



CENÁRIO ATUAL DA
BIOECONOMIA AVANÇADA ENTRE
OS PAÍSES MEMBROS DA PLATAFORMA
PARA O BIOFUTURO E ALÉM

Roberto Jaguaribe Gomes de Mattos
PRESIDENTE – APEX-BRASIL

Márcia Nejaim Galvão de Almeida
DIRETORA DE NEGÓCIOS – APEX-BRASIL

Sueme Mori Andrade
GERENTE DE ESTRATÉGIA DE MERCADO – APEX-BRASIL

Priscilla Alves Negreiros
SUPERVISORA DE MONITORAMENTO E DEFESA DE INTERESSES – APEX-BRASIL

Dienice Ana Bini
Igor Isquierdo Celeste
Maria do Carmo Zinato
ORGANIZAÇÃO/REVISÃO – APEX-BRASIL

Adriano Bonotto Cristina Vieira M. Alexandre
Clarissa Forecchi
Renato Domith Godinho
ORGANIZAÇÃO/REVISÃO – Ministério das Relações Exteriores (MRE)

BIOFUTURE PLATFORM
COLABORAÇÃO

WayCarbon
Carbon Trust
ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Setor Bancário Norte, Quadra 02, Lote 11,
CEP 70.040-020 - Brasília - DF
Tel.: 55 (61) 3426-0202 / Fax: 55 (61) 3426-0263
www.apexbrasil.com.br
E-mail: apexbrasil@apexbrasil.com.br

© 2018 Apex-Brasil
Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil).
Todos os direitos reservados.
Qualquer parte desse relatório pode ser reproduzida desde que referenciada adequadamente. A equipe de Estratégia de Mercado da Apex-Brasil é responsável pelo desenvolvimento desse relatório e gostaria de receber seus comentários e sugestões. Por favor compartilhe sua opinião conosco pelo e-mail: apexbrasil@apexbrasil.com.br

CONTEÚDO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	3
1. RESUMO EXECUTIVO.....	8
2. CONTEXTO.....	11
3. ESCOPO, OBJETIVO E ESTRUTURA.....	13
4. STATUS ATUAL DA BIOECONOMIA E SEUS DESAFIOS.....	14
5. PRODUÇÃO E CONSUMO DE BIOCOMBUSTÍVEIS E BIOPRODUTOS.....	21
6. BARREIRAS AO CRESCIMENTO.....	61
7. STATUS DOS INSTRUMENTOS DE APOIO PARA SUPERAR AS BARREIRAS.....	68
8. CONCLUSÕES.....	84
9. RECOMENDAÇÕES – SUPERANDO BARREIRAS PARA APROVEITAR OPORTUNIDADES.....	86
ANEXO I – QUESTIONÁRIOS NACIONAIS.....	93
10. REFERÊNCIAS.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
~	Aproximadamente
10 ³ hec	Mil hectares
1G	Primeira-geração
2DS	Cenário 2DS da Agência Internacional de Energia – consistente com a meta estabelecida pelo Acordo de Paris para limitar o aumento da temperatura média global ¹
2G	Segunda-geração
3G	Terceira-geração
AAFC	Agriculture and Agri-Food Canada (Departamento de Agricultura do Canadá)
ABRABA	Aliança Brasileira para Biocombustíveis de Aviação
AFDC	Alternative Fuels Data Centre (Central de Dados de Combustíveis Alternativos)
AK	Amandus Kahl GmbH & Co. KG
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APEX-Brasil	Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos
ATJ	Alcohol-to-jet (combustível álcool para avião)
BAU	Business as Usual (fazer negócios da forma tradicional)
BEN	Balanco Energético Nacional
BfP	Biofuture Platform (Plataforma para o Biofuturo)
BKR	Bruins & Kwast Recycling BV
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
BTG	Biomass Technology Group
BTL	Biomass to Liquid (conversão de biomassa para combustível líquido)
CAD	Dólares canadenses
CCS	Captura e armazenamento de carbono
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CEM	Clean Energy Ministerial (Fórum global para promover energias limpas)
CFS	Canada's Clean Fuel Standard (Padrão para combustíveis limpos do Canadá)
CH ₄	Metano
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CIDEB	Centro de Pesquisas em Biocombustíveis do Uruguai

¹ O cenário 2DS é o foco principal da publicação anual da Agência Internacional de Energia: Energy Technology Perspectives (IEA, 2018). Esse cenário descreve um caminho para os sistemas de energia e uma trajetória de emissão de CO₂ compatível com uma chance de no mínimo 50% da limitação do aumento da temperatura média global em 2°C até 2100 (IEA, 2017a). As emissões anuais do setor energético são reduzidas em 70% a partir dos níveis atuais até 2060 e as emissões acumuladas são de cerca de 1,170 gigatoneladas de CO₂ (GtCO₂) entre 2015 e 2100 (incluindo emissões de processos industriais adicionais). Para atingir esse objetivo, as emissões de CO₂ do uso de combustíveis e processos industriais precisam continuar a diminuir depois de 2060 e a neutralidade de carbono no sistema de energia deve ser alcançada em 2100.

