta 2.4. Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo.</p>			

Meta 2.5. Até 2020, manter a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas, animais de criação e domesticados e suas respectivas espécies selvagens, inclusive por meio de bancos de sementes e plantas diversificados e bem geridos em nível nacional, regional e internacional, e garantir o acesso e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados, como acordado internacionalmente

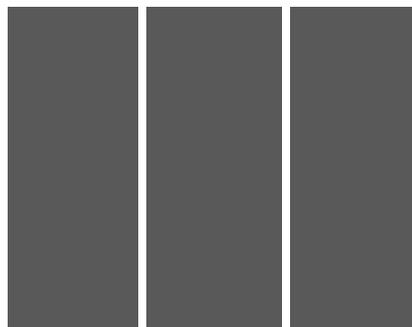


2.a. Aumentar o investimento, inclusive via o reforço da cooperação internacional, em infraestrutura rural, pesquisa e extensão de serviços agrícolas, desenvolvimento de tecnologia, e os bancos de genes de plantas e animais, para aumentar a capacidade de produção agrícola nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos.



Objetivo 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos.

Meta 6.4. Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.



Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos.

Meta 7.2. Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global



Meta 7.a. Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis

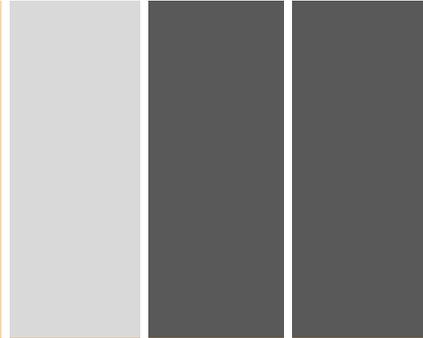


avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa.



Objetivo 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.

Meta 8.4. Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental, de acordo com o “Plano Decenal de Programas Sobre Produção e Consumo Sustentáveis”, com os países desenvolvidos assumindo a liderança.



Objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

12.2. Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

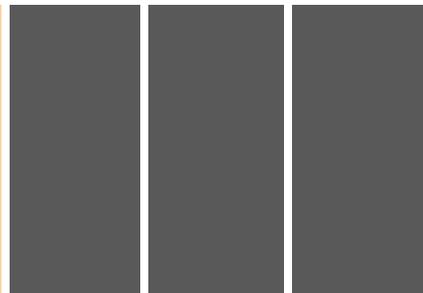


Objetivo 17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável

Meta 17.6. Melhorar a cooperação Norte-Sul, Sul-Sul e triangular regional e internacional e o acesso à ciência, tecnologia e inovação, e aumentar o compartilhamento de conhecimentos em termos mutuamente acordados, inclusive por meio de uma melhor coordenação entre os mecanismos existentes, particularmente no nível das Nações Unidas, e por meio de um mecanismo de facilitação de tecnologia global.



Meta 17.7. Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado.



Meta 17.16. Reforçar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, complementada por parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem



conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiros, para apoiar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento.			
Meta 17.17. Incentivar e promover parcerias públicas, público-privadas e com a sociedade civil eficazes, a partir da experiência das estratégias de mobilização de recursos dessas parcerias.			

Figura 14. Aderência das três linhas temáticas escolhidas para o Plano de Ação de Bioeconomia com os ODS. Tema #1: Biomassa e Tecnologias Associadas; Tema #2: Processamento de Biomassas e Tema #3: Bioprodutos. Coordenação-Geral de Bioeconomia (CGBE), MCTIC [■ aderência].

3.3 ATORES RELEVANTES DA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO BRASIL

A bioeconomia ainda pode ser considerada uma nova tendência no Brasil. No entanto, já é possível identificar atividades da indústria, dos centros de P&D e do governo, este último com destaque especial para a publicação da ENCTI de 2016, com a inclusão da bioeconomia como tema estratégico para o desenvolvimento do país. Esta dinâmica tende a crescer à medida que o conceito avança e ganha visibilidade por meio de iniciativas de comunicação e discussão como eventos, publicações e de atividades práticas nas formas do estabelecimento de parcerias, atividades de P&D, empreendimentos, dentre outras.

Sendo a bioeconomia um segmento transversal para o desenvolvimento de uma nação, o GTT e o CGBE identificaram uma série de atores públicos e privados de relevância e com papéis sinérgicos e complementares para desempenhar várias atividades com foco nas áreas que envolvem o segmento da Biotecnologia Industrial, no âmbito do Plano de Ação de Bioeconomia, tais como:

3.3.1 Atores da Esfera Governamental Federal:

- Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação – MCTIC (responsável pela coordenação geral do referido Plano)
- Casa Civil
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA
- Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC
- Ministério de Minas e Energia – MME
- Ministério das Relações Exteriores – MRE
- Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário – MDSA

- Ministério do Meio Ambiente – MMA
- Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI
- Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI
- Agência de Vigilância Sanitária – ANVISA
- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP
- Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio

3.3.2 Atores da Esfera Governamental de Investimento e Fomento:

- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq
- Financiadora de Estudos e Projetos – Finep
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – Capes
- Fundações de Amparo à Pesquisa - FAPs

3.3.3 Atores Públicos e Privados da Academia e Pesquisa e Desenvolvimento

- Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – DPO/MCTIC (relacionados à biotecnologia industrial)
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (Agroenergia)
- Empresa de Pesquisa Energética – EPE
- Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol – CTBE
- Institutos Federais de Tecnologia – IFT
- Universidade de São Paulo – USP
- Universidade de Campinas – Agropolo – UNICAMP
- Instituto Agrônomo de Campinas - IAC
- Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola de Química – UFRJ
- Institutos SENAI de Inovação - ISIs

3.3.4 Atores de Representação Acadêmica e de Pesquisa e Desenvolvimento

- Academia Brasileira de Ciências - ABC
- Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC
- Institutos de Ensino Superior e Pesquisa - IES
- Conselho Nacional dos Secretários para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação - Consecti
- Conselho Nacional das Fundações de Amparo à Pesquisa - CONFAP

3.3.5 Atores de Representação Empresarial

- Confederação Nacional da Indústria - CNI
- Confederação da Agricultura e Pecuária - CNA
- Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial – ABBI
- Associação Brasileira da Indústria Química – ABQUIM
- Associação Brasileira da Indústria de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades - ABFINA
- Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras – ANPEI
- Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ

3.3.6 Atores Empresariais

- Abengoa
- Basf
- BioChemtex
- Brasken
- Centro de Tecnologia Canavieira
- Down
- DSM
- DuPont
- GranBio
- Grupo Solvay
- Novozymes
- Raizen
- Rhodia

3.3.7 Atores de Incubação e *Start Up* de Empresas

- Fundação Biominas - MG
- Polo Bio-Rio - RJ
- Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia - CIETEC - SP
- COOPE-RJ
- Incamp - SP
- Incubadora de Empresas Habitat – MG
- Incubadora de Empresas Padetec – CE
- Incubadora Tecnológica de Campina Grande – PB
- Inova - UFMG – MG
- Multi-incubadora do CDT/UNB – DF

A lista de atores apresentadas não é exaustiva. Porém, demonstra o potencial significativo do impacto que um Plano de Ação robusto para desenvolver a Bioeconomia, com enfoque em Biotecnologia Industrial, pode acarretar para o Brasil. É essencial que o Estado retome sua posição de liderança e direcionador das agendas portadoras de futuro e consiga priorizar ações para estabelecer uma política compatível com os desafios trazidos pela bioeconomia. Este papel passa pelo engajamento do governo, empresas, academia e demais representantes da sociedade. Esta sinergia e complementariedade é essencial para estimular a criação e a manutenção de um ambiente pró-ciência e pró-inovação, para possibilitar o avanço da tecnologia e negócios na área. Além de assegurar a disponibilidade de investimentos e demais recursos de forma continuada e em níveis adequados, um outro grande desafio do Plano de Ação de Bioeconomia reside na sua coordenação por parte do MCTIC juntos com os diversos atores envolvidos. Caso esta coordenação seja efetiva, o Brasil certamente produzirá expressivos resultados científicos, tecnológicos e empresariais também na área da biotecnologia industrial, traduzidos em benefícios sociais, econômicos e ambientais.

3.4 INICIATIVAS EM BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO BRASIL

Apesar de não existir ainda no Brasil um Plano Nacional de Bioeconomia, incluindo, inclusive, ações específicas de fomento para o segmento da Biotecnologia Industrial, já existem várias atividades em andamento que acontecem de forma descoordenada, muitas vezes sobrepostas e independentes uma das outras mas que, certamente, contribuem para o avanço desta área no país. As iniciativas tem formas de colaboração internacional, projetos de P&D, estudos e publicações, capacitação e difusão de conhecimento, ações de defesa de interesse, entre outras.

O desafio de construir um Plano de Ação em Bioeconomia com enfoque em Biotecnologia Industrial, necessariamente terá que levar em consideração os diferentes atores e estágios de desenvolvimento de tais iniciativas para que a aceleração ocorra de forma apropriada, buscando-se obter o maior e melhor proveito das competências existentes, colaborações estabelecidas e infraestruturas já disponíveis.

Nos casos onde ainda não haja iniciativas relevantes mas que podem ser induzidas pelo MCTIC, é importante se fazer um levantamento atualizados das bases de pesquisadores e suas áreas tecnológicas. De base dessas informações será possível promover a colaboração e o engajamento de atores relevantes em novos desafios e oportunidades que demandam soluções modernas e eficientes no país. Certamente, tais estratégias vão garantir coerência e ganho de eficiência e eficácia do Estado brasileiro no processo de fomento a biotecnologia industrial nacional.

A seguir são apresentadas algumas iniciativas que tem convergência com o segmento da biotecnologia industrial.

3.4.1 Plataforma Biofuturo

Um importante iniciativa, liderada pelo Brasil aconteceu em 2016 às margem da Conferência do Clima (COP22), em Marraquexe. Uma coalizão de 20 países²³, interessados nos campos da energia limpa e bioeconomia, anunciou o lançamento da Plataforma Biofuturo²⁴. O Brasil, propositor original da iniciativa para promover a

²³ Países membros: Argentina, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, Egito, Estados Unidos, Filipinas, Finlândia, França, Índia, Indonésia, Itália, Marrocos, Moçambique, Países Baixos, Paraguai, Reino Unido, Suécia e Uruguai.

²⁴ <http://biofutureplatform.org/>

colaboração internacional, foi escolhido para coordenar inicialmente a implementação da Plataforma. A Plataforma para o Biofuturo abrange alguns dos países mais relevantes nos mercados inovadores em biocombustíveis avançados e biomateriais.

A Plataforma para o Biofuturo dá seguimento aos compromissos estabelecidos na Rio+20, nos ODS e no Acordo de Paris. A iniciativa representa um novo esforço coletivo para acelerar o desenvolvimento e a implantação de biocombustíveis avançados, nos setores mais diversos, como alternativas sustentáveis aos combustíveis fósseis. Entre os desafios propostos estão:

- Promover o diálogo e a cooperação internacional entre os atores políticos, acadêmicos, empresariais e demais partes interessadas;
- Criar um ambiente regulatório favorável para incentivar a atração de investimentos na área da biotecnologia industrial com foco em combustíveis avançados de baixo carbono;
- Promover a conscientização e compartilhar estudos e análises sobre o estado atual, o potencial e as vantagens dos biocombustíveis avançados de baixo carbono e outros avanços tecnológicos da bioeconomia;
- Promover a P&D e compartilhar estudos e análises sobre políticas e informações sobre tais atividades e necessidades vinculadas;
- Promover foros de debate e discussão para avaliar, compartilhar e impulsionar a adoção de práticas sustentáveis para a produção de biomassa nas diversas cadeias produtivas.

O trabalho da Plataforma Biofuturo está em andamento no Brasil, que promoverá em outubro próximo, na cidade de São Paulo, uma Conferência para tratar dos avanços e desafios na área.

3.4.2 Programa RenovaBio 2030

O Ministério de Minas e Energia (MME) lançou no final de 2016 o Programa RenovaBio²⁵. Este Programa objetiva o incentivo da expansão e produção de biocombustíveis no Brasil, baseando-se nos critérios de previsibilidade, na sustentabilidade ambiental, econômica e social, além da compatibilidade com o crescimento do mercado. No

²⁵ Programa RenovaBio. Disponível em << <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/renovabio/principal...> Acesso em 26/06/2017.

primeiro trimestre de 2017, o MME promoveu a Consulta Pública sobre o projeto que já foi submetido ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) para as diretrizes da nova política energética para os biocombustíveis. Além do MME, o Programa envolve a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Este Programa está dentro do escopo do compromisso voluntário assumido pelo Brasil na COP21 de reduzir suas emissões de GEE, responsáveis pelo aquecimento global, com definição de metas domésticas a serem alcançadas até 2030. Entre tais compromissos está a participação de 45% de energias renováveis na matriz energética nacional. Para tanto, é preciso ocorrer a expansão do etanol e do biodiesel, assim como a ampliação comercial de novos biocombustíveis e o endereçamento da energia elétrica oriunda da biomassa.

O RenovaBio impõe à sociedade brasileira o desafio e a oportunidade de utilizar os biocombustíveis como um vetor de desenvolvimento que contribui para redução das emissões, entre outras externalidades positivas, além de ser uma fonte alternativa para garantir a regularidade do abastecimento de combustíveis. O MME ressalta que os atuais combustíveis produzidos a partir da biomassa em escala comercial – etanol e biodiesel – geram mais de 1 milhão de empregos diretos no Brasil. Estimativas apontam que os empregos indiretos somam outros 2 milhões de trabalhadores. Esses números poderão aumentar com a expansão da produção nos próximos anos. Além da grande necessidade de se criar mais empregos no Brasil, os biocombustíveis contribuem para o desenvolvimento regional e já envolvem mais de 1.600 municípios na sua produção em alguma das etapas do processo produtivo. Isso representa aproximadamente um terço das cidades brasileiras.

Anualmente, a produção de biocombustíveis oferece uma contribuição ao PIB nacional superior a R\$150 bilhões. Pelo lado do consumidor, os veículos, equipamentos, máquinas e sistemas movidos a biocombustíveis são, via de regra, a alternativa mais eficiente e mais barata, no curto e médio prazo, para redução de emissões locais e globais. Importante destacar que no Brasil, já existe há anos uma rede de distribuição e revenda muito bem estruturada, que comercializa diariamente cerca de 100 milhões de litros de biocombustíveis. Existe, também, uma expressiva indústria automobilística que fabrica automóveis de passeio e de carga preparados para utilização de biocombustíveis.

O RenovaBio se propõe a construir diretrizes, ações e medidas para os biocombustíveis, no curto, médio e longo prazo, categorizadas em quatro eixos estratégicos.

- Papel dos biocombustíveis na matriz energética: tornar a oferta de energia no Brasil cada vez mais sustentável, competitiva.
- Equilíbrio econômico e financeiro: o alcance e a expansão dos benefícios dos biocombustíveis, inclusive sociais e ambientais, dependem de um ambiente de negócios competitivo e de empresas em equilíbrio econômico e financeiro.
- Regras de comercialização: o aperfeiçoamento sistemático das regras de comercialização de combustíveis precisa contribuir para impulsionar o mercado de biocombustíveis, em equilíbrio com os derivados de petróleo e em observância à segurança do abastecimento, inclusive para melhor desenvolver os potenciais de sinergias regionais.
- Novos biocombustíveis: os biocombustíveis mais conhecidos, utilizados em larga escala comercial, são o etanol e o biodiesel. Já os novos biocombustíveis: bioquerosene, biometano e biocombustíveis avançados ou lignocelulósicos, podem contribuir para a diversificação dos produtos e da competitividade do setor, assim como são uma oportunidade para gerar valor e impulsionar a eficiência produtiva.

Devido à importância estratégica do RenovaBio, o setor privado aguarda com grande expectativa as diretrizes e as novas linhas de ação do programa, pois podem definir políticas públicas de mais longo prazo com regras mais claras e estáveis, criando um ambiente de incentivo a novas inovações tecnológicas na área da Biotecnologia Industrial voltada para biocombustíveis.

O Plano de Ação de Bioeconomia deve estar alinhado com o RenovaBio para evitar sobreposição de ações.

3.4.3 Programa de Pesquisa em Bioenergia

A Fundação de Apoio da Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) lançou em 2008 o Programa de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN)²⁶ que tem como objetivo estimular e articular atividades de P&D utilizando laboratórios acadêmicos e industriais para

²⁶ Programa de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN). Disponível em << <http://www.bioenfapesp.org/> >>. Acesso em 26/06/2017.

promover o avanço do conhecimento e sua aplicação em áreas relacionadas à produção do Bioenergia no Brasil. Para alcançar este objetivo o BIOEN busca:

- Incrementar a produtividade da cana-de-açúcar por meio de pesquisas inovadoras;
- Avaliar e procurar meios para reduzir os impactos ambientais e socioeconômicos da produção de bioenergia, e
- Gerar conhecimento que assegure a posição de liderança do Brasil na pesquisa e produção de bioenergia.

As áreas de P&D do BIOEN são divididas em eixos compostos por cinco divisões:

- Biomassa para Bioenergia (com foco em cana-de-açúcar);
- Processo de Fabricação de Biocombustíveis;
- Biorefinarias e Alcoolquímica;
- Aplicações do Etanol para Motores Automotivos: motores de combustão interna e células-combustível, e
- Pesquisa sobre impactos sócio-econômicos, ambientais, e uso da terra.

O BIOEN busca articular pesquisa e desenvolvimento realizados em âmbito público e privado, utilizando laboratórios acadêmicos e empresariais para gerar e aplicar conhecimentos relacionados com a produção de etanol no Brasil. O Programa conta com uma sólida base de pesquisa exploratória acadêmica relacionada às cinco divisões mencionadas. Espera-se que essas atividades exploratórias possam gerar novos conhecimentos e formar recursos humanos altamente qualificados, essenciais para aprimorar a capacidade da indústria em tecnologias dirigidas ao etanol e aumentar sua competitividade interna e externa.

O BIOEN inclui pesquisa acadêmica e, quando apropriado, estabelece parcerias para o desenvolvimento de atividades de pesquisa cooperativa entre universidades e institutos de pesquisa no Estado de São Paulo e empresas, compartilhando recursos humanos, materiais e financeiros. Nessas parcerias, os detalhes específicos dos temas de interesse são especificados de acordo com o interesse do parceiro privado e do compromisso da FAPESP em fomentar pesquisa no Estado de São Paulo. Outras agências, tanto do governo federal como de outros estados, participam do BIOEN-FAPESP.

O Programa tem conseguido avanços significativos. Segundo o Relatório de Atividades 2010-2016²⁷ gerou cerca de 1.000 publicações científicas e os projetos englobaram 24 áreas do conhecimento em bioenergia e envolveu mais de 300 pesquisadores de 30 países. Nos últimos seis anos, o programa organizou mais de 40 eventos científicos e seus coordenadores proferiram mais de 120 palestras sobre as atividades realizadas e os resultados científicos obtidos dentro BIOEN. No ano passado o Programa apoiava 213 projetos de pesquisa e concedeu 498 bolsas (no Brasil e no exterior).

Até 2016, o Programa recebeu aporte financeiro da ordem de 200 milhões de dólares, oriundos do governo (incluindo universidades estaduais e institutos de pesquisa), bem como o investimento da iniciativa privada, na forma de co-financiamento. Até o ano passado o portfólio do BIOEN incluía projetos com empresas privadas tais como: Braskem, ETH Bioenergia, Mahle Metal Leve, Microsoft Research, Oxiteno, PSA Peugeot Citroën do Brasil e Vale. Entre outros importantes parceiros do programa são: BBSRC, UE, BE-Basic Consortium, Boeing, Dedini, Oak Ridge National Laboratory e conselhos de Research UK. A FAPESP também apoia pesquisas em empresas menores, ligadas às áreas estratégicas do BIOEN. Aproximadamente 15% dos fundos alocados pelo programa são destinados as parcerias com pequenos empresários.

3.4.4 Embrapa Agroenergia

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) ligada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, fundou em 2006 a Embrapa Agroenergia (EA)²⁸. Esta Unidade conta atualmente com 33 pesquisadores e 48 analistas, que compõem um quadro de 150 colaboradores. Sua infraestrutura de P&D é composta por laboratórios de Genética e Biotecnologia, Processos Bioquímicos, Química de Biomassa e Biocombustíveis, Processos Químicos, bem como uma área de plantas pilotos e de campos agrícolas experimentais. Em 2008, os principais eixos de P&D foram definidos e o foco das atividades se concentrou à época no desenvolvimento do etanol, do biodiesel, de florestas energéticas e coprodutos. Em 2010, foi inaugurada a sede da EA e em 2014 foram definidos os seguintes macrotemas de atuação: Tecnologia Agroindustrial, da

²⁷ FAPESP BIOEN Program Highlights 2010 – 2016. Disponível em << <http://bioenfapesp.org/publications/BIOEN-Highlights-2010-2016.pdf>>>. Acesso em 26/06/2017

²⁸ EMBRAPA Agroenergia. Disponível em << <https://www.embrapa.br/agroenergia> >>. Acesso em 19/06/2017

Biomassa e Química Verde; Recursos Naturais e Mudanças Climáticas e Biotecnologia, Nanotecnologia e Geotecnologia. Em 2016, os eixos de P&D foram revisados e foram alterados para:

- Biomassa para uso industrial;
- Biotecnologia industrial;
- Química de renováveis, e
- Materiais renováveis.

A EA tem como visão ser uma instituição de referência nacional e internacional na geração de inovações tecnológicas que permitam converter matérias-primas renováveis diversificadas, por processos bioquímicos, químicos e termoquímicos, em alternativas sustentáveis de bioprodutos e bioenergia dentro do contexto da Biotecnologia Industrial e da Química Verde.

O trabalho desenvolvido pela EA está baseado conceitualmente na evolução das atuais biorrefinarias (1ª geração), onde um tipo de matéria-prima (cana de açúcar, por exemplo) é transformado em etanol e açúcar – para as biorrefinarias do futuro (2ª geração), que seriam capazes de transformar diferentes fontes de biomassa em diferentes bioprodutos, por meio de plataformas industriais tais como:

- Açúcares;
- Ligninas;
- Biogás;
- Óleos vegetais;
- Algas, e
- Bio-óleo/syngas.

Entre as principais tecnologias em estudo pela EA para uso industrial da biomassa estão:

- Desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas de cana-de-açúcar com maior resistência a estresse hídrico e maior digestibilidade da parede celular (projeto financiado pelo BNDES e Finep);
- Melhoramento genético de diversas fontes de biomassa (palma-de-óleo, pinhão-mansão, macaúba e canola) para a produção de biodiesel e bioquerosene, com o uso de marcadores moleculares, bem como o desenvolvimento de sistemas integrados de lavoura-floresta para a produção de macaúba (projeto financiado pela Finep, ICRAF, CNPq e FAP-DF), e
- Desenvolvimento do uso de microalgas cultiváveis em efluentes industriais (Vinhaça e POME) para a produção de biocombustíveis e bioprodutos (projeto financiado pela Embrapa e CNPq).

No campo da Biotecnologia Industrial, as principais tecnologias em desenvolvimento são:

- Desenvolvimento de enzimas lignocelulolíticas e acessórias para a desconstrução da biomassa e de leveduras produtoras de etanol, ácidos orgânicos e polióis a partir de açúcares (financiado pelo BNDES, Embrapa, CNPq e FAP-DF);
- Desenvolvimento da produção de biodiesel por catálise enzimática, a destoxificação de tortas de oleaginosas para uso como ração animal e a pesquisa sobre microrganismos produtores de ácidos orgânicos e dióis a partir da glicerina (financiada pelo CNPq e Embrapa);
- Desenvolvimento de microalgas geneticamente modificadas para a produção de enzimas lignocelulolíticas (financiado pela Embrapa e CNPq), e
- Pesquisa sobre biodigestão anaeróbica de efluentes agroindustriais (financiada pela Finep).

Na área de química de renováveis, a EA está desenvolvendo pesquisas em:

- Produção de compostos fenólicos por meio de craqueamento de lignina (com apoio do BNDES);
- Catálise heterógena para a produção de biodiesel e controle de qualidade, bem como a produção de compostos bioativos a partir de oleaginosas (com apoio da Embrapa e CNPq);
- Produção de bio-óleo por meio de pirólise de resíduos industriais e a gaseificação de resíduos industriais para a produção de energia (com apoio do ARS (EUA) e CNPq), e
- Reforma de biogás para a produção de hidrogênio (com apoio da Embrapa).

E, finalmente, na área de materiais renováveis, a EA está desenvolvendo a produção de nanofibras de celulose a partir de resíduos industriais.

A EA também constituiu algumas parcerias com entidades privadas para desenvolver P&D. Atualmente a Unidade tem cinco projetos em andamento que somam investimentos de R\$ 38,5 milhões, sendo que os parceiros privados são responsáveis por aportes de R\$ 6,2 milhões. Entre os parceiros se destacam o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), a Braskem, o InterCement, a Rodhia Solvay Group, além do BNDES. Finalmente, cabe mencionar que a EA é parte da rede da Embrapii e é responsável por um projeto de bioquímica de renováveis no valor de R\$ 17,8 milhões, a ser executado entre 2016 e 2021, tendo como mercado alvo produtos químicos fabricados por fermentação.

3.4.5 Agropolo Campinas

Criado em 2015 pelas entidades da Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação, Prefeitura Municipal De Campinas, Unicamp, Associtech Techno Park Campinas e Associação Agropolis Internacional com interveniência da Embrapa e do Consulado Geral da França em São Paulo, o Agropolo Campinas-Brasil é uma plataforma interinstitucional e internacional, fundamentada no conceito da inovação colaborativa.

A partir de eixos comuns de interesse dos parceiros já estão sendo realizados trabalhos entre os centros geradores de conhecimento e de empresas, no caso do setor agroalimentar, com o objetivo de oferecer para a sociedade rápidos e seguros avanços no desenvolvimento de produtos nas áreas de:

- Agricultura;
- Alimentação;
- Biodiversidade;
- Bioenergia;
- Química verde, e
- Desenvolvimento sustentável.

Em 2016 o Agropolo Campinas, teve aprovado pela Fapesp, no âmbito do Projeto de Políticas Públicas em Bioeconomia (PPPBio), o projeto para desenvolver o “Agropolo Campinas-Brasil: Roadmap das áreas estratégicas de pesquisa visando à criação de um ecossistema de classe mundial em bioeconomia”. No escopo do projeto estão várias iniciativas de capacitação e difusão de conhecimento na área da bioeconomia. Também se busca que dessas interações possam ser criadas parcerias com instituições de pesquisa e empresas para o desenvolvimento de projetos de cooperação técnica nas diversas áreas relacionadas à Bioeconomia, visando a pesquisa, inovação e o desenvolvimento tecnológico.

3.4.6 Empresa de Pesquisa Energética

Criada em março de 2004, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), empresa pública vinculada ao MME, tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas à subsidiar o planejamento do setor energético. Entre as pesquisas feitas estão energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética.

Uma das ações na área da difusão de informações estratégicas em biotecnologia industrial prestada pela EPE é a publicação da Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis. A publicação está em sua oitava edição, com periodicidade anual, e consolida os fatos mais relevantes relacionados aos biocombustíveis que ocorreram no ano anterior à sua divulgação. É lançada no segundo trimestre, após o fechamento da safra sucroenergética e a consolidação das estatísticas dos órgãos mais relevantes da área. Os principais temas abordados são:

- Oferta e demanda de etanol e sua infraestrutura de produção e transporte;
- Mercado de biodiesel;
- Participação da bioeletricidade na matriz nacional e nos leilões de energia;
- Mercado internacional de biocombustíveis;
- Expectativas para os novos biocombustíveis. e
- Emissões de gases de efeito estufa evitadas pela utilização dessas fontes renováveis de energia.

Este ano a EPE publicou o estudo “Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto: Versão Estendida 2030”²⁹, contendo uma visão ampliada em relação ao documento divulgado em 2016, que atingia até o ano de 2025. O presente estudo visa contribuir para a identificação das oportunidades e ameaças ao abastecimento nacional dos veículos leves de Ciclo Otto (etanol e gasolina automotiva), assim como para a discussão acerca das alternativas de políticas públicas dentro de um horizonte ampliado até 2030.

O documento apresenta três cenários de oferta de etanol e seus desdobramentos para a demanda do Ciclo Otto e sobre o balanço nacional de gasolina A. Esta publicação, bem como outras fontes de informações e indicadores publicados pela EPE, certamente são de grande valia para alinhar as políticas públicas do governo federal e nortear o Plano de Ação de Bioeconomia (com enfoque na área biotecnologia industrial) que engloba o setor dos biocombustíveis.

²⁹ Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto: Versão Estendida 2030 Disponível em << http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/EPE-DPG-SGB-Bios-NT-02-2016-r1_Cen%C3%A1rios%20de%20Oferta%20de%20Etanol.pdf>>. Acesso em 26/06/2017.

3.4.7 Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol

O Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)³⁰, inaugurado em 2010 na cidade de Campinas, São Paulo é um ator chave para o avanço da Biotecnologia Industrial no país. Integra o Centro Nacional de Pesquisa e Energia em Materiais (CNPEM ligado ao MICTIC). Já reconhecido como uma instituição brasileira referência em estudo de bioenergia, é de extrema relevância transformá-lo em um dos principais ativos de P,D&I na área de biocombustível, para elaborar o Plano de Ação em Bioeconomia.

O CTBE é um Laboratório Nacional que atua junto à comunidade científico-tecnológica e ao setor produtivo brasileiros, com o objetivo de colaborar para a manutenção da competência do País na produção de etanol de cana-de-açúcar e outros compostos a partir da biomassa. O laboratório se tornou parceiro estratégico de empresas no âmbito do Plano de Apoio à Inovação dos Setores Sucroenergéticos e Sucroquímico (PAISS), financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

O CTBE trabalha em colaboração com renomadas instituições de pesquisa e fomento, universidades, indústrias e mercado de capitais nas áreas de bioenergia e materiais renováveis, (ex.: Rhodia Solvay Group; bp; DSM; Brasken; Raízen; Petrobras; Embrapa; USP e outras) com o intuito de criar condições favoráveis à transferência de tecnologia, disseminação e acesso ao conhecimento produzido pela entidade.

As áreas de pesquisa do CTBE estão organizadas em três divisões:

- Divisão de Produção de Biomassa: Os processos agrícolas anteriores à chegada da cana-de-açúcar na usina respondem por cerca de 70% dos custos de produção do etanol brasileiro. Os projetos desta divisão, que são feitos em parcerias com produtores, indústria de máquinas agrícolas, academia e órgãos financiadores estão focados na mecanização de baixo impacto na cultura de cana que contemple:
 - redução do pisoteio do solo pelas máquinas;
 - viabilização do plantio direto;
 - desenvolvimento de processos alternativos de plantio e colheita, e
 - aumento da eficiência nutricional da cana-de-açúcar com o auxílio da agricultura de precisão.

³⁰ Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol. Disponível em << <http://ctbe.cnpem.br/>>>. Acesso em 26/06/2017.

O tráfego intenso de máquinas sobre o canavial altera a estrutura física do terreno, com efeitos negativos sobre a propagação de raízes, a atividade biológica, o fluxo de fluídos e a capacidade de retenção de água. Para minimizar esse cenário, o CTBE desenvolve uma Estrutura de Tráfego Controlado (ETC) com o objetivo de reduzir em 80% a incidência de tráfego sobre o solo, aumentar a produtividade e economizar combustível.

- Divisão de Processamento de Biomassa: realiza P,D&I orientada à conversão de biomassas em produtos de interesse industrial, promovendo transferência de tecnologias ao transformar conhecimento científico em processos e produtos. Esta divisão conta com uma infraestrutura singular no País presente na Planta Piloto para Desenvolvimento de Processos (PPDP) do CTBE. Esta Planta tem capacidade de verificar e demonstrar, em escala semi-industrial (300 litros), a robustez e estabilidade de rotas tecnológicas de produção de etanol e outros compostos derivados da biomassa. A PPDP é capaz de validar indicadores tecnoeconômicos e de sustentabilidade de processos, o que minimiza riscos, prevê gargalos e otimiza processos e estimativas de investimento em plantas industriais voltadas a novas tecnologias. A PPDP é automatizada e dotada de sensores e equipamentos que permitem a caracterização completa das tecnologias e dos processos em termos de balanço de massa-energia. Reatores aeróbios, anaeróbios, processos assépticos e de separação podem ser escalonados com segurança para capacidades de até 10.000 litros, típicas de plantas de demonstração para fornecer as bases seguras para correto dimensionamento de plantas comerciais. Os estudos também envolvem engenharia bioquímica, metabólica e de bioprocessos, biocatálises, catálises químicas (homogêneas e heterogêneas), *downstream* e separações físico-químicas que são empregadas para estabelecer rotas de processamento de material lignocelulósico em biocombustíveis, novos materiais, intermediários químicos, dentre outros. Outra frente de estudos da divisão é o desenvolvimento e a validação de metodologias para a caracterização de biomassas e seus derivados, por meio de técnicas instrumentais, físico-químicas e biológicas., realizadas na Central Analítica de Biomassa e Derivados que é capaz de realizar análises composicionais e estruturais de sólidos e quantificações cromatográficas de líquidos, entre outros. Após a definição da estrutura molecular da matéria-prima empregada, processos bioquímicos ligados à produção de etanol e outros compostos provenientes da biomassa, são testados em biorreatores de capacidades distintas (até 500 ml, 3 e 20 litros). Estes dão versatilidade a estudos que vão do metabolismo de microrganismos a modificações genéticas complexas. Um dos projetos principais do CTBE nessa área é a produção, em larga escala, de enzimas para a degradação da biomassa em açúcares simples.
- Divisão de Avaliação Integrada de Biorrefinarias: trabalha no desenvolvimento de uma ferramenta de simulação computacional chamada Biorrefinaria Virtual de

Cana-de-açúcar (BVC) que possibilita avaliar tecnicamente a integração de novas tecnologias na cadeia produtiva de cana, tais como:

- Otimizar conceitos e processos presentes em uma biorrefinaria;
- Avaliar os aspectos de sustentabilidade (econômicos, ambientais e sociais) de diferentes alternativas de biorrefinarias, e
- Analisar o estágio de desenvolvimento de novas tecnologias incluídas na avaliação.

Dentre as tecnologias em desenvolvimento avaliadas pela biorrefinaria virtual de cana estão o etanol celulósico (segunda geração – 2G), produtos derivados da química verde, novos manejos agrícolas para a cana-de-açúcar e diferentes estratégias de comercialização e uso do etanol como biocombustível. Integram essa análise os setores agrícola, industrial e de uso final dos produtos.

Na área agrícola, o modelo de avaliação utilizado pela BVC incorpora parâmetros como, por exemplo: tipos de colheita e plantio, etapas de transporte, operações agrícolas, maquinários, implementos, mão de obra, agroquímicos, fertilizantes, entre outros. No setor industrial, obtêm-se balanços de massa e energia do processo e realiza a avaliação técnica de diferentes opções de produtos e tecnologias para biorrefinarias. Já na área de logística e uso final, é possível analisar a influência do transporte do etanol no impacto total do produto, entre outros fatores. Os dados gerados pela BVC podem contribuir para que empresas, governos e instituições de pesquisa e fomento definam prioridades de estudo e de desenvolvimento, avaliem o sucesso de seus projetos e planejem o investimento em novas tecnologias.

3.4.8 Instituto SENAI de Inovação em Biomassa e em Biossintéticos

Os Institutos SENAI de Inovação (ISIs)³¹ têm como objetivo principal aumentar a produtividade e a competitividade da indústria brasileira, com a criação de soluções ágeis, inovadoras e sob medida para indústrias de grande, médio e pequeno porte. O foco de sua atuação é a pesquisa aplicada, desde a fase pré-competitiva, de definição de conceitos e experimentações, até a etapa final, quando o novo produto está prestes a ser fabricado pela indústria.

³¹ Institutos SENAI de Inovação. Disponível em << <http://www.portaldaindustria.com.br/senai/canais/inovacao-e-tecnologia/institutos-senai-de-inovacao/>>>. Acesso em 26/06/2017.

Cada instituto é um ambiente de contínua interação entre a indústria, empreendedores, universidades, institutos de pesquisa e fontes de capital, resultando na aceleração do fluxo de conhecimento científico e tecnológico e em benefícios efetivos para o segmento industrial. Até 2018, o SENAI pretende inaugurar 25 Institutos SENAI de Inovação em 12 estados.

Na área da biotecnologia industrial, já estão operacionais dois ISIs:

- Instituto SENAI de Biossintéticos: localizado na cidade do Rio de Janeiro, oferece soluções em bioquímica e química para produção e processos sustentáveis. Seus segmentos estratégicos são as indústrias de especialidade e bases químicas, biocombustíveis, agroquímica, indústria de bens de consumo, home & *personal care*, papel e celulose, óleo e gás. Atua nas áreas de:

Biologia Sintética:

- Desenvolvimento de compostos sustentáveis à base de carbono;
- Uso da biologia sintética para produção de químicos e catalisadores;
- Aplicação de HTS (High Throughput Screening) na produção de químicos;
- Otimização de processos biotecnológicos;
- Síntese e sequenciamento de DNA para produção de químicos e enzimas.

Engenharia de Processos:

- Identificação, avaliação e definição de metas de P&D para oportunidades na área química;
- Aplicação do conceito de intensificação de processos;
- Escalonamento de processos químicos;
- Desenvolvimento e implantação de controle e avançado de processos

Transformação Química:

- Desenvolvimento de novos produtos/processos químicos e identificação do melhor processo para purificação do produto obtido;
- Desenvolvimento de aplicação e avaliação de performance de solventes, surfactantes e dispersantes;
- Otimização de processos químicos.

- Instituto SENAI de Inovação em Biomassa: está sediado em Três Lagoas (MS) e oferece soluções em processamento de biomassa para agregação de valor. Seus segmentos estratégicos são produtores de açúcar e etanol, papel e celulose, biocombustíveis e biodiesel e o setor químico, atuando nas seguintes áreas:

Energia e sustentabilidade de biomassa

- Melhoria/aumento da eficiência para processos de transformação de biomassa em combustíveis;
- Emprego e Desenvolvimento de tecnologias para fabricação sustentável;
- Impactos ambientais nos processos de produção de base biológica.

Biotecnologia Industrial e Engenharia de Bioprocessos

- Enzimologia aplicada e biocatálise;
- Escalonamento do processo de transformação da biomassa;
- Desenvolvimento e otimização dos processos fermentativos;
- Biorefinaria e integração de processos;
- Fermentação submersa e em estado sólido para produção de enzimas.

Utilização de Resíduos e Engenharia de Processos:

- Destinação dos resíduos gerados na produção de bioprodutos;
- Aplicações para biomassa residual de florestas e agropecuária;
- Desenvolvimento, otimização e validação de métodos em químicos originários de biomassa;
- Processos químicos para conversão

3.4.9 Confederação Nacional da Indústria

Do ponto de vista nacional e empresarial, o tema da bioeconomia ganhou visibilidade no Brasil com os trabalhos desenvolvidos pela Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Em 2008, a CNI deu início a um movimento de mobilização empresarial com foco na inovação para garantir o protagonismo das empresas frente ao desafio do aumento da competitividade e produtividade. Este esforço, denominado de Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), tinha como objetivo preencher a lacuna da liderança do setor produtivo para estimular a adoção de estratégia inovadora pelas empresas brasileiras e ampliar a efetividade das políticas de apoio à inovação por meio da interlocução construtiva e duradoura entre a iniciativa privada e o setor público. O desafio era fazer da inovação uma estratégia permanente das empresas.

No âmbito das ações da MEI foi lançado em 2012 o Fórum de Bioeconomia³², que posteriormente contou com mais duas edições (2013 e 2014). Esta iniciativa marcou as discussões entre empresas, academia e governo sobre as oportunidades do país frente a esse novo paradigma de desenvolvimento. As três edições do Fórum contou com a participação de eminentes lideranças no tema, no plano internacional e nacional, e gerou publicações em parceria com a Harvard Business Review Brasil, sobre cada evento. Após o primeiro Fórum, a CNI assumiu o compromisso com os participantes de montar uma proposta de agenda para o país. O que foi feito em 2013 com o lançamento da

³² CNI – Canal de Bioeconomia. Disponível em << <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/bioeconomia/>>>. Acesso em 19/09/2017.

publicação: Bioeconomia: Uma Agenda para o Brasil³³. Este documento consolidou as visões iniciais sobre identificação de gargalos nas três áreas da bioeconomia (produção primária; saúde e biotecnologia industrial) e as possibilidades de avanços para o Brasil. Posteriormente, em 2014, o documento passou a fazer parte de uma das 42 Propostas da Indústria para as Eleições Presidenciais brasileiras, levando recomendações específicas da indústria para o governo sobre a bioeconomia como possível viabilizadora do desenvolvimento e crescimento do país.

Desde então, a entidade ocupa posição de destaque na promoção de discussões sobre a melhoria do ambiente de negócio no país para promover a bioeconomia.

3.4.10 Associação Brasileira em Biotecnologia Industrial

Fundada em 2014 por líderes empresariais que acreditam que a biotecnologia industrial é o vetor mais promissor para desenvolvimento econômico e social do Brasil, a Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial (ABBI)³⁴ representa as empresas e instituições de diversos setores da economia que empregam ou desenvolvem processos e produtos que utilizam organismos vivos, modificados ou não, e seus derivados, em atividades de interesse econômico industrial.

A ABBI acredita que o Brasil detém hoje o maior potencial para tornar-se líder global da bioeconomia e por isso se deu como missão contribuir para promover um ambiente econômico, social e institucional favorável à inovação e ao desenvolvimento sustentável do setor da biotecnologia industrial no país.

A ABBI reúne os pioneiros da biotecnologia industrial mundial. Líderes empresariais que desempenham um papel de protagonismo na definição do futuro sustentável da indústria, do Brasil e do mundo. Seus associados reconhecem que a constituição de uma comunidade de interesse comum, que colabora e atua em rede buscando o sucesso coletivo e o valor compartilhado, é o único caminho para a consolidação deste novo paradigma industrial e de sustentabilidade. A entidade é hoje a única organização dedicada e comprometida exclusivamente ao desenvolvimento da biotecnologia industrial

³³ Bioeconomia: Uma Agenda para o Brasil. CNI e HBR Brasil. 2013. Disponível em << http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2013/10/11/410/20131011094912801299u.pdf >>. Acesso em 20/06/2017.

³⁴ Associação Brasileira de Biotecnologia Industrial. Disponível em << <http://www.abbi.org.br>>>. Acesso em 26/06/2017.

no Brasil e por isso, suas ações devem estar mapeadas e seus atores devem ser parceiros no Plano de Bioeconomia do MCTIC.

3.4.11 Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

A Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) é fruto da agenda de financiamento à inovação e apoio à fase pré-competitiva da inovação da MEI. Foi criada em 2013 por meio do Contrato de Gestão com o MCTIC e tendo o Ministério da Educação (MEC) como instituição interveniente e parceria da CNI. Os dois órgãos federais repartem igualmente a responsabilidade pelo seu financiamento.

A associação tem por objetivo promover e incentivar a realização de projetos de P,D&I demandados pelo setor empresarial. A EMBRAPII tem por missão apoiar instituições de pesquisa tecnológica (públicas ou privadas) em selecionadas áreas de competência, para que executem projetos de desenvolvimento de pesquisa tecnológica para inovação, em cooperação com empresas do setor industrial. Seu foco está nas demandas empresariais e no compartilhamento de risco na fase pré-competitiva da inovação, estimulando o setor industrial a inovar mais e com maior intensidade tecnológica. Ou seja, sua atuação ocorre de forma complementar aos instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico industrial existentes, especialmente na etapa denominada “vale da morte”, tornando-se importante ferramenta de estímulo à inovação. Como resultado espera-se potencializar a força competitiva das empresas tanto no mercado interno como no mercado internacional.