CO ₂	Dióxido de carbono
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COP	Conferência das Partes
CORSIA	Sistema de Compensação e Redução de Carbono para a Aviação Internacional
CRS	United States' Congressional Research Service (Serviço de Pesquisa do Congresso dos Estados Unidos da América)
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
DBT-ICT	India's Centre for Energy Biosciences and Institute of Chemical Technology (Centro Indiano para Biociências Energéticas e Instituto de Tecnologia Química)
DME	Dimetil éter
DOE	United States Department for Energy (Departamento de Energia dos Estados Unidos da América)
DPA	Defence Production Act (Ato de Defesa da Produção, Lei dos Estados Unidos da América)
EBP	Ethanol Blending Programme (Programa de Mistura de Etanol da Índia)
CE	Comissão Europeia
EERE	United States Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (Departamento de Eficiência Energética e Energia Renovável dos Estados Unidos da América)
FEIE	Fundo Europeu Para Investimentos Estratégicos
EIA	U.S. Energy Information Administration (Administração de Informações Energéticas dos Estados Unidos da América)
BEI	Banco Europeu de Investimento
EISA	Energy Independence and Security Act (Ato de Independência e Segurança Energética dos Estados Unidos da América)
EJ	Exajoules
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENI	Ente Nazionale Idrocarburi (Agência Nacional Italiana de Hidrocarbonetos)
EPA	United States Environment Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América)
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESALQ/USP	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP
ETIP	European Technology and Innovation Platform (Plataforma de Tecnologia e Inovação Europeia)
UE	União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
EUR	Euros
FAO	Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação)
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FINEP	Empresa Brasileira de Inovação e Pesquisa
FOG	Fats, Oil and Grease (Gorduras, Óleos e Graxas)
FT diesel	Diesel Fischer-Tropsch
G20	Grupo de 20 nações que representam 85% do produto interno bruto global
GAIN	Global Agricultural Information Network (Rede Global de Informações em Agricultura, do Governo dos Estados Unidos da América)

GBEP	Global Bioenergy Partnership (Parceria Global para Bioenergia)
GBP	Libras esterlinas
GEE	Gases de Efeito Estufa
GRFA	Global Renewable Fuels Alliance (Aliança Global de Combustíveis Renováveis)
GSI	Global Subsidies Initiative (Iniciativa Global de Subsídios)
GST	Goods and Services Tax (Imposto sobre Bens e Serviços)
GtCO ₂	Gigatoneladas de Dióxido de Carbono
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil (Óleo vegetal tratado com hidrogênio)
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
ICCT	The International Council on Clean Transportation (Conselho Internacional de Transporte Limpo)
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação
IDR	Rúpias indonésias
IEA	International Energy Agency (Agência Internacional de Energia)
IISD	Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável
iLUC	Mudanças Indiretas no Uso do Solo
IPI	Imposto sobre produtos industrializados
IRENA	International Renewable Energy Agency (Agência Internacional para Energias Renováveis)
ISCC+	International Sustainability and Carbon Certification (Certificação Internacional de Sustentabilidade e Carbono)
IVA	Imposto sobre Valor Acrescentado
LCFS	California's Low-Carbon Fuel Standard (Padrão da Califórnia para Combustíveis de Baixo Carbono)
LCICG	Low-carbon Innovation Co-ordination Group (Grupo de Coordenação para Inovação em Baixo Carbono do Reino Unido)
LPO	Energy Loans Programme Office (Departamento de Programas de Empréstimos para Energia do Governo dos Estados Unidos da América)
m ³	Metro cúbico
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MI	Mission Innovation (Missão Inovação, iniciativa global para acelerar a revolução das energias limpas)
MIT	MKB Innovatieregeling Regio en Topsectoren – Holanda
MJ	Megajoule
MME	Ministério de Minas e Energia
MOPNG	Ministério de Petróleo e Gás Natural da Índia
MRE	Ministério das Relações Exteriores
MtCO _{2e}	Milhões de toneladas de CO ₂ equivalente
N ₂ O	Óxido Nitroso
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada

NER300	New Entrants' Reserve 300 (Programa para financiar iniciativas de baixo carbono da União Europeia)
NERSC	Natural Sciences and Engineering Research Council Canada (Conselho de Pesquisa em Ciências Naturais e Engenharia do Canadá)
NGBF	NextGen Biofuel Fund – Canadá
NRC	Natural Resources Canada (Recursos Naturais – Canadá)
ONU	Organização das Nações Unidas
PAISS	Plano BNDES-Finep de Apoio à Inovação dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PD&D	Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração
RDA	Fundos para P&D
RE	Renewable Electricity (Elettricidade renovável)
REDII	Renewable energy directive (Diretório de Energia Renovável da União Europeia)
ReMap	Renewable Energy Roadmaps (Programa da IRENA de Roadmaps para energias renováveis)
REN 21	Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (Rede de Políticas para Energia Renovável para o Século 21)
RFA	Renewables Fuels Association (Associação de Combustíveis Renováveis dos EUA)
RFS	United States Renewable Fuel Standard (Padrão para Combustíveis Renováveis dos Estados Unidos da América)
RIIHL	Reliance Industrial Investments and Holdings
RRC	R&R Consult (empresa de consultoria)
RSB	Roundtable for Sustainable Biomass Standard
RVO.nl	Netherlands Enterprise Agency (Agência de Negócios da Holanda)
SBIC/ MI	Sustainable Biofuels Innovation Challenge (Desafio de Inovação em Biocombustíveis Sustentáveis, uma iniciativa da Mission Innovation para acelerar P&D em biocombustíveis avançados)
SDTC	Sustainable Development Technology Canada
SE4All	Sustainable Energy for All (Organização para energia sustentável para todos)
SENER	Ministério de Energia do México
SET	Research Framework and Strategic Energy Technologies Programme
SNG	Substitute Natural Gas (gás natural substituto)
tCO ₂ e	Tonelada de CO ₂ equivalente
TINA	Technology Innovation Needs Assessments (Avaliação das Necessidades de Inovação Tecnológica do setor de Bioenergia do Reino Unido)
TKI-BBE	Stichting Topconsortium voor Kennis-en Innovatie Biobased Economy – Holanda
TRL	Technology Readiness Level (Nível de Maturidade Tecnológica)
UCO	Used Cooking Oil (Óleo de cozinha usado)
UK	Reino Unido
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
UNICA	União da Indústria de Cana-de-açúcar

UNIDO	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
UPM	The Biofore Company, empresa Finlandesa
USD	Dólares americanos
USD/L	Dólares por litro
USDA	Departamento de Agricultura dos EUA

NOTA SOBRE TAXAS DE CÂMBIO

Para fins de comparabilidade, os valores em moedas internacionais apresentados nesse relatório também são mostrados no valor aproximado atual para o dólar americano (USD). As taxas de conversão utilizadas nesse relatório são:

USD/GBP	0,71
USD/EUR	0,81
USD/CAD	1,29
USD/BRL	3,3
USD/IDR	65,15

Fonte: (Bloomberg, 2018)

1. RESUMO EXECUTIVO

A Plataforma para o Biofuturo (BfP) foi lançada em Marraquexe durante a 22ª Conferência das Partes (COP22) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), como um compromisso coletivo de vinte países para aumentar o uso de biomassa sustentável como matéria prima para a produção de energia, químicos e outros materiais. A plataforma é liderada pelos governos dos países membros, mas envolve múltiplos atores, por ser uma iniciativa criada para promover a coordenação internacional no desenvolvimento da bioeconomia e para ser um fórum de suporte para esse esforço coletivo. A base para o compromisso da BfP é o reconhecimento de que uma maior penetração da biomassa nos setores de energia e materiais é essencial para se alcançar o objetivo do Acordo de Paris de limitar o aumento das temperaturas médias globais em até 2°C acima dos níveis pré-industriais.

Esse relatório apresenta uma avaliação do estado atual de dois setores chaves para a bioeconomia – biocombustíveis e bioprodutos não energéticos² - entre os países membros da BfP e países/regiões do Desafio de Inovação em Biocombustíveis Sustentáveis da *Mission Innovation* (SBIC/MI). Seu objetivo é fornecer uma referência do ponto de partida da BfP, de forma agregada e desagregada entre países membros e não-membros, dando assim uma noção do tamanho do desafio a ser enfrentado, bem como das barreiras enfrentadas pelos países para o avanço da bioeconomia. O relatório também analisa as soluções para essas barreiras, indicando onde e como os países podem colaborar para atingir objetivos comuns, usando exemplos concretos, quando possível.