No que tange mais especificamente a segmentos associados à biotecnologia industrial, são exemplos de áreas de atuação da EMBRAPII:

- Bioquímica de renováveis:
- Enzimas para uso industrial
- Microrganismos para uso industrial
- Biotecnologia ambiental:
- Biomonitoramento
- Biorremediação
- Modelagem matemática de áreas contaminadas
- Tratamento, valorização e reuso de resíduos
- Desenvolvimento e Escalonamento de Processos Biotecnológicos
- Biodispositivos e Biossensores
- Biofármacos e Farmoquímicos
- Biomateriais

- Bioquímica de Renováveis
- Biotecnologia Ambiental
- Processamento de biomassa:
- Desenvolvimento de materiais avançados oriundos de biomassa
- Processamento e aproveitamento energético de biomassas

Para atuar nestas áreas relacionadas à biotecnologia, já foram credenciados pela EMBRAPAII:

- Embrapa Agroenergia, do Distrito Federal com atuação voltada para a área de bioquímica de renováveis, utilizando microrganismos para a produção de biocombustíveis;
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT-Bio), de São Paulo; com foco no escalonamento de processos biotecnológicos e na busca da otimização do processo produtivo na indústria;
- Núcleo Ressacada de Pesquisa em Meio Ambiente (Rema), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para aplicar biotecnologias ambientais na recuperação de áreas contaminadas, associado ao desenvolvimento de biotecnologias de monitoramento e na transformação de resíduos do setor industrial em novas matérias-primas de outros processos ou insumos, agregando valor comercial aos resíduos.
- Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEN) para promover o desenvolvimento de soluções para o processamento e aproveitamento da biomassa como fonte de energia e de materiais avançados.

A construção do Plano de Ação de Bioeconomia deve levar em consideração a infraestrutura disponíveis dentro dos ISIs, bem como suas linhas de expertises, portfólio de projetos, como ativos importantes para o avanço da biotecnologia industrial no Brasil.

3.4.12 Centro de Pesquisa da GranBio em Biocombustíveis e Bioquímicos

A GranBio³⁵, criada em 2011, é uma empresa brasileira de biotecnologia industrial focada em buscar soluções para transformar biomassa em produtos renováveis, como biocombustíveis e bioquímicos. A empresa é controlada pela GranInvestimentos S.A., holding da família Gradin. Recebeu um aporte de investimento da ordem de R\$ 600 milhões do BNDESPar (empresa de participações do BNDES), que passou a ser acionista minoritário, com 15% do capital total. A GranBio fez a aquisição de 25% de participação acionária na empresa norte-americana de tecnologia limpa American Process Inc. (API), como parte da estratégia de acesso a uma plataforma proprietária de

³⁵ GranBio. Disponível em << <http://www.granbio.com.br/>>>. Acesso em 19/06/2017.

pré-tratamento de biomassa que torna possível, com custos reduzidos, desenvolver açúcar de celulose como matéria-prima para a conversão de uma grande variedade de produtos bioquímicos e biocombustíveis.

Com um modelo inovador e ousado de P&D e negócios, a GranBio é a única do setor no país que atua do começo ao fim da cadeia produtiva - da matéria-prima à distribuição do produto final, integrando tecnologias próprias e de parceiros.

A operação da GranBio hoje se dá dentro de um complexo que envolve uma Planta Industrial de etanol de segunda geração (2G), um Centro de Pesquisa em Biologia Sintética, uma Estação Experimental e uma *Joint Venture* para a produção de químicos de fonte renovável. Sem, dúvidas a empresa representa para o Brasil um repositório de grande ativo de conhecimento, experiências e negócios na área da biotecnologia industrial, que devem ser considerados e aproveitados no desenho do Plano de Ação em Bioeconomia.

Usina de Etanol Celulósico - Bioflex

A Bioflex é a primeira planta em escala comercial de etanol celulósico (2G) do Hemisfério Sul, considerado o projeto mais inovador da indústria sucroalcooleira desde o Proálcool. Instalada no município alagoano de São Miguel dos Campos entrou em funcionamento em setembro de 2014, com capacidade instalada para produzir 82 milhões de litros do biocombustível por ano.

A GranBio estabeleceu uma parceria com o grupo Carlos Lyra, para oferecer um sistema de cogeração com capacidade de geração de vapor de 200 toneladas por hora. Este sistema pode gerar bioenergia para duas usinas e ainda exportar o excedente para a rede de 135 mil MWh/ano, o suficiente para abastecer uma cidade de 300 mil habitantes.

A produção de etanol 2G é baseada em um conjunto de tecnologias (pré-tratamento, hidrólise enzimática e fermentação) que permite a transformação de palha e bagaço de cana-de-açúcar em um combustível avançado, limpo e que não compete com alimentos. No entanto, os desafios tecnológicos nestas etapas do processo ainda são grandes e não estão totalmente dominados cientificamente, necessitando ainda de esforços significativos em atividades de pesquisa e desenvolvimento. A prova disso é que a Bioflex precisou paralisar a produção do biocombustível temporariamente em 2016, devido aos problemas na etapa inicial de pré-tratamento (fase em que a biomassa é preparada para que as enzimas consigam aproveitar todos os açúcares do material) que se mostraram maiores do que os esperados originalmente.

Centro de Pesquisas em Biologia Sintética da GranBio - BioCelere

O BioCelere foi inaugurado em 2013 dentro do complexo do Techno Park, em Campinas, São Paulo e recebeu apoio e o financiamento da Finep, a Agência Brasileira de Inovação. Seu foco está no melhoramento genético de microrganismos, processamento de biomassa, desenvolvimento de processos de fermentação e de hidrólise enzimática. A equipe é formada por mais de 20 cientistas, sendo 11 PhDs.

Segundo a empresa, o BioCelere atua de forma multidisciplinar, em todas as etapas da cadeia produtiva - desde o campo, com o mapeamento genético da cana-de-açúcar e estudos de sua composição química, até a indústria, com o desenvolvimento de processos para conversão do açúcar celulósico em produtos renováveis.

Além de desenvolver tecnologias proprietárias, o BioCelere também está engajado no desenvolvimento de tecnologia inovadoras juntos com seus parceiros. Sua equipe técnica atua de forma a monitorar, identificar e testar continuamente as melhores tecnologias de processo industrial de produção de bioquímicos e biocombustíveis disponíveis no mundo, incluindo aquelas que ainda estão em estágio inicial de desenvolvimento, mas que trazem um grande potencial disruptivo.

Estação Experimental - BioVertis

No mesmo ano da criação da BioCelere, a GranBio inaugurou a BioVertis, uma estação experimental, também localizada em Alagoas. Com 60 hectares de área, o foco da BioVertis é promover o desenvolvimento de novas cultivares de alto conteúdo de fibras, produção de biomassa e colheita de resíduos agrícolas, como foi o caso da cana-energia, variedade protegida de cana-de-açúcar denominada pela empresa de Cana Vertix®. Na estação, a empresa também faz pesquisa com outras fontes de biomassa para futuras unidades industriais.

Joint Venture para Produção de Químicos Renovável - SGBio

Em outubro de 2014, a GranBio constituiu uma *joint venture* denominada SGBio com a multinacional Rhodia, empresa do grupo Solvay, para a produção de químicos de fonte renovável. A SGBio tem foco na produção e comercialização de bio n-butanol, composto químico utilizado em particular na fabricação de tintas e solventes. O processo industrial de segunda geração, usa palha e bagaço de cana-de-açúcar (biomassa) para produzir os açúcares celulósicos que são convertidos no produto final (bioquímicos).

A experiência pioneira da GranBio demonstra que o Brasil tem grandes oportunidades na produção de biocombustível 2G. Porém, também serve como alerta sobre o que ainda precisa se avançar no domínio de algumas etapas tecnológicas críticas do processo para a obtenção do potencial máximo de usinas de etanol celulósico. Este panorama se traduz como uma oportunidade de o Estado Brasileiro, no âmbito do Plano de Ação de Bioeconomia, com foco particular no segmento da biotecnologia industrial, fomentar a P&D na área para que tais gargalos tecnológicos possam ser resolvidos. Para tanto, serão necessários uma política que garanta diferentes tipos de recursos no tempo, na quantidade e na proporção necessária, caso contrário será difícil desenvolver tecnologia proprietária brasileira na área.

3.4.13 Centro de Tecnologia Canavieira

O Centro de Tecnologia Canavieira ou CTC³⁶ foi fundado em 1969, na cidade de Piracicaba, São Paulo. Após quase meio século de existência passou por várias transformações e em 2011, a Companhia adotou uma nova postura, transformando-se em Sociedade Anônima. Hoje estão entre principais acionistas do CTC empresas como a Copersucar, Grupo Raízen, Odebrecht, São Martinho, Bunge, Tereos, Coruripe, Santa Terezinha.

Um ator importante da bioeconomia brasileira, o CTC foi reestruturado com o objetivo de se tornar o principal centro de referência mundial de desenvolvimento e integração de tecnologias disruptivas da indústria sucroenergética, capaz de vencer o desafio de dobrar, de maneira economicamente sustentável, a taxa de inovação do setor. O CTC investe em tecnologia de Etanol 2G, marcadores moleculares, clones, nanotecnologia e

³⁶ Centro de Tecnologia Canavieira. Disponível em <<http://new.ctc.com.br/>>. Acesso em 26/06/2017.

biotecnologia para manter a competitividade da agricultura brasileira. Exemplos são os projetos tecnológicos nas áreas de:

- **Melhoramento genético:** Maior programa de desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar do mundo, por meio do melhoramento genético tradicional, do uso de marcadores moleculares, clonagem e da biotecnologia moderna. Na estação de hibridização do CTC em Camamu, Bahia, mais de 4.000 variedades compõem o mais completo Banco de Germoplasma de cana-de-açúcar do mundo. Um ativo de grande valor para as pesquisas de cruzamentos dirigidos para cada uma das regiões canavieiras do País e seleção das variedades que contenham as características desejadas, tais como resistência às principais doenças e a insetos. O CTC possui um portfólio de 28 variedades comerciais selecionadas para todos os ambientes edafoclimáticos (solo e clima) brasileiros.
- **Novos sistemas de plantio:** o modelo atual de plantio de cana é altamente ineficiente. A elevada necessidade de material genético, equipamentos, operações e insumos, fazem desta atividade uma das mais custosas do processo produtivo da cana. Novos processos, desenvolvidos pelo CTC tem como o objetivo proporcionar diversos benefícios, como elevadas taxas de multiplicação, diminuição de custos de produção, sanidade do material genético, simplificação operacional, aumento da eficiência de plantio e liberação da área de viveiros para plantio comercial. No caso da produção de etanol, a tecnologia tem o potencial de aumentar a produção em até 50%, sem aumento da área plantada, por meio da conversão da palha e do bagaço da cana;
- **Biomassa:** nas suas unidades em São Paulo, o CTC desenvolve tecnologias para produção do etanol 2G obtido a partir do bagaço e da palha da cana-de-açúcar, nos laboratórios de biotecnologia industrial e plantas piloto na cidade de Piracicaba e de demonstração na cidade de São Manuel, esta última anexa à Usina de mesmo nome. O projeto visa aliar economia com qualidade, resultando no aumento da produtividade sem a necessidade do aumento da área plantada de cana.
- **Modernização das usinas:** também uma das áreas de expertise, o CTC presta serviços no redesenho do conceito de usinas, com a adoção de melhores práticas em engenharia e biotecnologia industrial disponíveis no mercado.

Com atuação predominante no Brasil, o CTC está presente em todos os Estados brasileiros, buscando pesquisar e desenvolver variedade proprietárias para disseminar e expandir a cultura da cana-de-açúcar com materiais de elevada qualidade e tecnologia. A competência do CTC e seu portfólio de projetos na área da biotecnologia industrial devem ser consideradas como ativos de elevado valor no desenho do Plano de Ação de Bioeconomia a ser proposto pelo MCTIC.

3.4.14 Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro

No âmbito das ações acadêmicas de difusão de conhecimento, comunicação e capacitação de recursos humanos na área da bioeconomia, com enfoque particular na biotecnologia industrial, é importante destacar a significativa contribuição que tem sido dada pelo Grupo de Economia da Energia do Instituto de Economia e no Grupo de Estudos em Bioeconomia da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), lideradas pelo Professor e pesquisador José Vitor Bomtempo.

O trabalho do Grupo tem como principal objetivo contribuir para promover a discussão e construção de uma agenda de inovação para a bioeconomia no Brasil. Para motivar e engajar diversos segmentos da sociedade em tais desafios, uma das estratégias usadas tem sido a oferta de cursos pioneiros na área da bioeconomia oferecido a profissionais de formação superior em áreas variadas (engenharia, química, biologia, economia, administração e outras) com atuação ou interesse na bioeconomia. A transversalidade do tema da bioeconomia, possibilita que tal perfil profissional possa fazer parte dos quadros de empresas dos segmentos da química, petroquímica, biocombustíveis, papel e celulose, petróleo, alimentos, cosméticos, fundos de investimentos, bem como, de profissionais ligados à instituições de ensino e pesquisa, órgãos de governo, associações envolvidas ou interessadas nos segmentos da bioeconomia.

Edições do curso já foram oferecidas na cidade do Rio de Janeiro, Brasília e São Paulo. Devido a sua importância para o setor empresarial, o Grupo de Estudos em Bioeconomia contou com apoios de diversas entidades tais como a CNI, ABBI, ABIPHEC, ABQUIM, dentre outras. O programa atraiu o interesse de profissionais ligados ao BNDES, FINEP, ABIQUIM, INPI, SEBRAE, CNI, MCTIC, UFRJ e de várias empresas.

Os objetivos dos cursos passam pelo oportunidade de apresentar a este profissionais a dinâmica tecnológica e de inovação que envolve a formação da indústria baseada em matérias-primas renováveis na perspectiva da bioeconomia; identificar e analisar as dimensões-chave da construção da bioeconomia: matérias-primas, produtos, tecnologias e ambiente institucional e regulatório; identificar os atores chave envolvidos na bioeconomia e discutir suas estratégias; propor uma base de conhecimentos que permita compreender e analisar a formação da bioeconomia a partir da indústria baseada em matérias-primas renováveis.

Conhecer, fortalecer e ampliar experiências de capacitação como esta da UFRJ, são essenciais para a expansão do conhecimento da bioeconomia no Brasil e engajamento

de novos atores no processo de construção de uma agenda de futuro para o país. O Grupo defende que “As vantagens comparativas na agricultura e na produção de biomassa, a capacidade de inovação comprovada nessa área (soja, cana de açúcar e recursos florestais), a experiência dos programas de biocombustíveis, principalmente do etanol, a existência de uma base de conhecimento e recursos humanos que pode ser aprimorada e avançar nas áreas de ponta requeridas, são pontos que nos dão o direito de sermos ambiciosos quanto ao espaço que o Brasil pode ocupar na bioeconomia”³⁷. Tais atividades devem ser incorporadas no Plano de Ação de Bioeconomia do MCTIC.

3.4.15 BIOTIC - Parque Tecnológico

Uma iniciativa lançada em abril deste ano na cidade de Brasília, que tem convergência com a construção do Plano de Ação em Bioeconomia é o Biotic – Parque Tecnológico³⁸. O Biotic é um dos 15 projetos aprovados pelo Conselho Gestor de Parcerias Público-Privadas do Distrito Federal. O Parque Tecnológico já dispõe de uma área de 1,2 milhão de metros quadrados, entre a Granja do Torto e o Parque Nacional de Brasília e tem como objetivo concentrar cerca de 1,2 mil empresas dos ramos da tecnologia da informação e comunicação e da biotecnologia, com potencial para criar mais de 25 mil empregos diretos. O atual governo do DF considera a construção e viabilização do Biotic como um elemento chave para a mudança do eixo econômico de Brasília e mais uma semente para a nova economia no país, a Bioeconomia.

A Embrapa deverá ser uma das principais âncoras de P&D do Biotic, o que deve facilitar a atração de investimentos e desenvolvimento de talentos em diversas áreas da biotecnologia. De acordo com o presidente da entidade durante o lançamento, o país busca uma base tecnológica com energia renovável e intensiva em conhecimento e o Biotic se mostra como uma excelente plataforma para isso no cerrado brasileiro.

O projeto foi elaborado pela Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal (Terracap) em parceria com a Secretaria Adjunta de Ciência, Tecnologia e Inovação, da Casa Civil, e a Federação das Indústrias do Distrito Federal (Fibra). A Terracap faz seu aporte com o

³⁷ Bioeconomia em construção VI – A importância (e a urgência) de se criar uma agenda de inovação para a bioeconomia no Brasil. Disponível em << <https://infopetro.wordpress.com/2015/08/24/bioeconomia-em-construcao-vi-a-importancia-e-a-urgencia-de-se-criar-uma-agenda-de-inovacao-para-a-bioeconomia-no-brasil/>>>. Acesso em 05/06/2017.

³⁸ Biotic. Disponível em << <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/06/21/obra-do-edificio-de-governanca-do-biotic-esta-80-executada/>>>. Acesso em 26/06/2017.

terreno, avaliado em cerca de R\$ 1,3 bilhão. A expectativa é que investidores privados aportem R\$ 1,7 bilhão — totalizando R\$ 3 bilhões. Está previsto a criação de um fundo de investimento para o Biotic e atualmente, o processo se encontra na etapa de contratação de um agente financeiro para gerir esse fundo.

3.4.16 Iniciativas de Levantamento de Dados e Mapeamento em Áreas da Bioeconomia

Além das iniciativas destacadas anteriormente, vale também mencionar alguns trabalhos que agregam conhecimento para a avaliação de cenários e que, certamente, podem contribuir com a elaboração do Plano de Ação em Bioeconomia pelo MCTIC.

Levantamento de Empresas de Biotecnologia no Brasil.

Uma parceria entre a BIO-RIO (Parque Biotecnológico do Rio de Janeiro) e a Apex-Brasil (Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos), no âmbito do Programa Setorial Integrado da Biotecnologia, resultou no estudo do Mapeamento da Biotecnologia no Brasil em 2011, denominado Brazil Biotec Map 2011³⁹.

O principal objetivo era identificar as empresas que tinham a biotecnologia como atividade principal, além de empresas que desenvolviam projetos em biotecnologia. O estudo, identificou 237 empresas de biotecnologia no Brasil, que foram enquadradas nas seguintes áreas: Agricultura, Saúde Animal, Bioenergia, Meio Ambiente, Saúde Humana e Reagentes. A área de Saúde Humana é a que concentra maior número de empresas (39,7%), seguida pela Saúde Animal (14,3%), Reagentes (13,1%) e Agricultura (9,7%). As áreas de Meio Ambiente e Bioenergia respondiam juntas por 14,8% do total das empresas.

Vale ressaltar que profissionais envolvidos com o referido estudo estão em vias de viabilizar um novo trabalho para atualizar os dados e acompanhar a evolução das empresas de biotecnologia no Brasil. O Plano de Ação de Bioeconomia deve mapear iniciativas como esta para contribuir no entendimento atual do panorama do setor no país.

³⁹ Brazil Biotec Map 2011. Disponível em <<Brazil Biotec Map 2011>>. Acesso em 30/06/2017.

Estudo do Potencial de Diversificação da Indústria Química Brasileira

Por meio de recursos do Fundo de Reestruturação de Projetos criado pelo BNDES com o objetivo de fomentar projetos estruturantes e contribuir com um ambiente favorável para a realização de investimentos, as empresas Bain & Compnay e Gas Energy, atendendo a chamada pública BNDES/FEP 03/11⁴⁰, elaboraram um estudo que, apesar de não fazer correlação direta com o conceito de bioeconomia, pode ser considerado um trabalho de referência na área.

O resultado obtido aponta a Química de Renováveis como um dos segmentos promissores para a diversificação da indústria química brasileira, com dinâmica baseada na biomassa e identifica o desenvolvimento de bioprodutos promissores. Foram identificados e classificados 66 segmentos na indústria química em focos: primário, secundário ou terciário, de acordo com o potencial de competitividade do Brasil em cada um deles. Os 21 segmentos de foco primário foram aprofundados pelo Estudo, uma vez terem sido responsáveis por 8,9 bilhões de dólares de déficit comercial em 2012 e também ter demonstrado crescimento de suas importações (10% ao ano entre 2008 e 2012), além do valor agregado dos respectivos produtos importados (média de 2,99 dólares por quilo, em comparação com 0,93 dólares por quilo para os outros segmentos).

Entre os segmentos com melhores condições de competitividade, o Estudo destacou aqueles cujo tamanho do mercado brasileiro é um atrativo para os investimentos em produção local, como os segmentos de cosméticos e produtos de higiene pessoal, defensivos agrícolas, aditivos alimentícios para animais e químicos para E&P, que possuem mercados domésticos relevantes no contexto global. Segmentos da indústria química que agregam valor a matérias-primas locais disponíveis e competitivas também podem ser atrativos para investimentos: foram identificadas oportunidades em aromas, sabores e fragrâncias; derivados de celulose; aditivos alimentícios para humanos; derivados de silício; tensoativos; derivados do butadieno e isopreno; derivados de aromáticos; poliuretanos e seus intermediários; lubrificantes; fibras de carbono; poliamidas especiais; poliésteres de alta tenacidade; oleoquímicos e químicos com base em fontes renováveis o país.

⁴⁰ Estudo do Potencial de Diversificação da Indústria Química Brasileira. Disponível em <<
<http://www.abiquim.org.br/pdf/estudos-bndes.pdf>>>. Acesso em 29/06/2017.

Estudo Sobre Etanol Celulósico e a Indústria da Cana-De-Açúcar

O trabalho conjunto do BNDES e CTBE sobre o futuro do etanol 2G, denominado “De promessa a realidade: como o etanol celulósico pode revolucionar a indústria da cana-de-açúcar: uma avaliação do potencial competitivo e sugestões de política pública⁴¹” foi publicado em março de 2015. Assim como aquele anteriormente referido, este estudo também não se desenvolve dentro da ótica da bioeconomia, porém objetiva fomentar a implementação de mecanismos de política pública que acelerem os investimentos em novas plantas de etanol 2G.

Segundo o estudo, o etanol 2G, dentro de parâmetros competitivos, poderia determinar um ciclo intenso de investimentos na química renovável, atraídos pelo açúcar de custo baixo proveniente da biomassa. A associação de tais produtos químicos com o etanol 2G, não apenas contribuiria para reduzir o significativo déficit brasileiro na indústria química, mas também colocaria o Brasil como referência mundial para localização de biorrefinarias.

Tais avanços tecnológicos, porém, dependeriam em grande medida, da ampliação dos investimentos em novas usinas de etanol 2G. Isso implicaria maior desenvolvimento local da cadeia produtiva, com aumento de escala e redução de custos, sobretudo no que tange a biomassas com maior produtividade e conteúdo de fibras, enzimas mais eficientes e equipamentos com menor custo. Um cenário de maior inserção do etanol 2G também implicaria em maiores investimentos em P&D, outro fator determinante para o aumento da eficiência em diversas etapas de sua produção.

Agenda Tecnológica Setorial de Químicos Renováveis

Agenda Tecnológica Setorial (ATS) de Químicos Renováveis, publicada em 2014⁴² pela ABDI e pelo CGEE, abrange desde a produção das matérias-primas na etapa agrícola, passando pelo pré-tratamento e tratamento da biomassa para a produção dos açúcares simples e outros produtos de partida e incluem as tecnologias de conversão em produtos

⁴¹ De promessa a realidade: como o etanol celulósico pode revolucionar a indústria da cana-de-açúcar – uma avaliação do potencial competitivo e sugestões de política pública. Disponível em << https://www.novacana.com/pdf/E2G_BNDES_150415.pdf>>. Acesso em 29/06/2017.

⁴² Agenda Tecnológica Setorial (ATS) de Químicos Renováveis. Disponível em << http://ats.abdi.com.br/SiteAssets/Qu%C3%ADmica%20de%20renov%C3%A1veis%20_PT.pdf>>. Acesso em 29/06/2017.

substitutos de petroquímicos já existentes e em novos produtos. O estudo identificou 32 tecnologias relevantes com difusão esperada no país nos próximos 15 anos, sendo que:

- 29 tecnologias classificadas como prioritárias: contam com uma base de competências já existente no Brasil e demandam políticas de manutenção e sustentação dos esforços de desenvolvimento
- três tecnologias classificadas como críticas: nível insuficiente de competências no país e exigem um esforço maior de P&D para serem desenvolvidas.

O pequeno número de tecnologias definidas como críticas sugere um estágio tecnológico de bom nível no país. O Estudo, no entanto, não explora a integração da química de renováveis dentro do espaço mais amplo da bioeconomia.

O Estudo conclui que dada a fase inicial de formação de uma nova indústria baseada em matérias-primas renováveis, não há projetos dominantes ou tecnologias capacitadoras, sendo necessário considerar uma vasta gama de aspectos, além dos tecnológicos. Há ainda a necessidade de criação de competências e infraestrutura em novas áreas de conhecimento, como a biologia sintética e reforço das competências já existentes. O estímulo a interações entre os diferentes atores envolvidos e o desenvolvimento de parcerias, inclusive com participação em redes internacionais, mostra-se de grande relevância.

Estudo da Indústria Brasileira de Árvores

A Indústria Brasileira de Árvores (Ibá)⁴³, lançada 2014, é a associação responsável pela representação institucional da cadeia produtiva de árvores plantadas, do campo à indústria, junto a seus principais públicos de interesse.

A entidade representa as 60 empresas e nove entidades estaduais de produtos originários do cultivo de árvores plantadas, com destaque para painéis de madeira, pisos laminados, celulose, papel, florestas energéticas e biomassa, além dos produtores independentes de árvores plantadas e investidores financeiros.

Para atingir sua missão de incrementar a competitividade do setor e avançar nas áreas de ciência, tecnologia e responsabilidade socioambiental ao longo de toda a cadeia produtiva das árvores o IBÁ busca por soluções inovadoras para o mercado brasileiro e global.

⁴³ Indústria Brasileira de Árvores. Disponível em <<http://iba.org/pt/>>. Acesso em 30/06/2017.

Neste sentido, a entidade promove estudos que demonstram que base florestal plantada abastece diferentes setores industriais e como investimentos contínuos em inovação colocam o setor em posição de destaque nos múltiplos usos e serviços que as árvores plantadas podem oferecer, como foi o caso do relevante trabalho publicado este ano sobre o título “Árvores Plantadas e Seus Múltiplos Usos⁴⁴”, cujo esquema central está reproduzido na Figura 15.

Trabalhos como estes devem ser incentivados pelo Plano de Ação de Bioeconomia para novos tipos de biomassa, onde pode se identificar variedades para novos bioprodutos.

⁴⁴ Árvores Plantadas e Seus Múltiplos Usos. Disponível em <<
http://iba.org/images/shared/Biblioteca/Multiplos_Usos_da_Madeira.pdf>>. Acesso em 30/06/2017.

Figura 15. Árvores Plantadas e Seus Múltiplos Usos . IBÁ, 2017.

3.5 Ambiente Regulatório com Impacto na Bioeconomia Brasileira

3.5.1 Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior

Avaliar o impacto do ambiente regulatório brasileiro face aos desafios da bioeconomia, requer uma revisão das importantes mudanças ocorridas nos últimos 14 anos no país, quando da entrada em vigor da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior ⁴⁵(PITCE) em 2004. Isto porque o tema da biotecnologia ganha força e visibilidade no Brasil após a criação do Fórum de Competitividade de Biotecnologia (FCB), instituída por esta Política Industrial, que teve vigência até 2007. Seu objetivo era fortalecer e expandir a base industrial brasileira por meio da melhoria da capacidade inovadora das empresas e a agregação de valor aos processos, produtos e serviços da indústria nacional.

Alçada à condição de Área Portadora de Futuro, a ação política para promover a biotecnologia foi conduzida pelo FCB com a Coordenação dos Ministros do MDIC, MAPA, MS, MCT e posteriormente do MMA em Reuniões Plenárias e Reuniões Setoriais. Inicialmente o esforço contou com a participação de 63 instituições representativas do Governo, setor empresarial e comunidade científica.

Três anos mais tarde, a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB) foi instituída pelo Decreto 6.041/07 de 2007⁴⁶. O principal objetivo era fomentar que o conhecimento científico fosse transformado em produtos e processos inovadores em Biotecnologia, e conseqüentemente, promover o desenvolvimento da bioindústria brasileira.

A PDB definiu quatro eixos estratégicos para focar no grande potencial de mercado no curto e médio prazo nas áreas priorizadas pelo Fórum de Competitividade, tendo como áreas de fronteira as inovações tecnológicas de alto valor agregado, com potencial de geração de novos mercados para a bioindústria no Brasil. Esses eixos foram:

- Biotecnologia industrial;
- Saúde humana;
- Agropecuária; e
- Biotecnologia ambiental.

A PDB também definiu quatro ações estruturantes:

⁴⁵ Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior. Disponível em <<http://www.abdi.com.br/Paginas/politica_industrial.aspx>>. Acesso em 29/06/2017.

⁴⁶ Decreto no. 6.041/07 de 2007. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6041.htm>. Acesso em 29/06/2017.

- Investimento
 - Linhas de crédito adequadas ao desenvolvimento da Bioindústria;
 - Fundos para capitalização de empresas de Biotecnologia [Fundos de SeedMoney, VentureCapital, PrivateEquity]; e
- Instrumentos de desoneração tributária.
 - Recursos Humanos
 - Formação e Capacitação - Foco na Bioindústria
 - Interação ICTs – Empresas
- Infraestrutura
- Consolidação e Expansão de Infraestrutura de P,D&I Públicas e Privadas
- Complementariedade Infraestrutura Laboratorial Pública – Privada
- Estímulo a Empresas de Biotecnologia
- Incubadoras, Parque Tecnológicos e APLs
- Marco Regulatório
- Acesso ao Patrimônio Genético
- Inovação
- Propriedade Intelectual
- Biossegurança e Bioética

3.5.2 Política de Desenvolvimento Produtivo

Em 2008, a PITCE foi sucedida pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP)²⁸ permanecendo em vigor até 2010. Seu objetivo era fortalecer a economia do país, sustentar o crescimento e incentivar a exportação dentro de uma perspectiva desenvolvimentista de fomento ao setor industrial, visando proporcionar à indústria brasileira maior competitividade no mercado nacional e internacional. Suas bases passavam pela necessidade de uma maior aproximação e diálogo com o setor privado brasileiro e o estabelecimento de metas e processos contínuos de monitoramento.

A PDP foi elaborada sob a coordenação do, agora denominado, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), em parceria com os ministérios da Fazenda e do MCTIC e com a relevante contribuição do BNDES e da Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

O principal foco da PDP se concentrava em quatro macrometas:

- Acelerar o investimento fixo
- Estimular a inovação
- Ampliar a inserção internacional do Brasil
- Aumentar o número de micro e pequenas empresas exportadoras

Durante o período de três anos de vigência da PDP, o país vivia momentos de franco desenvolvimento. A estabilidade e previsibilidade da economia, reconhecida por meio da elevação do Brasil à categoria de grau de investimento no cenário internacional, seriam refletidas no cumprimento das metas de inflação, na obtenção de superávits comerciais, na acumulação de divisas, na redução dos indicadores de endividamento público e na melhoria da distribuição de renda. Estas seriam condições necessárias para que a economia brasileira entrasse em um período de crescimento sustentável. Diante deste cenário, o governo federal implantou programas de importância estratégica, tais como o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), Plano de Ação em Ciências, Tecnologia e Inovação (PACTI) e o Programa Mais Saúde, mobilizando investimentos imprescindíveis e estruturantes de longo prazo.

A PDP incluiu a biotecnologia como um dos programas mobilizadores em áreas estratégicas em 2008. Com a Política já proposta e aprovada em 2007 e considerando que o Fórum de Competitividade da Biotecnologia era um órgão assessor do Comitê Nacional de Biotecnologia ficou estabelecido que o Fórum de Biotecnologia passasse a ser peça fundamental no monitoramento, avaliação e aperfeiçoamento da política pública na área, sendo seu regimento interno aprovado em 2009. Durante a PDP a biotecnologia teve metas compartilhadas com o PACTI/MCTI. Como resultado do trabalho conjunto do CNB e do Fórum de Biotecnologia, em 2011 foi apresentada uma Agenda de Ação para Biotecnologia.

Os objetivos na área da biotecnologia durante a PDP incluíam:

- Ampliar Produção da Indústria Brasileira por Rota Biotecnológica;
- Expandir e Fortalecer as Bases e Infraestrutura de C&T em Biotecnologia; e
- Disseminar a Cultura de Biotecnologia no Brasil

E os desafios envolviam:

- Aumentar Investimentos Público & Privado para Difusão da Biotecnologia nas Empresas;
- Estabelecer Ambiente Regulatório Favorável à Inovação; e
- Desenvolver Produtos e Processos nas Áreas Estratégicas da Política de Biotecnologia.

3.5.3 Plano Brasil Maior

O Plano Brasil Maior (PBM)²⁸ sucedeu a PDP dando continuidade ao terceiro ciclo de Política Industrial e Tecnológica para o período de 2011 a 2014, como uma resposta a

estabilização e relativo crescimento da economia brasileira nos últimos anos. O PBM, cujo lema era o “Inovar para competir, competir para crescer”, foi a resposta do governo a este desafio, tendo como grande objetivo: eliminação de gargalos, aumento da competitividade da indústria nacional, a partir do incentivo à inovação tecnológica, agregação de valor e fomento à produção nacional, alavancando a competitividade da indústria no mercado interno e internacional, promovendo o desenvolvimento econômico e social do país.

Ao mobilizar as forças produtivas para inovar, competir e crescer, o PBM buscou sinergia e competências já existentes nas empresas, na academia e na sociedade, além de promover a integração de instrumentos de vários Ministérios e órgãos do Governo Federal, cujas iniciativas e programas deveriam convergir em um esforço comum, integrado e abrangente com o objetivo de gerar emprego e renda em benefício da população brasileira.

Foi neste período que se deu a elaboração da primeira Estratégia Nacional para Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI)⁴⁷. O documento destacou a importância da ciência, a tecnologia e a inovação como eixos estruturantes do desenvolvimento do País e estabeleceu as diretrizes para orientar as ações nacionais e regionais no horizonte temporal de 2012 a 2015. A ENCTI tinha como propósito congregar as experiências e articulações entre a política de C,T&I e a política industrial brasileira, representada pela PITCE, pela PDP e pelo próprio Plano Brasil Maior, contendo diretrizes centrais da política de governo.

Neste período, a Agenda de Ação para Biotecnologia proposta pelo CNB, no final de 2011, foi incorporada ao PBM, principalmente no Planejamento do Complexo de Saúde. Esta decisão tirou o foco da biotecnologia, dispersou os esforços e acarretou na descontinuidade de várias ações até então em andamento no país.

Como resultado dos três ciclos de Políticas Industriais do Brasil, pode-se dizer que, mesmo levando-se em consideração alguns avanços pontuais, os objetivos centrais definidos para a área não foram alcançados, uma vez que não se conseguiu consolidar nem ampliar a produção da indústria brasileira por rota biotecnológica, nem expandir e

⁴⁷ Estratégia Nacional para Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015. Disponível em << http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf >>. Acesso em 29/06/2017.

fortalecer as bases e infraestrutura de C&T em biotecnologia e tampouco disseminar a cultura de biotecnologia no Brasil.

Tais resultados podem ser demonstrados em relação aos *rankings* globais de Competitividade e de Inovação. A última edição do Índice de Competitividade (Global Competitiveness Report 2016-2017⁴⁸) coloca o Brasil na 75^o. posição entre 139 economias analisada (em 2016 o país estava na 75^o. Posição entre 140 nações). Quanto à última publicação do Índice Global de Inovação de 2017 (Global Innovation Index⁴⁹), a trajetória do Brasil não é diferente. A Figura 10, demonstrando dentro de uma série histórica que o país precisa de políticas e investimentos consistente para se tornar um ator de relevância no cenário mundial da inovação.

O desejo do MCTIC de elaborar o Plano de Ação para a bioeconomia, deve buscar o grande aprendizado trazido pela experiência relatada, principalmente para ter clareza das ações que não redundaram em resultados benéficos para o país, como esperado. Para que a nova proposta, como o foco já definido para a área da biotecnologia industrial seja exitosa, é essencial a identificação dos gargalos, das sobreposições de ações, de investimentos, bem como da identificação das competências e oportunidades de geração de valor neste segmento. Assim, o Plano deve ser construído dentro da ótica de viabilidade política, financeira e institucional, resguardando a coerência e perenidade das ações e, principalmente, a coordenação e liderança do MCTIC, que se mostra como um dos fatores decisivos de sucesso para esta empreitada.

⁴⁸Global Competitiveness Report 2016-2017. Disponível em << http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf>>. Acesso em 29/06/2017.

⁴⁹ Global Innovation Index. Disponível em <<https://www.globalinnovationindex.org/gii-2017-report#>>. Acesso em 29/06/2017.

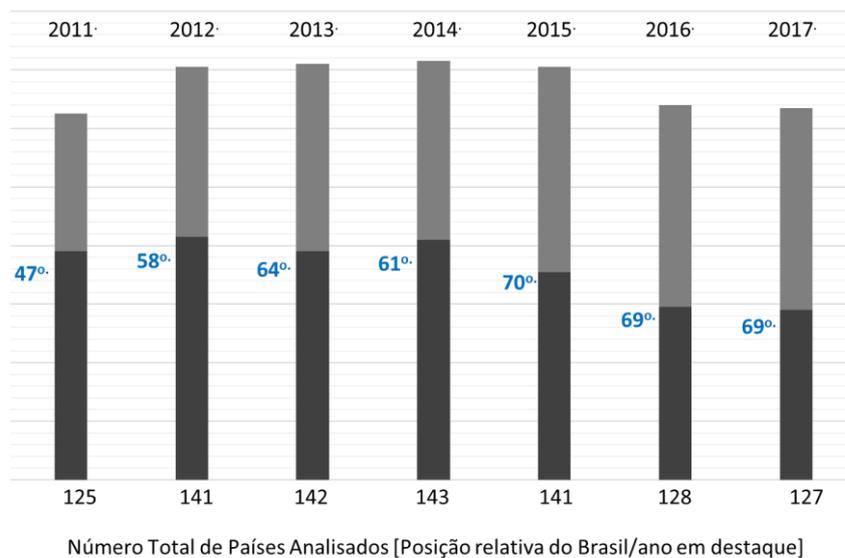


Figura 10. Índice Global de Inovação com destaque para a posição do Brasil no Ranking (2011-2017). Fonte: Global Innovation Index. Compilação dos autores.

3.5.4 Marcos Regulatórios com Impacto Direto na Bioeconomia

Durante o período de 2004 a 2014, que compreendeu os três ciclos da Políticas Industrial e Tecnológica brasileira (PITCE, PDP e PBM,) significativas mudanças ocorreram no ambiente regulatório do país. Suas consequências foram amplas e impactaram não só da área de biotecnologia, mas sim em todos Sistema de Inovação Brasileiro.

Lei de Inovação e Lei do Bem

O avanço mais expressivo, sem dúvidas, foi devido a promulgação da Lei de Inovação em 2004⁵⁰ e da Lei do Bem⁵¹ no ano seguinte, acarretando considerável impacto político, econômico e social. Estes dois marcos regulatórios tornaram a inovação uma prioridade nacional. Dimensão essencial que precisava ser incorporada nas estratégias de desenvolvimento do país frente os desafios e dinâmicas trazidas pelos rápidos avanços

⁵⁰ Lei 10.974 de 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm>. Acesso em 30/06/2017.

⁵¹ Lei 11.196 de 2005. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11196.htm>. Acesso em 30/06/2017.

tecnológicos, integração e competitividade ainda maior dos mercados no início o século XXI.

Apesar da Lei de Inovação e Lei do Bem configurarem como a espinha dorsal do marco regulatório de inovação do país, também foi necessário resolver ambiguidades e interpretações, para atualizar conceitos em bases que permitissem discriminar adequadamente os papéis dos diversos atores do processo de inovação e as múltiplas formas de entrosamento entre eles.

Emenda Constitucional sobre Inovação

Uma década depois da Lei de Inovação e Lei do Bem, a Emenda Constitucional No. 85⁵² foi promulgada em 26 de fevereiro de 2015. O termo “inovação”, até então ausente no texto constitucional, passou a contar com quinze inserções na Carta Magna do país. Promovendo alterações nos arts. 23, 24, 167, 200, 218 e 219, esta emenda tornou mais claro o papel do Estado no fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação, permitindo legislação concorrente entre os entes federativos e fortalecendo a cooperação entre entes públicos e privados.

Considerada, sob todos os pontos de vista, como importante avanço na reformulação do Marco Regulatório da Inovação, a EC no 85 de 2015 abriu caminho para importantes atualizações na legislação vigente. Com o avanço na modernização e no aperfeiçoamento do Marco Regulatório da Inovação, foi sancionado o Código Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação⁵³, também chamado da “Nova Lei de Inovação” (Lei no 13.243, de 11 de janeiro de 2016). No entanto, é oportuno ressaltar que este novo dispositivo até o presente ainda não foi regulamentado. A nova “Lei de Inovação” atende a antigas reivindicações da comunidade de CT&I, que, em síntese, visam à instituição de Código Regulatório que atue por meio de dois grandes eixos:

- Simplificação de processos administrativos, de pessoal e financeiro nas instituições públicas de pesquisa;
- Integração de empresas privadas ao Sistema Público de Pesquisa.

⁵² Emenda Constitucional No. 85 de 2015. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc85.htm>. Acesso em 30/06/2017.

⁵³ Lei no. 13.243, de 2016. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm>. Acesso em 30/06/2017.

Marco Regulatório de Biossegurança

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)⁵⁴, entrou em vigor em 1994 e foi o primeiro instrumento vinculante internacional que estabeleceu obrigações com relação à prevenção dos riscos relativos à utilização e liberação dos Organismos Geneticamente Modificados (OGM).

No ano seguinte, o Brasil instituiu sua legislação de biossegurança com a Lei 8974 de 1995⁵⁵ (posteriormente revogada pela Lei nº 11.105, de 2005⁵⁶) que estabeleceu as normas para regular todos os aspectos da manipulação e uso de OGMs em seu território. A lei vigente está regulamentada pelo Decreto nº 5.591 de 2005⁵⁷, o qual dispôs sobre a vinculação, competência e composição da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), vinculada ao MCTIC. Sua comissão técnica é composta por representantes de todos os ministérios envolvidos com o tema biossegurança, de representantes da comunidade científica, do setor empresarial que atua com biotecnologia, de representantes dos interesses dos consumidores e de órgão legalmente constituído de proteção à saúde do consumidor. Compete à CTNBio avaliar, tecnicamente, todas as atividades desenvolvidas com uso da engenharia genética no Brasil.

Em 2002 foi criado o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), como Órgão de assessoria da Presidência da República para a formulação e implementação da Política Nacional de Biossegurança por meio da publicação do Decreto do Executivo Nº4339 de 22/08/2002⁵⁸. Esse instrumento instituiu princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade no Brasil.

⁵⁴ Convenção Sobre Diversidade Biológica – CDB. Disponível em << <http://www.mma.gov.br/informma/item/7513>>>. Acesso em 19/06/2017.

⁵⁵ Lei no.8974 de 1995. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8974.htm>>. Acesso em 19/06/2017.

⁵⁶ Lei nº 11.105, de 2005. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm#art42>>. Acesso em 19/06/2017.

⁵⁷ Decreto nº 5.591 de 2005. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5591.htm>>. Acesso em 19/06/2017.

⁵⁸ Decreto do Executivo Nº4339 de 22/08/2002. Disponível em << <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2002/decreto-4339-22-agosto-2002-481345-norma-pe.html>>>. Acesso em 19/06/2017.

Um ano antes do início da PITCE, entrou em vigor o Protocolo de Cartagena (2003)⁵⁹. Instrumento complementar à CDB, estabeleceu um sistema de diretrizes que regulavam a liberação planejada no ambiente, a liberação comercial e os movimentos transfronteiriços dos OGMs. O Decreto No. 5705⁶⁰ que promulgou o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança só foi publicado, três anos depois, em 16 de fevereiro de 2006.

Atualmente encontram-se aprovados comercialmente 95 OGMs⁶¹, sendo que deste total apenas dois pertencem a empresas nacionais (1 para a Embrapa com um evento para feijão, e 1 evento recentemente aprovado para a Futuragene/Suzano para eucalipto). A grande maioria dos OGMs aprovados pela CTNBio estão ligados às atividades do agronegócio, como pode ser visto na lista abaixo.

- 65 eventos em plantas;
- 20 vacinas veterinárias;
- 7 microrganismos;
- 1 mosquito *Aedes aegypti*; e
- 2 vacinas para uso humano contra a Dengue.

Marco Regulatório de Acesso a Biodiversidade

Fruto da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Rio 92), a Convenção sobre Diversidade Biológica deu origem à legislação sobre acesso ao patrimônio genético no Brasil. A Convenção modificou o entendimento sobre a propriedade dos recursos genéticos, reconhecendo a soberania dos países sobre esses recursos, antes considerados patrimônio comum da humanidade.

Dois anos após o evento conhecido como Rio 92, foi editado no Brasil o Decreto Legislativo 2/1994⁶², que aprovou o texto da CDB e que foi seguido pela publicação do

⁵⁹ Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança. Disponível em <<
<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica/protocolo-de-cartagena-sobre-biosseguranca>>>. Acesso em 19/06/2017.

⁶⁰ Decreto Nº 5.705, 16/02/2006. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5705.htm>. Acesso em 19/06/2017.

⁶¹ Liberações Comerciais CTNBio. Disponível em <<http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial#/liberacao-comercial/consultar-processo>>. Acesso em 19/06/2017.

⁶² Decreto Legislativo 2/1994. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1994/decretolegislativo-2-3-fevereiro-1994-358280-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em 19/06/2017.

Decreto Presidencial 2.519/1998⁶³, que promulgou a Convenção. A regulamentação do acesso ao patrimônio genético e a repartição de benefícios ocorreu em 2001 com a publicação da Medida Provisória 2.186⁶⁴ e com o seu Decreto 4.946, em 2003⁶⁵, um ano antes de entrar em vigor a PITCE.

A MP 2.186/2001 previa que o acesso ao patrimônio genético para fins de pesquisa científica, bioprospecção ou desenvolvimento tecnológico dependesse de autorização prévia concedida pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente. Em 13 anos desde sua criação, o CGEN concedeu apenas 504 pedidos de autorização para o acesso de componente de patrimônio genético. Levando-se em conta a dimensão da biodiversidade brasileira, esses dados refletem o cenário de ineficiência jurídica e administrativa que comprometeram até o presente a potencialidade da pesquisa e do desenvolvimento da indústria nacional de biotecnologia.

Após quase 15 anos, a MP 2.186 de 2001 foi revogada pela Lei nº 13.123 de 20 de maio de 2015⁶⁶, que entrou em vigor seis meses após ter sido sancionada, tornando-se assim o novo marco regulatório para acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade no Brasil.

Após um “limbo jurídico” de quase seis meses, a nova Lei de Acesso a Biodiversidade foi regulamentada pelo Decreto No. 8.772, em 11 de maio de 2016⁶⁷. A publicação desse Decreto se deu de forma conturbada dentro do governo sendo publicado nas vésperas da votação do processo de Impeachment da então Presidente da República Dilma Rousseff na Câmara dos Deputados, que acarretaria no afastamento provisório e posteriormente definitivo da Presidente, como de fato aconteceu.

⁶³ Decreto Presidencial 2.519/1998. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2519.htm>>. Acesso em 19/06/2017.

⁶⁴ MP 2.186 de 2001. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2186-16.htm>. Acesso em 19/06/2017.

⁶⁵ Decreto no. 4.946 de 2003. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4946.htm>>. Acesso em 19/06/2017.

⁶⁶ Lei nº 13.123 de 2015. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm>>. Acesso em 19/06/2017.

⁶⁷ Decreto no. 8.772 de 2016. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8772.htm>>. Acesso em 19/06/2017.

O marco regulatório atual prevê a disponibilização do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGEN). Este Sistema será o repositório de todas as informações relativas aos requerimentos da Lei e do Decreto. Porém, já se vão mais de um ano desde sua publicação do referido Decreto e o SisGEN ainda não foi lançado, acarretando agora um “limbo operacional” para os usuários.

O novo CGEN foi instituído em reunião ordinária acontecida em 28 de julho de 2016 e vale ressaltar que apenas agora no dia 30 de junho do corrente ano foi publicado o Decreto nº 9.085 de 2017⁶⁸ que cria o Departamento de Apoio ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético, responsável por exercer as funções de Secretaria-Executiva do CGEN. No entanto, o referido Decreto entrará em vigor em 27 de julho de 2017. Com a entrada em vigor do Decreto e decorrente instalação da Secretaria Executiva, acredita-se que, finalmente, será possível a disponibilização efetiva do SisGEN. Com isso, os usuários terão prazo de um ano corrido para reformularem suas solicitações de acesso, procederem à adequação ou à regularização de suas atividades junto ao Conselho.

Na visão do MCTIC, MDIC, de algumas Associações Empresariais, Científicas e Acadêmicas, além de especialistas que acompanham de perto a matéria, apesar de o novo marco regulatório apresentar alguns avanços em relação a MP de 2001, ainda se trata de um marco regulatório de perfil fiscalizador, arrecadatário, burocrático e inadequado a realidade de pesquisas e negócios compatíveis com os desafios da biotecnologia na segunda década do século XXI.

Na esfera internacional, o Protocolo de Nagoya⁶⁹ que trata da repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização do patrimônio genético (PG) e conhecimentos tradicionais associados (CTA), traduz o terceiro objetivo principal da CDB. Este Protocolo foi ratificado no final de 2014 por mais de 51 países, sem a participação do Brasil. A entrada em vigor desse marco regulatório internacional deixa o tema de acesso a PG e CTA ainda mais complexo. No Brasil, os que acreditam sua aplicação será benéfica para o país aguardam ansiosos sua ratificação pelo Congresso Nacional. Oportuno ressaltar, que os Estados Unidos, país líder em biotecnologia no mundo não faz parte da CDB e por conseguinte do Protocolo de Nagoya.

⁶⁸ Decreto nº 9.085 de 2017. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D8975.htm>. Acesso em 30/06/2017.

⁶⁹ Protocolo de Nagoya. Disponível em <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/1000094.pdf>>. Acesso em 19/06/2017.

Marco Regulatório da Propriedade Intelectual no Brasil

Em todas as nações participantes da Organização Mundial do Comércio (OMC)⁷⁰, concedem-se direitos de propriedade aos resultados atividade intelectual nos domínios industrial, científico, literário e artístico. As concessões desses direitos estão abrangidas pelo Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS, do inglês Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights)⁷¹. Após a ratificação do TRIPS o Brasil elaborou a sua lei em consonância com as leis sobre a matéria na maioria dos países membros, um total de 148 países, respeitando suas especificidades e soberania de cada país.

A legislação brasileira de propriedade intelectual tem duas décadas e em grande parte em sintonia com as melhores práticas internacionais. Na década de 90, foram aprovadas as Leis da Propriedade Industrial (Lei nº 9.279 de 1996⁷²); da Proteção de Cultivares (Lei No. 9.456 de 1997⁷³), Lei dos Direitos de Autor e Conexos (Lei No. 9.610 de 1998⁷⁴), e dos Programas de Computador (Lei No. 9.609 de 1998⁷⁵). A Lei de Proteção à Topografia de Circuitos Impressos foi aprovada na década seguinte (Lei No. 11.484 de 2007⁷⁶).

Levando-se em consideração o exponencial avanço científico e tecnológico, o dinamismo e sofisticação do comércio global, considera-se que ainda há sérias omissões e deficiências no ordenamento jurídico nacional de propriedade intelectual que precisam ser atualizadas. Tramitam inúmeras propostas para o aperfeiçoamento dessas leis e de legislações complementares no Congresso Nacional. Exemplo de omissão é o fato de que ainda não são garantidos adequadamente, no marco legal brasileiro, direitos em campos avançados da técnica que são fundamentais para biotecnologia e as tecnologias de informação e comunicação.

⁷⁰ Organização Mundial do Comércio. Disponível em <<https://www.wto.org/>>. Acesso em 19/06/2017.

⁷¹ TRIPS. Disponível em <<https://www.wto.org/english/tratop_e/trips_e/trips_e.htm>>. Acesso em 19/06/2017.

⁷² Lei nº 9.279 de 1996. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm>>. Acesso em 19/06/2017.

⁷³ Lei nº. 9.456 de 1997. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm >>. Acesso em 19/06/2017.

⁷⁴ Lei nº 9.210 de 1998. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9610.htm >>. Acesso em 19/06/2017.

⁷⁵ Lei nº 9.609 de 1998. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9609.htm >>. Acesso em 19/06/2017.

⁷⁶ Lei nº 11.484 de 2007. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11484.htm >>. Acesso em 19/06/2017.

No Brasil, a principal estrutura que examina pedidos e concede direitos de propriedade intelectual é o Instituto Nacional da Propriedade Industrial ⁷⁷(INPI), que apresenta deficiências expressivas, como a grande fila de espera para análise, conhecida por *backlog*. Atualmente, para a análise de pedidos de patentes o backlog já ultrapassa os 10 anos, afetando diretamente a indústria e investidores em inovação. No entanto, essas deficiências já são bem conhecidas. Falta a decisão política para enfrenta-las e superá-las.

É oportuno destacar que decisões de investimentos são feita à luz da avaliação de retornos econômicos esperados e dos riscos envolvidos em projetos de P&D e com isto são definidas alternativas de negócios, localizações, parceiros, etc. Para que o Brasil figure no mapa das localidades receptoras de investimentos em inovação, é necessário garantir os direitos de propriedade intelectual dentro de prazos praticados pelos congêneres do INPI nos principais mercados (menor que 4 anos), bem como, eliminar ou reduzir dificuldades e custos de transação excessivos na celebração de contratos. Em um ambiente assim constituído, se instala previsibilidade e a segurança jurídica sobre a apropriação dos resultados econômicos dos esforços de inovação, diminuindo a percepção de risco e aumentando a expectativa de retornos.

⁷⁷ Instituto Nacional da Propriedade Industrial . Disponível em << <http://www.inpi.gov.br/> >>. Acesso em 30/06/2017

3.7 Investimentos nas Áreas de Bioeconomia no Brasil

Entender sobre a política de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil requer referenciar a Lei no 9.257 de 1996, que instituiu o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT)⁷⁸ como o órgão de assessoramento superior do Presidente da República, a responsabilidade pela formulação, implementação e avaliação da Política Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PNDCT), abrangendo o MCTI e suas secretarias. Contudo, o CCT possui caráter consultivo e não deliberativo, além de não estabelecer prioridades orçamentárias, de forma que suas recomendações podem ou não ser seguidas, o que reforça a baixa governança das Políticas de Inovação do país. Conseqüentemente, melhorar a gestão das políticas passa pela redefinição dos processos decisórios e pelo estabelecimento de novas prioridades definidas pela ENCTI para o horizonte de 2016-2019 e, no caso específico, da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento, responsável por meio do Departamento de Políticas e Programas de Desenvolvimento e Coordenação de Bioeconomia da construção do Plano de Ação para Bioeconomia.

Segundo a Agenda da MEI de 2016⁷⁹, a institucionalização de uma estrutura de governança da inovação é, pela sua relevância na efetividade da aplicação de recursos e na celeridade dos processos de tomada de decisão, uma preocupação central para o desenvolvimento do sistema de CT&I em diversos países. A coordenação de pessoas, instituições, meios físicos e recursos mobilizados em ações de CT&I que envolvam diferentes atores é, de fato, uma pauta que se impõe pela lógica, considerando seus impactos nas agendas e formas de atuação de entidades públicas e privadas, nas prioridades do setor acadêmico e nos resultados transversais e setoriais sobre o ambiente de inovação.

É verdadeiro dizer que a agenda brasileira de inovação evoluiu substancialmente a partir dos anos 2000. Este resultado é devido principalmente a criação dos Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia que foi um marco importante nesse cenário, ao viabilizar fontes complementares de recursos para o desenvolvimento tecnológico-empresarial. Em 2004,

⁷⁸ Lei nº 9.257, de 9 de janeiro de 1996. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9257.htm>>. Acesso em 26/06/2017.

⁷⁹ Agenda da MEI de 2016. Disponível em <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2016/03/22/565/Agenda_mei_2016_web1.pdf>. Acesso em 26/06/2017.

a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE, 2004-2007)⁸⁰ estabeleceu diretrizes para as ações do governo, fazendo com que o país passasse a contar, progressivamente, com um ambiente mais propício à inovação, com especial atenção para projetos de P&D empresariais. A integração da ciência, tecnologia e inovação à agenda do governo e de um conjunto de empresas brasileiras ganhou espaço e se tornou realidade.

Hoje, o portfólio de instrumentos de apoio à atividade de pesquisa e inovação que fazem parte da agenda nacional de políticas incluem:

- Incentivos fiscais,
- Subvenção econômica,
- Crédito subsidiado e,
- Programas para formação e qualificação de recursos humanos.

Segundo o trabalho publicado por Viotti e colaboradores e 2016⁸¹ no período entre 2000 e 2013, os dispêndios do governo federal em C&T responderam por aproximadamente 35% dos dispêndios totais em C&T no país, sendo a menor participação no período de 33,01%, em 2002, e a maior de 38,41%, em 2013. A participação dos dispêndios públicos foi, em média, de 52% e dos dispêndios empresariais foi, em média, de 48%, no mesmo período, sendo que, em 2013, último ano publicado pelo MCTI, os dispêndios públicos responderam por 55,93%, sendo 38,41% correspondentes aos dispêndios do governo federal, e os dispêndios empresarias representaram 44,07%. Assim, tomando como medida os últimos dados oficiais disponíveis, o dispêndio nacional (público e privado) aumentou mais de cinco vezes entre 2000 e 2013, passando de R\$ 12,6 bilhões para R\$ 63,8 bilhões (em valores correntes).

Os indicadores consolidados dispêndios do governo federal em C&T apresentados no website do MCTI só vão até o período de 2013. A análise dos dados demonstra que o grande volume de recursos não é orientado a um objetivo socioeconômico específico (Figura 16). Tais dispêndios em relação ao PIB encontram-se fragmentados por vários ministérios levando a um entendimento de que o maior problema está na falta de uma estratégia de Estado, que oriente e estabeleça as prioridades no investimento público

⁸⁰ Política Industrial. Disponível em <http://www.abdi.com.br/Paginas/politica_industrial.aspx>. Acesso em 26/08/2017.

⁸¹ Dispêndios do Governo Federal Em C&T E P&D: Esforços E Perspectivas Recentes. Disponível em <<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7400/1/Radar_n48_disp%C3%AAndios.pdf>>. Acesso em 26/06/2017.

buscando uma visão de futuro para o país, e não na diversidade dos ministérios que investem em inovação. De toda a forma, chama atenção que o Ministério da Educação [MEC] é, ao longo da série histórica disponível, a instituição pública com maior orçamento dedicado ao estímulo à P&D.

O desafio de construir um Plano de Ação ara Bioeconomia para o país, passa também pela capacidade o MCTIC assegurar recursos para os atores chaves no processo, especialmente no segmento de biotecnologia industrial, no tempo e nos valores adequados para promover o devido avanço científico, tecnológico redundando em inovações de alto valor agregado para o Brasil.

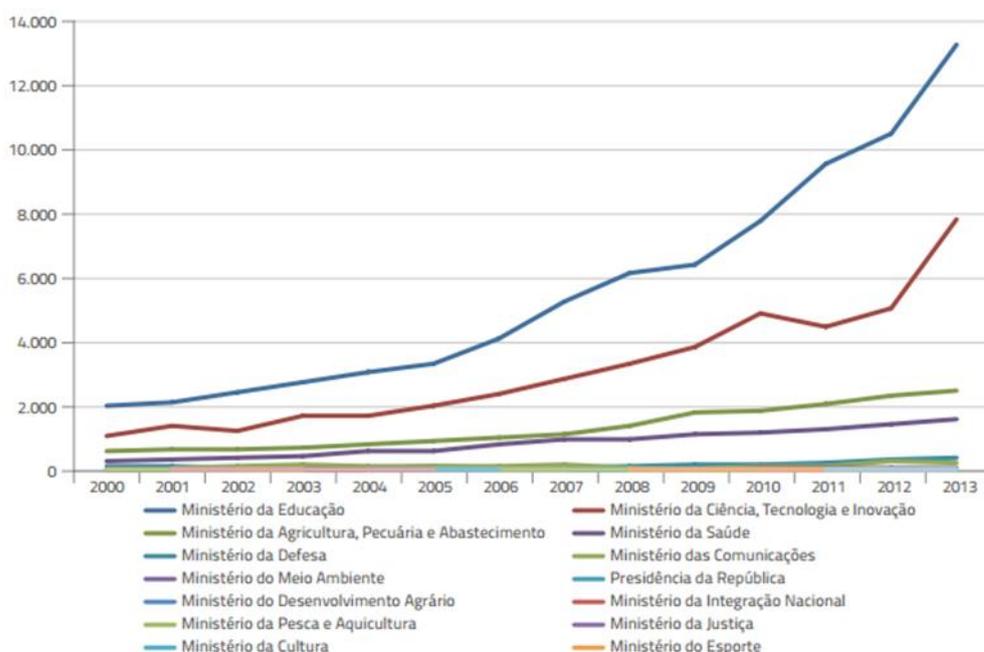


Figura 16. Dispêndio do Governo Federal em P&D por Ministérios. Fonte: MCTI e Agenda da MEI, 2016.

3.7.1 Investimentos em Áreas Biotecnológicas

Assim como a área da tecnologia da informação e comunicação (TIC), a biotecnologia (que consiste na base da bioeconomia) é uma área de fronteira do conhecimento ancorada nas atividades científicas, tecnológicas e de inovação. São de altos custos e riscos e, diferentemente das TICs, a pesquisa em biotecnologia tem ciclo longos, sendo, por isso, grandemente impactada por descontinuidade de recursos. Porém, inovações

biotecnológicas também apresentam potencialmente altos retornos econômicos e por isso precisam receber uma atenção especial do Plano de Ação de Bioeconomia que será elaborado.

3.7.2 Fundos Setoriais no Desenvolvimento da Biotecnologia

Os Fundos Setoriais foram criados em 1999 com o intuito de promover projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação nacionais por meio de mecanismos de financiamento, sendo seus recursos provenientes de contribuições resultantes da exploração de recursos naturais pertencentes à União, do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE). Estas receitas, por sua vez, são administradas pela FINEP em conjunto com a sua Secretaria Executiva e alocadas no Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (FNDCT).

Segundo o MCTIC, a missão oficial dos Fundos Setoriais é garantir a ampliação e a estabilidade do financiamento para o sistema de ciência e tecnologia nacional e, em paralelo, criar um novo modelo de gestão, fundado na participação de vários segmentos sociais, no estabelecimento de estratégias de longo prazo, na definição de prioridades e com foco nos resultados.

Segundo informações obtidas do site da FINEP, existem hoje 16 Fundos Setoriais, sendo 14 relativos a setores específicos e dois transversais. Destes últimos, um é voltado à interação universidade-empresa (FVA – Fundo Verde-Amarelo), enquanto o outro é destinado a apoiar a melhoria da infraestrutura de ICTs (CT-Infra).

Dentre o portfólio dos Fundos setoriais, abaixo está apresentado um destaque para aqueles mais relacionados à área da biotecnologia industrial.

- **Fundo Setorial de Biotecnologia (CT-Bio):** Este Fundo serve para a formação e capacitação de recursos humanos para o setor de biotecnologia, fortalecimento da infraestrutura nacional de pesquisas e serviços de suporte, expansão da base de conhecimento, estímulo à formação de empresas de base biotecnológica e à transferência de tecnologias para empresas consolidadas, prospecção e monitoramento do avanço do conhecimento no setor.
- **Fundo Setorial da Agricultura (CT-Agro):** seu foco é a capacitação científica e tecnológica nas áreas de agronomia, veterinária, biotecnologia, economia e sociologia agrícola, entre outras; atualização tecnológica da indústria

agropecuária; estímulo à ampliação de investimentos na área de biotecnologia agrícola tropical e difusão de novas tecnologias.

- Fundo Setorial de Energia (CT-Energ): destinado a financiar programas e projetos na área de energia, especialmente na área de eficiência energética no uso final. A ênfase é na articulação entre os gastos diretos das empresas em P&D e a definição de um programa abrangente para enfrentar os desafios de longo prazo no setor, tais como fontes alternativas de energia com menores custos e melhor qualidade e redução do desperdício, além de estimular o aumento da competitividade da tecnologia industrial nacional.

Tomando-se por base a série histórica anual disponível no site do MCTIC, dos dispêndios dos Fundos Setoriais mais ligados à biotecnologia foi possível fazer uma análise individualizada dos Fundos CT-Bio, CT-Agro e CT-Energ e assim, proceder uma avaliação da performance de investimento do governo federal entre o período de 2002 e 2015. Os resultados obtidos são demonstrados a seguir.

3.7.2.1 Fundo Setorial CT-Bio

A fonte de financiamento do Fundo Setorial CT-Bio provem de 7,5% da Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico - CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais, apresentou a movimentação no período de 2002 a 2015 ilustrada pela Figura 17.

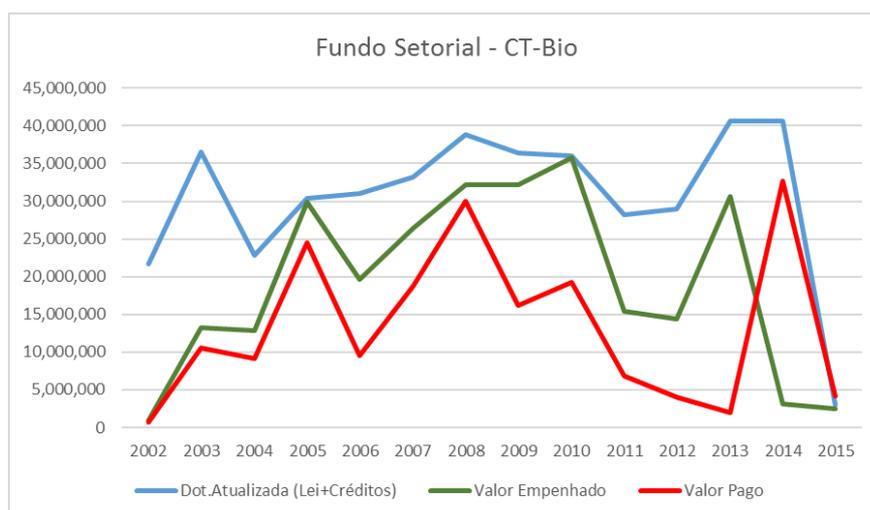


Figura 17. Execução Orçamentária e Financeira do CT – Bio. Valores em R\$. Fonte: MCTI, 2016.
Elaboração dos autores.

Nota: De 2002 a 2013 os demonstrativos da execução orçamentária e financeira do MCTI usavam nas colunas demonstrativas as terminologias: “Lei + Crédito” para a Dotação Atualizada; Empenhado e os gastos lançados como “Pago”. Em 2014 e 2015 a coluna de “Pagos” passou a ser chamada “Total Pago” que incluíam o valor pago no exercício + “Restos a Pagar” pagos. Foi essa a coluna usada na comparação acima para os dois últimos anos.

Claramente é possível constatar a ampliação do uso do CT-Bio durante o Plano de Desenvolvimento Produtivo (PDP 2008-2010) e a queda drástica dos valores com o início do Plano Brasil Maior (PBM 2011-2014) e finalmente com a instalação da crise em 2015. Também fica evidenciado o alto nível de contingenciamento do orçamento, muito elevado durante a PITCE (2004-2008) e novamente durante o PBM. Ou seja, os dados demonstram que não houve garantia da ampliação e nem a estabilidade do financiamento para o sistema de ciência e tecnologia nacional, que era objetivo dos Fundos Setoriais.

3.7.2.2 Fundo Setorial CT-Agro

Já o Fundo Setorial CT – Agro tem como fonte de financiamento 17,5% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais, apresentou a movimentação ilustrada na Figura 18 para o período de 2002 a 2015, cuja análise da execução orçamentária é bastante semelhante àquela apresentada anteriormente pelo CT-Bio.

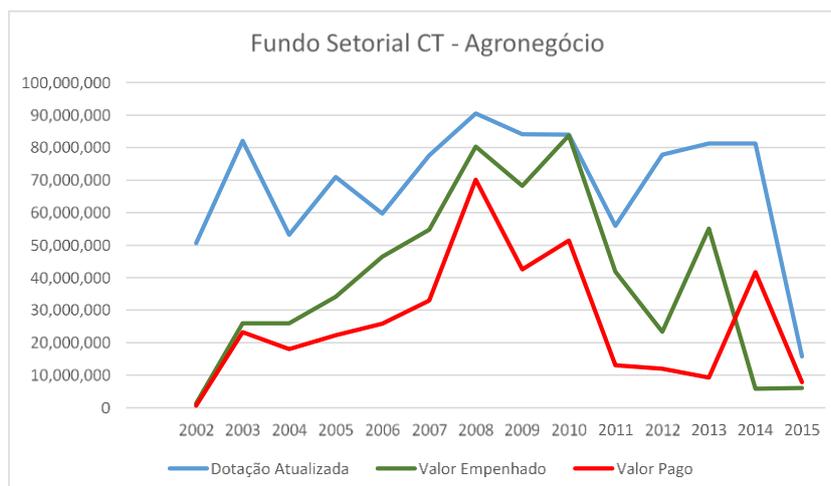


Figura 18. Execução Orçamentária e Financeira do CT – Bio. Valores em R\$. Fonte: MCTI, 2016. Elaboração dos autores.

Nota: De 2002 a 2013 os demonstrativos da execução orçamentária e financeira do MCTI usavam nas colunas demonstrativas as terminologias: “Lei + Crédito” para a Dotação Atualizada; Empenhado e os gastos lançados como “Pago”. Em 2014 e 2015 a coluna de “Pagos” passou a ser chamada “Total Pago” que incluíam o valor pago no exercício + “Restos a Pagar” pagos. Foi essa a coluna usada na comparação acima para os dois últimos anos.

3.7.2.3 Fundo Setorial CT-Energ

O Fundo Setorial de Energia, CT-Energ tem sua fonte de Financiamento oriunda de 0,75% a 1% sobre o faturamento líquido de empresas concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. No período de 2002 a 2015, a performance deste fundo está demonstrada na Figura 19.

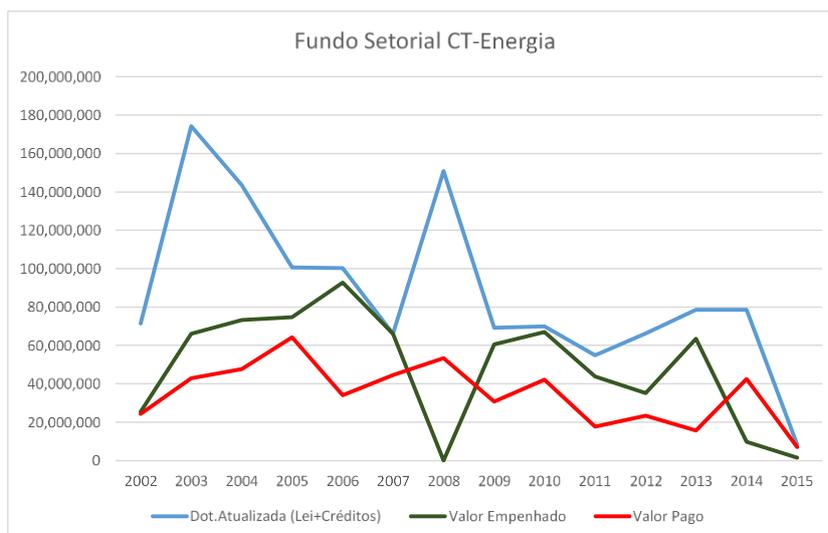


Figura 19. Execução Orçamentária e Financeira do CT – Bio. Valores em R\$. Fonte: MCTI, 2016. Elaboração dos autores.

Nota: De 2002 a 2013 os demonstrativos da execução orçamentária e financeira do MCTI usavam nas colunas demonstrativas as terminologias: “Lei + Crédito” para a Dotação Atualizada; Empenhado e os gastos lançados como “Pago”. Em 2014 e 2015 a coluna de “Pagos” passou a ser chamada “Total Pago” que incluíam o valor pago no exercício + “Restos a Pagar” pagos. Foi essa a coluna usada na comparação acima para os dois últimos anos.

3.7.2.4 Fundo Verde-Amarelo

O Fundo transversal denominado Verde e Amarelo (FVA) foi criado por meio da Lei no. 10.168 de 29 de dezembro de 2000⁸² no contexto do Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para Apoio à Inovação. Seu principal objetivo era estimular o desenvolvimento tecnológico brasileiro, mediante programas de pesquisa científica e tecnológica que intensificassem a cooperação de Instituições de Ensino Superior e centros de pesquisa com o setor produtivo, contribuindo assim para acelerar o processo de inovação tecnológica no País. A movimentação desse Fundo Setorial no período de 2002 a 2015 está ilustrada na Figura 20.

⁸² Lei no. 10.168 de 2000. Disponível em << http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10168.htm>>. Acesso em 30/06/2017.

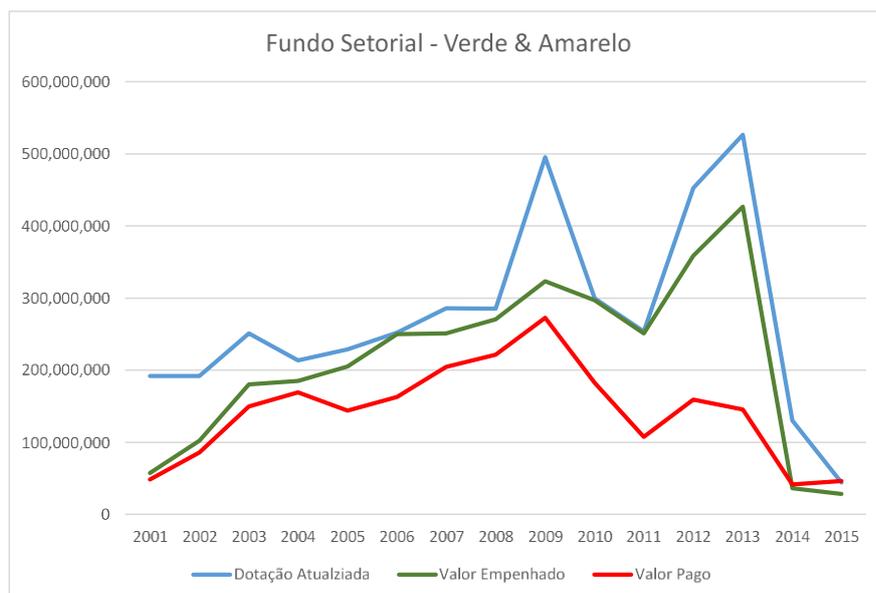


Figura 20. Execução Orçamentária e Financeira do FVA. Valores em R\$. Fonte: MCTI, 2016.
Elaboração dos autores.

Obs.: De 2002 a 2013 os demonstrativos da execução orçamentária e financeira do MCTI usavam nas colunas demonstrativas as terminologias: “Lei + Crédito” para a Dotação Atualizada; Empenhado e os gastos lançados como “Pago”. Em 2014 e 2015 a coluna de “Pagos” passou a ser chamada “Total Pago” que incluíam o valor pago no exercício + “Restos a Pagar” pagos. Foi essa a coluna usada na comparação acima para os dois últimos anos.

A análise da aplicação de recursos pelo FVA durante a PITCE é crescente e consistente, mesmo com um nível de contingenciamento. No ano seguinte do início da PDP o contingenciamento atinge patamares muito elevados, esse fato sendo também repetido em 2013 durante o PBM. Os valores pagos pelo FVA em 2015 voltaram a patamares ed quando esse Fundo foi instituído, mais uma vez, ficando claro o não cumprimento do objetivo quanto à ampliação e estabilidade do financiamento para o sistema de ciência e tecnologia nacional.

3.7.3 Subvenção Econômica

Os dados disponíveis no site do MCTI sobre a performance dos recursos destinados à de Subvenção Econômica está demonstrada na Figura 21. O montante destinado à subvenção é fundamental ao financiamento de projetos tecnológicos e de inovação de grande risco. Infelizmente, junto com os Fundos Setoriais, atingiram patamares preocupantes em 2015.

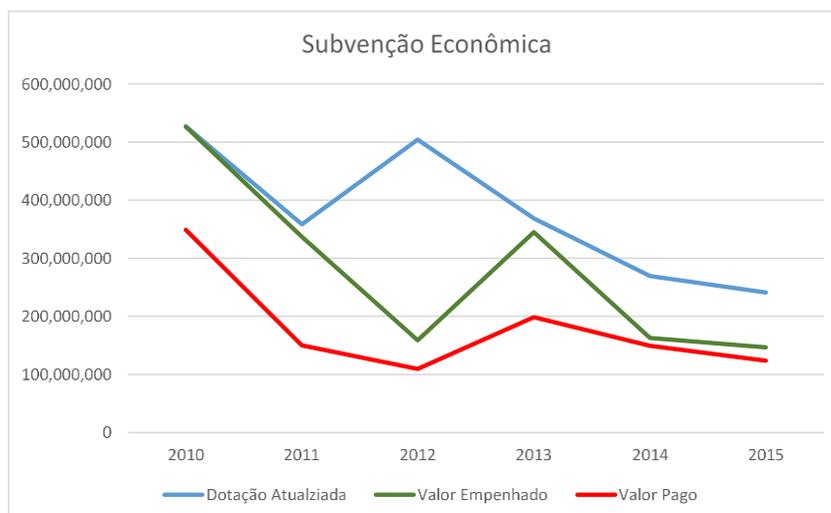


Figura 21. Execução Orçamentária da Subvenção Econômica. Valores em R\$. Fonte: MCTI, 2016. Elaboração dos autores.

Obs.: De 2010 a 2013 os demonstrativos da execução orçamentária e financeira do MCTI usavam nas colunas demonstrativas as terminologias: “Lei + Crédito” para a Dotação Atualizada e Empenhado para o orçamentário e os gastos lançados como “Pago” no financeiro. Em 2014 e 2015 a coluna de “Pagos” passou a ser chamada “Total Pago” que incluíam o valor pago no exercício + “Restos a Pagar” pagos. Foi essa a coluna usada na comparação acima para os dois últimos anos. Também nesses anos a Subvenção Econômica foi dividida em Subvenção – Lei da Inovação e Subvenção – Lei do bem. Como nos anos anteriores, os dados apresentados para 2014 e 2015 são a soma dos dois tipos de Subvenção.

A análise conjugada de todos esses dados apresentados são contundentes quanto ao retrocesso do país em termos de investimento em inovação e em áreas tão estratégica quanto à biotecnologia, o agronegócio e energia. Infelizmente esse cenário desolador acontece também nas demais modalidades dos Fundos Setoriais. O retrocesso é de uma década e meia. Por esse ângulo, o avanço obtido durante a Política do Desenvolvimento Produtivo (2008-2011), foi perdido junto com o esforço de promover um ambiente consistente e atraente para a inovação no Brasil.

3.7.4 Investimentos do BNDES

Plano de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico

Pode-se dizer que no Brasil, a experiência de política de investimento mais próxima da bioeconomia foi uma única edição do Plano de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS)⁸³, lançado por uma operação conjunta do BNDES com a FINEP em 2010. O Plano foi uma resposta ao diagnóstico de que, no país, os programas de apoio a esses setores tinham como característica a baixa coordenação das agências públicas nas atividades de fomento e apoio com recursos públicos, além do pequeno volume de recursos alocados.

O PAISS teve como objetivo identificar planos de negócio e fomentar a projetos inovadores que contemplassem o desenvolvimento, a produção e a comercialização de novas tecnologias industriais destinadas ao processamento da biomassa (etanol 2G e novos produtos) a partir da cana-de-açúcar, inovando na articulação de projetos em biocombustíveis e bioprodutos no mesmo programa. Sua formatação original inverteu o “formato clássico de balcão” das agências de fomento, seus resultados foram considerados relevantes e a experiência foi reconhecida como exitosa, quanto ao grau de coordenação entre as duas agências financiadoras. O desdobramento para o setor foi o lançamento de um programa em moldes semelhantes para a atividade canavieira, o PAISS Agrícola.

Segundo a área de biocombustíveis do BNDES⁸⁴ em 2014, o PAISS disponibilizou recursos da ordem de R\$ 1 bilhão, para serem aplicados no período de 2011 a 2014. O Plano contemplava três linhas estruturantes

Linha 1: Bioetanol de 2ª Geração

- Desenvolvimento de tecnologias de coleta e transporte de palha de cana-de-açúcar;
- Otimização de processos de pré-tratamento de biomassa de cana para hidrólise;
- Desenvolvimento dos processos de produção de enzimas e/ou de processos de hidrólise de material ligno-celulósico oriundo da biomassa da cana-de-açúcar;
- Desenvolvimento de microrganismos e/ou de processos de fermentação de pentoses; e
- Integração e escalonamento de processos para produção de etanol celulósico.

Linha 2: Novos produtos de cana-de-açúcar

⁸³Plano BNDES-Finep de Apoio à Inovação dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico. Disponível em <<<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/paiss>>>. Acesso em 29/06/2017.

⁸⁴ Evolution and Trends in Public Policies for Industrial Biotechnology in Brazil. Disponível em <<<https://www.bio.org/sites/default/files/WorldCongress/Carlos%20Eduardo%20Cavalcanti.pdf>>>. Acesso em 30/06/2017.

- Desenvolvimento de novos produtos diretamente obtidos a partir da biomassa da cana-de-açúcar por meio de processos biotecnológicos;
- Integração e escalonamento de processos para produção de novos produtos diretamente obtidos a partir da biomassa da cana-de-açúcar.

Linha 3: Gaseificação: Tecnologias, equipamentos, processos e catalisadores

- Desenvolvimento de tecnologias de pré-tratamento de biomassas de cana-de-açúcar para gaseificação;
- Desenvolvimento de tecnologias de gaseificação de biomassas de cana-de-açúcar, especialmente quanto à otimização dos parâmetros de processos e/ou redução nos custos de capital dos equipamentos;
- Desenvolvimento de sistemas de purificação de gases;
- Desenvolvimento de catalisadores associados à conversão de gás de síntese em produtos.

Os valores de dispêndio do banco na área de biocombustíveis durante o período de 2004 a 2013 é mostrada na Figura 22.

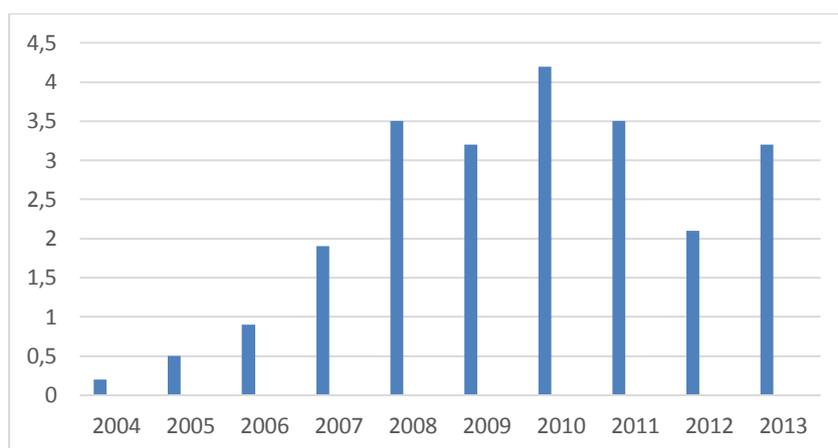


Figura 22. Investimento do BNDES em Biocombustíveis em USD Bilhões. Período 2004-2014.

Fonte: BNDES, 2014.

No ano de 2010, o portfólio conjunto do BNDES-FINEP para a indústria sucroalcooleira somou um orçamento de 200 milhões de dólares, sendo 50 milhões destinados apenas para projetos de 2^a. geração (Figura 23).

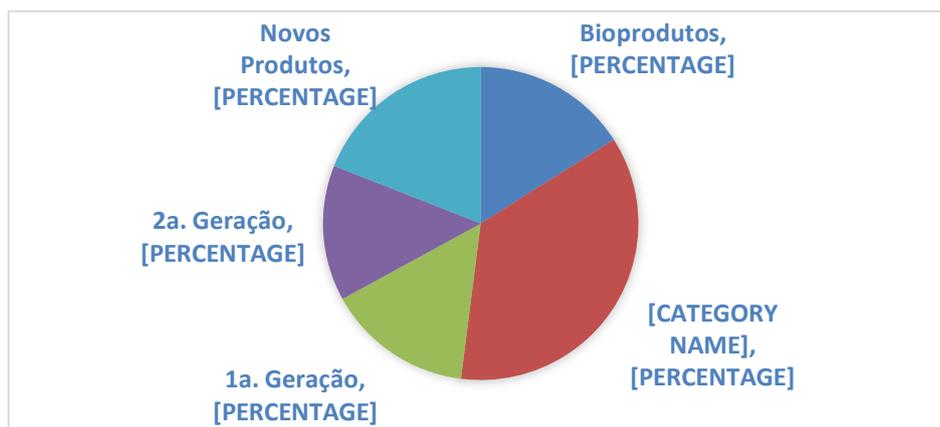


Figura 23. Portfólio de investimento em industrial sucroalcooleira BNDES-FINEP em 2010. Fonte: BNDES, 2014

Em março de 2014, o portfólio aprovados pelo PAISS somou um total de 1.356 milhões de dólares, incluindo projetos de empresas brasileiras e estrangeiras, como ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3. Portfólio de projetos aprovados pelo PAISS em 2014. Fonte: BNDES, 2014.

Company	Country	Funding	Product	Amount (USD M)
CTC	Brazil	Finep	Enzymes, sugarcane straw collection and C5 yeasts.	133
CTC	Brazil	BNDES ¹	Cellulosic ethanol demo plant and sugarcane varieties	173
Odebrecht Agro*	Brazil	Finep	Cellulosic ethanol	4
VTT*	Finland	Finep	Enzymes development	5
Metso*	Finland	BNDES	Pre-treatment system	10
Dow	USA	Finep	Propanol and propionic acid	2
Dow/DSM*	USA, Netherlands	BNDES	Cellulosic ethanol	10
Braskem	Brazil	Finep	Butadiene, isoprene, PEF and green propene	10
Braskem	Brazil	Finep		93
Methanum	Brazil	Finep	Biogas	2
GranBio	Brazil	BNDES	Cellulosic ethanol	150
	"	Finep		63
GranBio*	Brazil	BNDES ¹	Cellulosic ethanol and bio-based chemicals	300
DSM*	Netherlands	BNDES	Succinic acid	3
		Finep		136
PHB	Brazil	BNDES	Biodegradable plastics	5
Solazyme/Bunge*	USA	BNDES	Renewable oils	123
Petrobras	Brazil	Finep	Gasification: syngas + cellulosic ethanol	128
Eli Lilly	USA	Finep	Enzymes development	5
Barauna	Brazil	Finep	Fertilizers	1
			Total	1,356

¹ includes equity participation

* Partnerships

Plano de Desenvolvimento e Inovação da Indústria Química

Também é relevante mencionar mais uma iniciativa conjunta entre o BNDES e a FINEP, lançada no final de 2015, denominada de Plano de Desenvolvimento e Inovação da Indústria Química (PADIQ). Este plano, ainda em curso, tem como objetivo fomentar projetos de desenvolvimento tecnológico e investimento na fabricação de produtos químicos. O programa tem um total de recursos estimado em R\$ 2,2 bilhões para as operações contratadas entre 2016 e 2017, integrando instrumentos de apoio à inovação e investimentos produtivos da Indústria Química no país. Instituto Nacional de Tecnologia (INT).

Os segmentos de interesse financiados pelo PADIQ são os seguintes:

Aditivos para Alimentação Animal

- Encapsulação polimérica de sais minerais, proteínas e vitaminas.

Materiais Compósitos e Fibras de Carbono

- Desenvolvimento de materiais compósitos de polímeros com fibras naturais.

Aditivos Químicos para Exploração e Produção de Petróleo

- Prospecção laboratorial, caracterização de insumos e produtos finais, bem como desenvolvimento de novos processos e produtos, incluindo tecnologias de microalgas e
- Avaliação e otimização de processos de base química através da caracterização de etapas e melhoria de procedimentos.

Insumos Químicos para HPPC (Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos)

- Desenvolvimento de tecnologias de conversão de insumos derivados da biodiversidade brasileira e da cultura da palma em intermediários químicos;
- Encapsulação de ativos; competência em emulsões e nanoemulsões; competência em formulações, e
- Caracterização e otimização dos processos de produção de intermediários químicos.

Químicos a partir de Fontes Renováveis

- Desenvolvimento de processos biotecnológicos para produção de insumos químicos a partir da biomassa de cana-de-açúcar ou cana energia, incluindo resíduos agrícolas e subprodutos industriais do processo de produção de açúcar e álcool;
- Desenvolvimento de processos para produção de insumos químicos a partir da biomassa florestal, incluindo resíduos e subprodutos do processo de produção de celulose;

- Desenvolvimento de processos para produção de insumos químicos a partir da glicerina;
- Desenvolvimento, escalonamento e implantação de processos de produção de enzimas para hidrólise de material lignocelulósico;
- Competência em produção de poliésteres a partir de monômero de origem vegetal, competência na produção de nano-óxidos metálicos a partir de biopolímeros.

E no âmbito de todos os segmentos acima, também serão financiados projetos de:

- Aplicação de tecnologias de programação matemática, simulação computacional e gestão da produção para apoiar o desenvolvimento de processos e produtos na cadeia produtiva da indústria química.

Na elaboração do Plano de Ação de Bioeconomia do MCTIC, a experiência exitosa do PAISS deve ser reavaliada para, quem sabe, ser proposto e viabilizado uma nova edição coordenada pela FINEP e BNDES. Certamente, a retomada desse, que se mostrou um eficaz instrumento de investimento e desenvolvimento na área dos biocombustíveis no país, serviria como forte alavanca para promover o avanço da biotecnologia industrial, no país. O PADIQ também precisa fazer parte do mapa como importante iniciativa para o fomento da bioeconomia, principalmente quanto à continuidade de investimentos dos segmentos da indústria de química de renováveis.

3.7.5 Investimentos via EMBRAPII

A Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), tem sido considerada uma das poucas fontes de recursos para P,D&I no Brasil que não sofreram – ainda – com contingenciamento de seus recursos. Muito pelo contrário, a EMBRAPII prevê um crescimento de 9% nos investimentos em projetos de inovação neste ano em comparação com 2016. Com esse aumento, a empresa deverá injetar R\$ 160 milhões no desenvolvimento tecnológico do país⁸⁵.

A EMBRAPII trabalha para garantir o aumento da contrapartida oferecida pelas empresas nos projetos de inovação. Em 2016, esta contrapartida foi maior que a dos demais parceiros: 45%. De acordo com o modelo de parceria, a entidade investe até um terço do

⁸⁵ Embrapii prevê aumento de 9% nos investimentos em inovação em 2017. Disponível em << http://www.mcti.gov.br/noticia/-/asset_publisher/epbV0pr6eIS0/content/embrapii-preve-aumento-de-9-nos-investimentos-em-inovacao-em-2017>>. Acesso em 30/06/2017.

valor total do projeto, enquanto os valores restantes são divididos entre a empresa e a unidade credenciada.

Em 2017, o objetivo é investir para o desenvolvimento de projetos com empresas privadas em parceria com os institutos de pesquisa e de tecnologia credenciados. Para este ano uma das prioridades anunciadas é o apoio a novos projetos da indústria química, que de acordo com as políticas públicas de ciência e tecnologia está carente de demandas.

No primeiro trimestre de 2017, cerca de 190 projetos estavam em andamento, com quase R\$ 300 milhões em recursos investidos. Agora a instituição planeja investir mais R\$ 100 milhões em projetos de pesquisa industrial. Os recursos devem ser aportados pelo MCTIC e MEC. O orçamento total da empresa deverá chegar a R\$ 1,5 bilhão até 2018.

EMBRAPII – EMBRAPA Agroenergia

Como já mencionado, a unidade da EMBRAPII credenciada para o desenvolvimento de tecnologia para biocombustíveis e produtos químicos de origem renovável utilizando microrganismos e enzimas, estava previsto para 2016 que a Embrapa Agroenergia, receberia um aporte de R\$ 5,9 milhões destinados às pesquisas, para serem aplicados num período de seis anos em ações em parceria com indústrias (recursos utilizados para custear até 1/3 do valor de cada projeto). Com este recurso a EMBRAPA Agroenergia pode conseguir alavancar um volume total R\$ 17,7 milhões aplicado à pesquisa na área.

4 MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS EM ÁREAS ESTRATÉGICAS DA BIOECONOMIA

Como apresentado na seção 3.2 o GTT de Bioeconomia elegeu 3 áreas como o foco principal do Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia. Sendo essas a) Biomassa e Tecnologias Associadas; b) Processamento de Biomassas e Biorrefinarias, e c) Bioprodutos. Para o escopo desse trabalho foi estudado o volume de mão de obra qualificada relacionada à bioeconomia, bioprodutos e biocombustíveis, assim como o estado da produção científica nacional comparada aos principais competidores internacionais.

4.1 Recursos humanos especializados

Apesar da tradição nacional de produzir biocombustíveis e bioprodutos, que estão fortemente ligados ao conceito de bioeconomia, os temas ainda não são amplamente associados à bioeconomia. Uma busca pelo termo na Plataforma Lattes revela que apenas 238 pessoas fazem alguma menção à “bioeconomia” em seus currículos, dentre esses apenas 161 possuem o título de doutorado.

Entretanto, quando fazemos uma busca na mesma base com o termo biocombustíveis, mais de 11 mil nomes são listados, onde mais da metade tem doutorado. No caso de uma busca por bioprodutos, aparecem mais de 2000 pesquisadores onde >1300 possuem título de doutor.

Os programas para desenvolvimento e aceleração do uso de biocombustíveis, PROALCOOL e PNPB motivaram a formação de uma base de pesquisadores sólida e robusta. A Figura 24 apresenta uma rede de coautoria e similaridade semântica entre pesquisadores, onde cada círculo representa um indivíduo onde o tamanho é proporcional ao número de contribuições. As linhas determinam a ligação entre esses indivíduos, vermelha para coautoria e verde para similaridade semântica, no caso de se apresentar ambas as ligações a cor da linha é preta.

Nesta rede, que contém apenas os indivíduos que têm doutorado (> 5000), pode-se observar claramente a formação de vários *clusters* de colaboração em diversas áreas relacionadas a biocombustíveis, como melhoramento genético de plantas, biomassa energética, materiais catalíticos e motores.

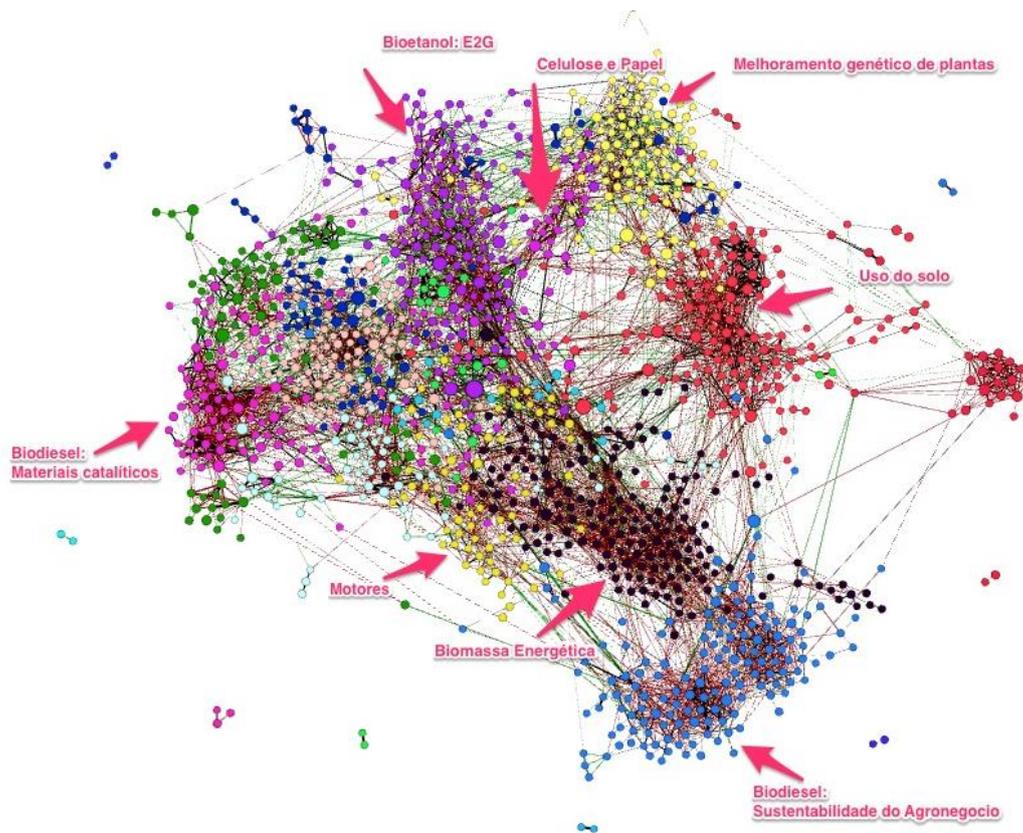


Figura 24 – Rede de coautoria e similaridade semântica em biocombustíveis

No caso de bioprodutos, a Figura 25 apresenta uma rede com bem menos pessoas, pouco mais de 2000 nomes aparecem, o que conseqüentemente representa uma capacidade de pesquisa no temas cinco vezes menor em bioprodutos que em biocombustíveis. Além disto, diferentemente da rede de biocombustíveis, onde os *clusters* são mais evidentes, na de bioprodutos as áreas coautoria se apresentam mais difusas.

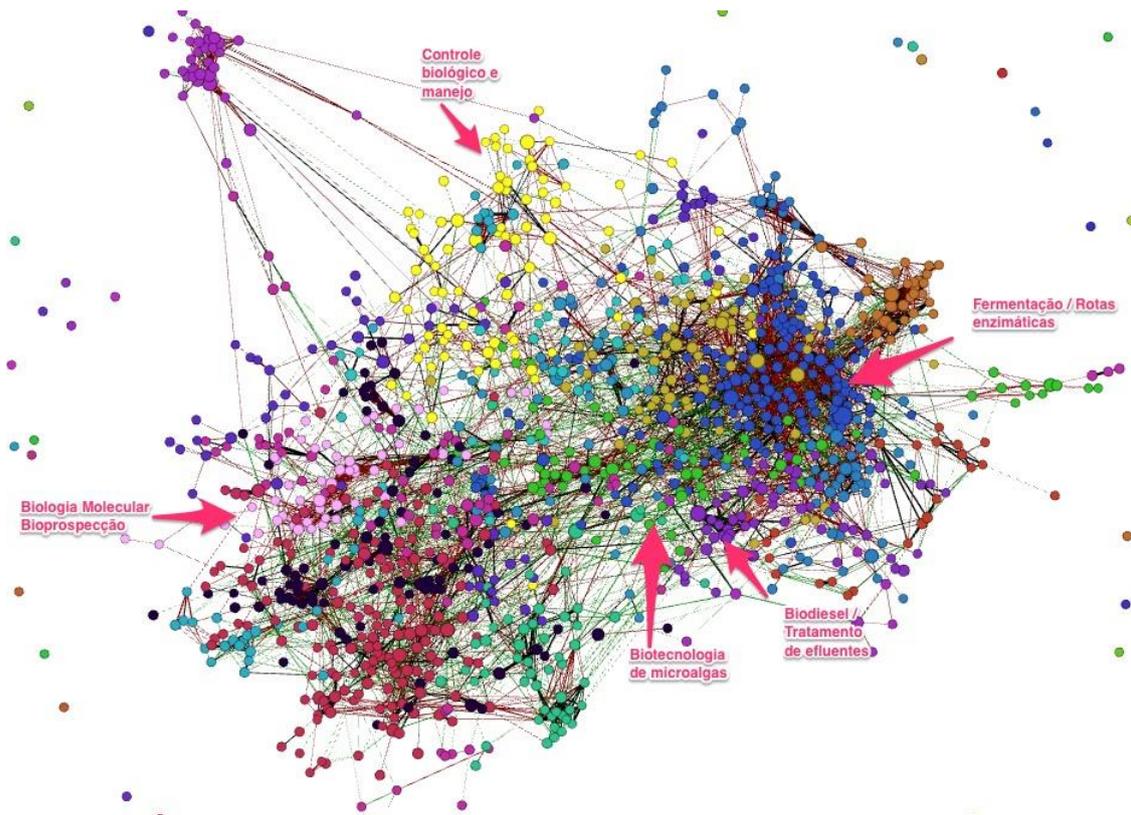


Figura 25 - Rede de coautoria e similaridade semântica em bioprodutos

Analisando a figura pode-se inferir que muito das atividades em bioprodutos são *spillovers* das ações em biocombustíveis, onde pode ser observada a relação nos *clusters* “biodiesel/tratamento de efluentes” e “fermentação/rotas enzimáticas”. A figura também começa a evidenciar a existência de grupos operando em controle biológico e biologia molecular, além de biotecnologia de microalgas, que são fundamentais para o desenvolvimento das bases da biotecnologia industrial.

É evidente que a rede relacionada a bioprodutos não está tão madura quanto a de biocombustíveis, todavia ambas merecem atenção de políticas públicas, sobretudo para incentivar a colaboração entre os *clusters* que estão ligados por similaridade semântica e poderiam se beneficiar de atividades colaborativas.

4.2 Produção científica

A diferença entre capacidade de pesquisa em biocombustíveis e em bioprodutos se reflete fortemente na produção científica. Entre 2009 e 2016 o Brasil produziu mais de 2000 artigos em biocombustíveis, enquanto no mesmo período produziu menos de 100 artigos relacionados a bioprodutos conforme mostrado nas Figura 26 e Figura 27.

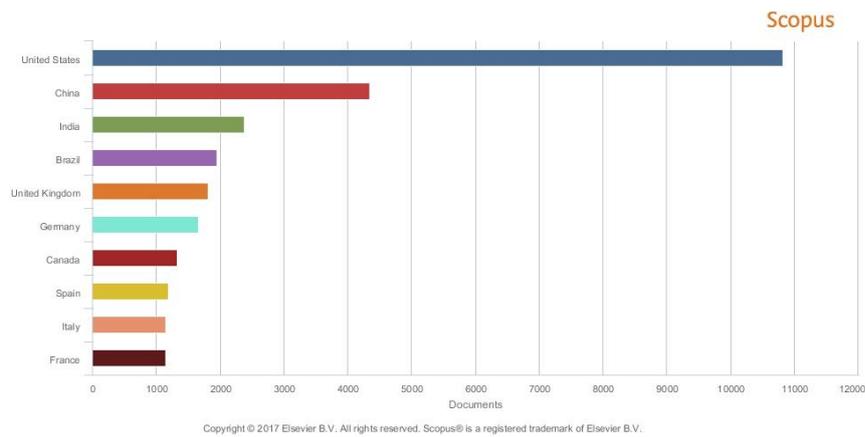


Figura 26 – Produção científica em biocombustíveis por país

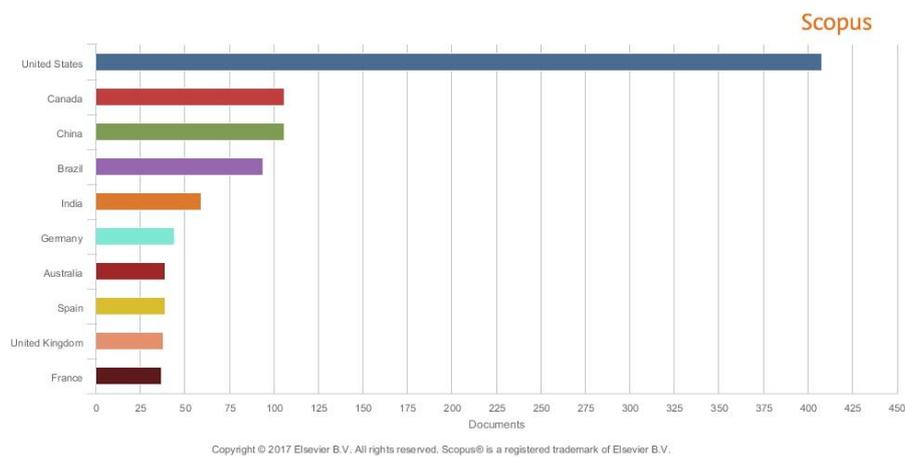


Figura 27 - Produção científica em bioprodutos por país

Em ambos os casos o Brasil aparece como o quarto país que mais produziu no assunto. As Figura 28 e Figura 29 mostram os dados de produção científica anual brasileira, nota-se que no caso a produção de artigos em biocombustíveis a tendência foi crescente até 2014 quando a produção chegou a 350 artigos anuais. No caso de bioprodutos a produção caiu em 2013 mas voltou a crescer em 2014.

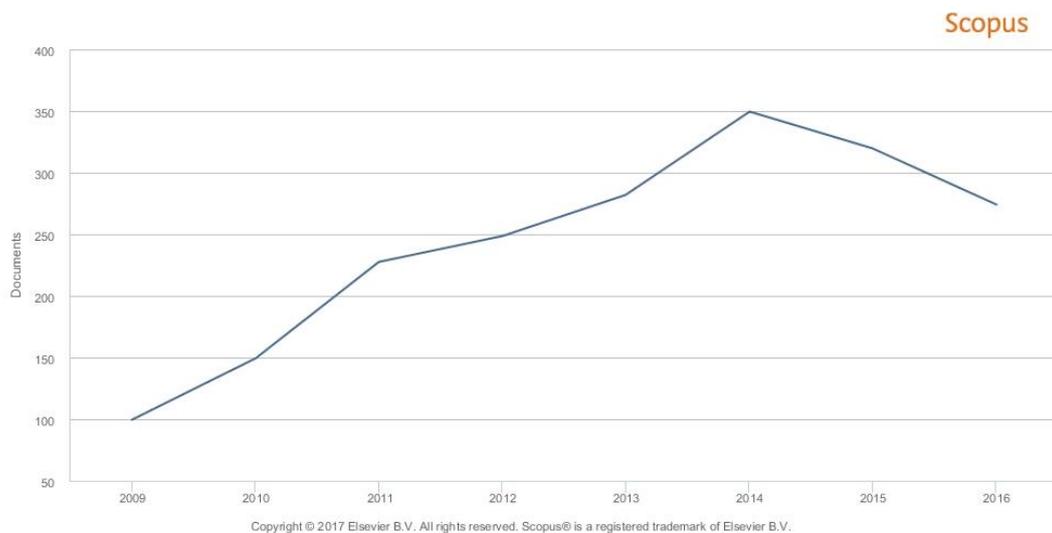


Figura 28 - Produção científica em biocombustíveis – artigos por ano

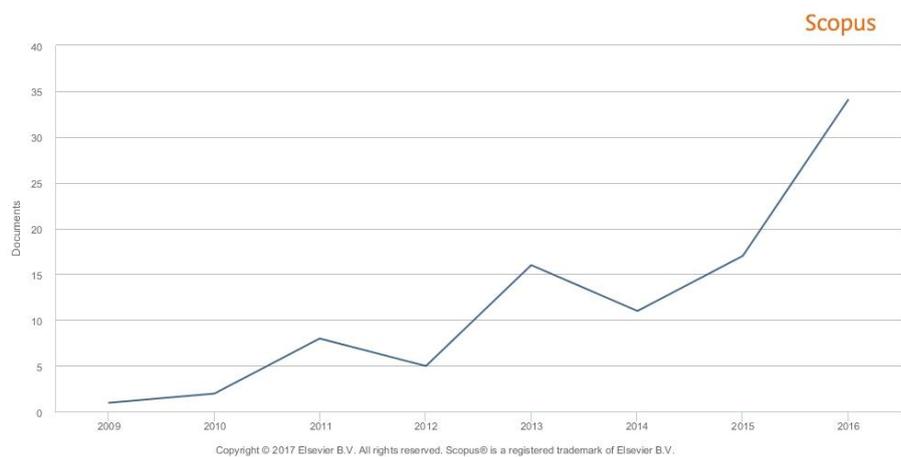


Figura 29 - Produção científica em bioprodutos – artigos por ano

Vale salientar que a USP e a UNICAMP encabeçam a lista das instituições nacionais que mais publicam nesse temas como mostrado nas Figura 30 e Figura 31. Vale ressaltar que a USP fica em segundo lugar na lista das instituições que mais publicam nesses temas no mundo como mostrado nas Figura 32 e Figura 33.

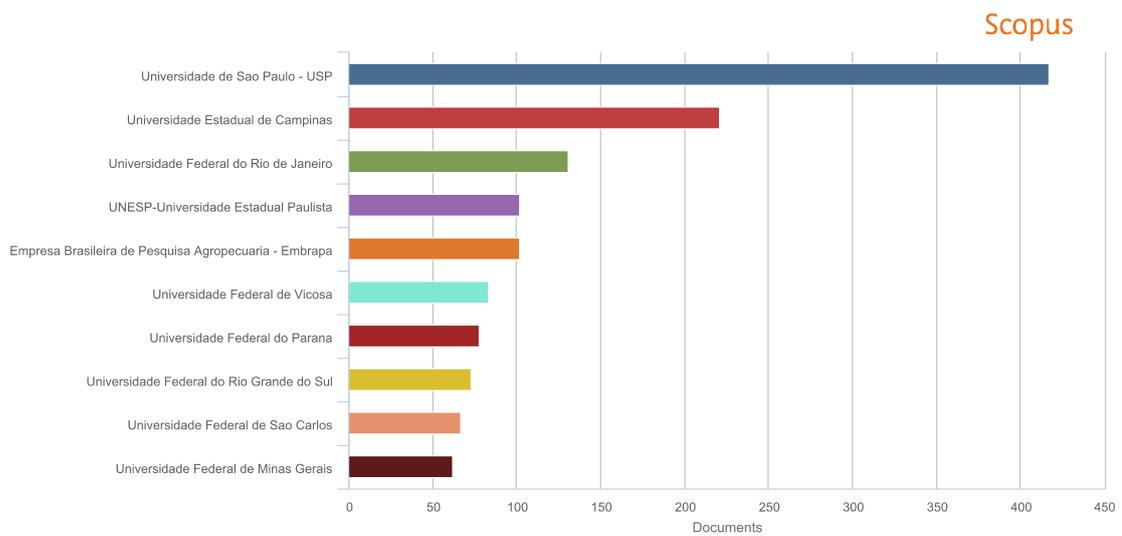


Figura 30 – Ranking nacional de produção científica em biocombustíveis – artigos por instituição

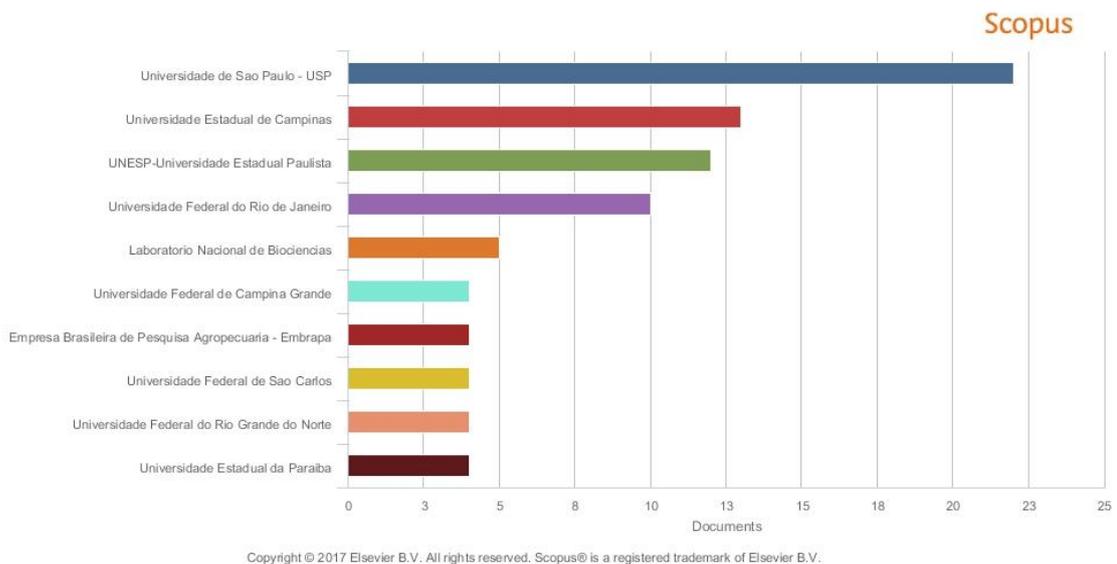


Figura 31 - Ranking nacional de produção científica em bioprodutos – artigos por instituição

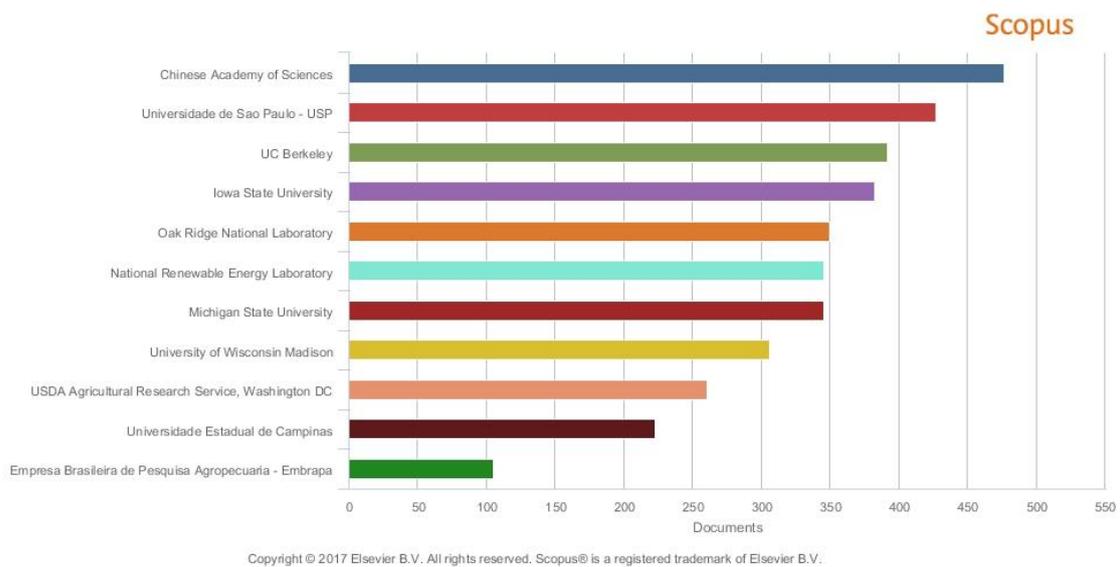


Figura 32 - Ranking internacional de produção científica em biocombustíveis – artigos por instituição

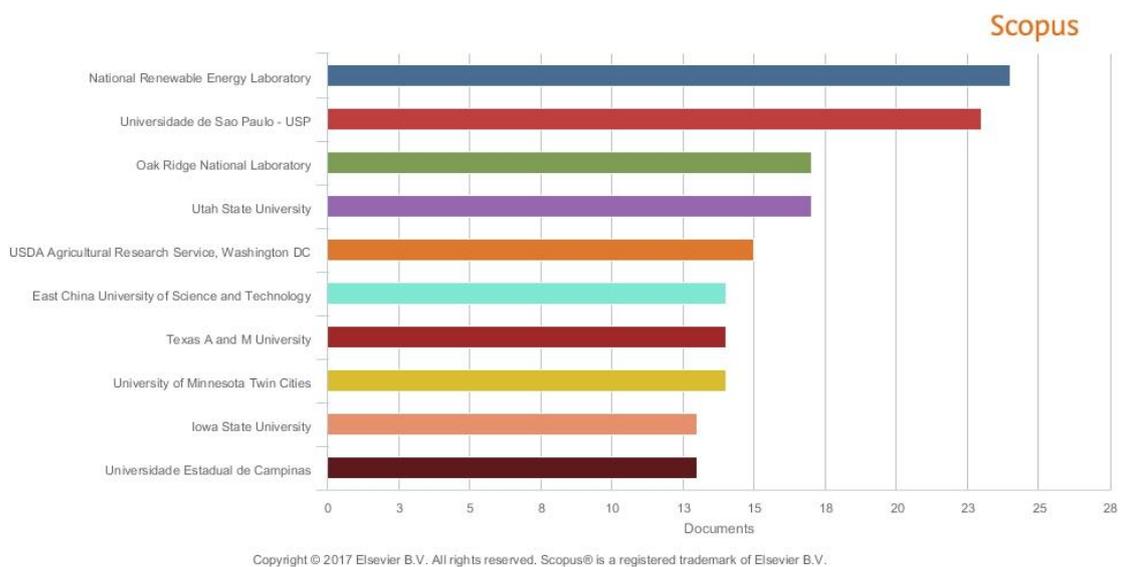


Figura 33 - Ranking internacional de produção científica em bioprodutos – artigos por instituição

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como apresentado neste relatório, a adoção de uma política de crescimento econômico baseada na bioeconomia é uma tendência para várias economias em desenvolvimento e já realidade para algumas nações desenvolvidas.

No caso particular do Brasil, apesar de uma visão ainda embrionária, tanto alguns segmentos do governo como da iniciativa privada já veem a bioeconomia como oportunidade ímpar para a retomada de crescimento nacional. A bioeconomia tem um elevado potencial para criar empregos qualificados e renda, além de gerar novas alternativas econômicas por meio da aplicação de conhecimento e tecnologias inovadoras para contribuir com soluções frente aos desafios do século XXI. Todos esses fatores que podem trazer impactos positivos para vários segmentos da economia, seja na área de alimentos, energia, saúde, farmacêutica, indústria química, cosméticos, dentre outros, se aliados a uma verdadeira agenda portadora de futuro, podem representar oportunidades reais para o país sair da grave crise em que se encontra e voltar a crescer.

Infelizmente, o aproveitamento da oportunidade de se consolidar a bioeconomia como um modelo de desenvolvimento para o Brasil não poderá ser feita de forma convencional. As dificuldades e desafios que já estão postos precisam ser enfrentados com clareza e galhardia. É preciso fomentar e ampliar a colaboração nacional e internacionalmente em várias áreas do conhecimento para recuperar o tempo perdido. É preciso evitar o mais rápido possível a ampliação do impacto sobre a perda da competitividade brasileira em segmentos que temos posição de destaque nos mercados, tais como o do agronegócio e dos biocombustíveis. É crítico que o país consiga estabelecer, alinhar e coordenar estratégias e políticas coerentes para possibilitar o avanço da bioeconomia brasileira. Investimentos em recursos humanos, pesquisa e desenvolvimento, infraestrutura, incentivo ao empreendedorismo e a inovação, bem como adequação dos marcos regulatórios vigentes, são algumas das premissas básicas para a bioeconomia ser uma realidade no país.

Ao longo deste relatório apresentamos uma visão panorâmica dos atores, programas, projetos, recursos humanos especializados e regulamentações existentes que compõem o cenário da Bioeconomia no País. Os dados apresentados demonstram que há uma diversidade significativa de atividades em andamento, uma relevância do tema no âmbito governamental e uma percepção na sociedade de que o Brasil tem diante de si uma

grande oportunidade de desenvolver um segmento relevante internacionalmente e pujante econômica, social e ambientalmente.

Outro aspecto importante é o papel da agenda global de mudanças climáticas, que serve de cenário para um conjunto de iniciativas governamentais e da sociedade, motiva a tomada de decisões em favor de produtos e serviços oriundos de processos sustentáveis e com menor impacto ambiental. Em menor medida, o marco regulatório global da biodiversidade também exerce um papel transformador e incentivador de atividades sustentáveis, mas ainda fortemente marcado pelo viés protecionista e conservacionista.

Internamente, o principal elemento que tem estimulado o setor no Brasil tem sido as políticas de estímulo de demanda para a ampla utilização de biocombustíveis. Historicamente, desde a crise do petróleo nos anos 70, o Brasil adotou uma política de incentivo ao uso do etanol para fins de substituição dos combustíveis fósseis, em particular para motores automotivos. O legado desse processo, que viabilizou o estabelecimento de uma base científica e tecnológica, bem como o conhecimento de como introduzir este tipo de produto no mercado e a logística necessária a suportar uma ampla demanda, possibilitou um constante desenvolvimento da plataforma de biocombustível, com a introdução de novos produtos (biodiesel), ampliação do uso do etanol e o desenvolvimento de novos produtos (etanol de 2^o geração).

Quando avaliamos o atual cenário, um primeiro ponto a destacar é a predominância, de certa forma natural, dos projetos e programas governamentais para fomentar os biocombustíveis. Várias vertentes podem ser identificadas:

- A busca de novas fontes agrícolas e o melhoramento da produtividade e adaptação das espécies atualmente em uso;
- A melhoria dos processos produtivos e o desenvolvimento tecnológicos de novos produtos; e
- O desenvolvimento de novos bioprodutos e processos distintos dos existentes atualmente.

A principal consequência deste contexto é a multiplicidade de iniciativas e a competição entre elas têm como resultado uma ausência de coordenação por parte do governo e uma redução da eficiência dos investimentos públicos e privados. A falta de coordenação intragovernamental e entre o governo e sociedade tem um impacto negativo na capacidade de mobilização de recursos, em particular em momentos de escassez, e principalmente nos programas de formação de recursos humanos e na pesquisa básica.

A falta de planejamento de longo prazo é também um elemento central que não está presente no contexto atual.

Por outro lado, é importante destacar que os incentivos de mercado, via aumento da expansão do percentual de uso de biocombustíveis em combustíveis fósseis, constituem uma fonte interessante para estimular os investimentos e o desenvolvimento de produtos. Contudo, cabe lembrar que os preços dos combustíveis fósseis tem apresentado grande flutuação e este fato torna os investimentos em biocombustíveis mais imprevisíveis.

Quanto aos demais segmentos da biotecnologia industrial (processos e produção de químicos, plásticos e enzimas) que, em geral, tem um valor agregado superior aos biocombustíveis, o número e a dimensão dos projetos e atividades são menores e mais limitados. Dentro do governo não existe um *locus* de coordenação e liderança, assim como os recursos financeiros mobilizados pelas agências governamentais são mais escassos. Neste segmento, a base científico-tecnológica é bem menos densa, tanto em termos de formação de recursos humanos, quanto em termos de pesquisas e produção científica. No ambiente empresarial, apesar de algumas grandes empresas que operam neste segmento, muito da inovação ocorre em pequenas empresas e *start ups*.

Neste contexto, há uma oportunidade mais clara para que o governo desenvolva um papel indutor mais ativo. A definição de regras claras, mecanismos de incentivo (bolsas, auxílios, financiamentos, encomendas tecnológicas, entre outros) e estrutura de governança, que auxilie a definir os objetivos e as regras de acesso a recursos públicos, poderá ter um impacto positivo e acelerar o desenvolvimento desta área.

Por fim, cabe ressaltar que o desenho final de Plano Nacional de Bioeconomia não tem como escapar de lista de requisitos, muito bem elaborada pela CNI em 2014, quando da discussão da eleição presidencial. Qualquer que seja o cenário será necessário desenvolver certas ações convergentes e críticas, tais como:

- Rever e modernizar o marco regulatório;
- Definir mecanismos efetivos de incentivos aos investimentos em P&D;
- Ampliar e melhorar a qualidade da base científico-tecnológico;
- Ampliar e modernizar a infraestrutura laboratorial e de P&D;
- Estimular o empreendedorismo, e
- Disseminar a cultura da inovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNI. (2014). Bioeconomia: oportunidades, obstáculos e agenda (pp. 1–84). Brasília: CNI.

El-Chichakli, B., Braun, von, J., Lang, C., Barben, D., & Philp, J. (2016). Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy. *Nature News*, 535(7611), 221–223.
<http://doi.org/10.1038/535221a>

EPE. (2007). Plano Nacional de Energia 2030–PNE 2030. Rio de Janeiro: EPE.

Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and The Economic Process*. Harvard Univ Pr.

Harvard Business Review-Brasil, Confederação Nacional da Indústria. (2013). *Bioeconomia: Uma agenda para o Brasil*. Brasília: CNI.

Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. (2012). *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. European Commission.
<http://doi.org/10.1089/ind.2012.1508>

OECD. (2009). *The Bioeconomy to 2030 Designing a Policy Agenda*. OECD Publishing.
<http://doi.org/10.1787/9789264056886-en>

USA. (2016). *FEDERAL ACTIVITIES REPORT ON THE BIOECONOMY* . DOE.

ANEXO I

Visão Geral de Estratégias Políticas de Bioeconomia no Mundo

Diversos países e regiões no mundo já desenharam estratégias para a bioeconomia, mesmo que haja diferenças consideráveis em abordagem e foco. A lista abaixo destaca as estratégias internacionais e nacionais, divididas em continentes, que possuem links para download disponíveis.

Internacional / Regional

- EU (2007) [En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy](#)
- EU (2012) [Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe](#)
- EU (2013) [Council Regulation on the Bio-Based Industries Joint Undertaking](#)
- OECD (2009) [The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda](#)
- GFFA (2015) [Growing Demand for Food, Raw Materials & Energy](#)

Europa

- Austria (2013) [Positionspapier Bioökonomie](#)
- Belgium (2013) [Bioeconomy in Flanders](#)
- Denmark (2012) [The Copenhagen Declaration for a Bioeconomy in Action](#)
- Finland (2014) [The Finnish Bioeconomy Strategy](#)
- France (2014) [The new Face of the Industry](#)
- Germany (2010) [Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030](#)
- Germany (2013) [Nationale Politikstrategie Bioökonomie](#)
- Ireland (2009) [Developing the Green Economy in Ireland](#)
- Ireland (2012) [Delivering our Green Potential](#)
- Netherlands (2013) [Groene Groei – Van Biomassa naar business](#)
- Norway (2012) [Research Programme on Sustainable Innovation in Food and Bio-based Industries](#)
- Russia (2011) [Bioindustry and Bioresources - BioTech2030](#)
- Sweden (2012) [Swedish Research and Innovation Strategy for a Bio-based Economy](#)
- UK (2012) [UK Bioenergy Strategy](#)
- UK (2014) [Agri-Tech Strategy](#)
- West Nordic Countries (Iceland, Faroe Islands, Greenland) (2014) [Future Opportunities for Bioeconomy in the West Nordic Countries](#)

Americas

- Brazil (2004) [Brazil's National Biodiesel Program \(PNPB\)](#)
- Brazil (2007) [Biotechnology Strategy](#)
- Canada (2013) [Growing Forward 2 \(biomass\)](#)
- Canada (2005) [The Canadian Biotechnology Strategy \(CBS\)](#)
- Canada (2011) [British Columbia Bio-Economy](#)
- Canada [BioEconomy Alberta](#)
- Canada (2004) [Ontario Bioproduct Strategy](#)
- Mexico (2009) [Inter-Agency Biofuel Strategy](#)
- Uruguay (2012) [Plan Sectorial de Biotecnología 2011-2020](#)
- USA (2012) [National Bioeconomy Blueprint](#)
- USA (2014) [Farm Bill](#)

Asia/Pacífico

- Australia (2012) [Bioenergy – Strategic Plan 2012–2015](#)
- Australia [Biotechnology and Australian Agriculture: Toward the Development of a Vision and Strategy for the Application of Biotechnology to Australian Agriculture](#)
- Australia (2014) [Bioenergy implementation plan](#)
- Australia (2014) Opportunities for Primary Industries in the Bioenergy Sector National Research, Development and Extension Strategy
- China (2012) „Bioindustry Development Plan“, 12th Five-year Plan (2011-2015) on Agricultural Science and Technology Development
- India (2012) [The Bioenergy Roadmap](#)
- India (2014) [Biotechnology Strategy II](#)
- Indonesia (2014) [Bioenergy Policies and Regulation in Indonesia](#)
- Japan (2009) Biomass Strategy
- Japan (2012) [Biomass Industrialization Strategy](#)
- Malaysia (2011) [National Biomass Strategy 2020: New wealth creation for Malaysia's palm oil industry](#)
- Malaysia Biotechnology Policy: Biotechnology for Wealth Creation and Social Well-being
- Malaysia (2013) [National Biomass Strategy \(2nd version\)](#)
- Malaysia (2013) [Bioeconomy Transformation Programme](#)
- New Zealand (2010) [Bioenergy Strategy](#)
- New Zealand (2013) [Biological Industries Research Fund – Sector Investment Plan](#)
- Russia (2011) [Bioindustry and Bioresources - BioTech2030](#)

- South Korea (2006) Bio-Vision 2016
- South Korea (2012) [Strategy for promotion of industrial biotechnology](#)
- Thailand (2003) [National Biotechnology Policy Framework \(2012-2021\)](#)
- The Philippines - National Biofuels Plan (NBP 2013-2030)
- The Philippines - Philippines Energy Plan (2012-2030)

África

- Ghana (2014) [Bioenergy Strategy](#)
- Kenya (2008) [Strategy for Developing the Bio-Diesel Industry in Kenya \(2008-2012\)](#)
- Kenya (2008) Bioethanol Strategy (2009-2012)
- Mali (2009) [Biofuel Strategy \(Strategie Nationale de Développement des Biocarburants en Mali\)](#)
- Mauritius (2013) [Ocean Economy](#)
- Mozambique (2009) National Biofuel Policy and Strategy
- South Africa (2014) [The Bio-economy Strategy](#)

Documento adicional relevante de política para a bioeconomia na Europa.

- BIO-TIC (2015): [A roadmap to a thriving industrial biotechnology sector in Europe.](#)
Funded by the European Union.