Assim, o relatório é dividido nas seguintes seções:

Status atual da bioeconomia e desafios

A bioeconomia tem um papel essencial nos cenários de desenvolvimento de baixo carbono, em conjunto com vários esforços de mitigação complementares em diversos setores da economia. A Agência Internacional de Energia (IEA) e a Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA) mostram que a participação da bioenergia e biocombustíveis precisa dobrar nos próximos 10 anos para atender a demanda mundial crescente por energia de forma alinhada aos objetivos climáticos de longo prazo. Em termos de bioprodutos não energéticos, estima-se um mercado no valor de USD 467 bilhões em 2016 (Research and markets, 2017), mas não existem estimativas consolidadas sobre seu papel na redução das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE). De todo modo, a rápida industrialização das economias emergentes, somada aos altos níveis de consumo de materiais entre países desenvolvidos devem impulsionar um crescimento sem precedentes na demanda mundial por matérias primas de baixo carbono.

Aproximadamente 131 bilhões de litros de biocombustíveis são produzidos anualmente ao redor do mundo, gerando ~USD170 bilhões/ano (Zion Market Research, 2017), principalmente de etanol de primeira-geração e biodiesel. Os biocombustíveis de primeira geração estão no caminho para atingir sua parcela das metas de mitigação do cenário 2DS da IEA para 2025, mas esforços significativos serão necessários para que os biocombustíveis de segunda e terceira geração alcancem suas parcelas de mitigação de emissões estimadas do 2DS. Entretanto, houve globalmente uma queda de investimentos no mercado de biocombustíveis nos últimos anos, principalmente devido ao baixo preço do petróleo observado nessa década. A maioria dos países da BfP e SBIC/MI possuem metas de redução das emissões de GEE até 2030 e além, o que os motiva a superar as barreiras existentes.

Produção e consumo de biocombustíveis e bioprodutos

A produção e consumo de biocombustíveis e bioprodutos é heterogênea entre os países, de acordo com variáveis como o histórico econômico, motivações sociais ou ambientais, clima, disponibilidade de terra, a existência de cadeias de suprimentos e incentivos regulatórios. Os EUA (43,5%) e o Brasil (22,5%) são responsáveis por 65,5% da produção de biocombustíveis do mundo, seguidos pela UE (16,7%) e China (2,5%) (BP Global, 2017). As tendências de consumo não seguem, necessariamente, a geografia da produção; importadores relevantes de biocombustíveis incluem a China,

² Os bioprodutos podem substituir uma variedade de produtos de base fóssil que são hoje utilizados em vários setores da economia

Indonésia, Canadá e França.

As principais matérias primas para a produção global de etanol são a cana-de-açúcar, beterraba, milho e trigo. Apesar de sua baixa eficiência de conversão e potencial de mitigação de GEE, o milho ainda é a matéria prima mais utilizada. As principais matérias primas para a produção de biodiesel são as sementes de colza, o girassol, soja e palma. Novamente, a matéria prima mais utilizada, a soja, possui eficiência de conversão relativamente baixa se comparada às outras opções.

Os biocombustíveis avançados são cada vez mais produzidos dentro e fora da BfP, de plantas piloto à comerciais, apesar de que ainda muito concentradas nos EUA e na UE. De acordo com as respostas dos países, 68 plantas comerciais, 24 plantas de demonstração e 67 plantas piloto estão em operação globalmente.

Barreiras ao crescimento

Uma série de barreiras limita o desenvolvimento e implementação de mercados de biocombustíveis e bioprodutos. As principais barreiras são:

- Disponibilidade limitada de recursos financeiros: os projetos de biocombustíveis avançados e bioprodutos têm custos e riscos substanciais, o que faz com que decisões de investimento sejam inerentemente difíceis. Mecanismos de financiamento público existem, mas são normalmente limitados em sua capacidade de atingir vários projetos e catalisar investimentos privados.
- Competição que os biocombustíveis e bioprodutos enfrentam das alternativas fósseis: os biocombustíveis e bioprodutos competem com os combustíveis e produtos fósseis na medida em que a utilização da bioeconomia não é exigida por lei. As alternativas fósseis se beneficiam de anos de maturação industrial, baixos custos de produção e vários subsídios ao redor do mundo.
- Ambiente regulatório desfavorável: a rede complexa e interligada de mandados, subsídios, incentivos fiscais, subvenções e outros instrumentos frequentemente trabalha direta ou indiretamente contra a bioeconomia, ou a favor de tecnologias competidoras.
- Limitações quanto à disponibilidade de matéria prima: a disponibilidade de matéria prima é frequentemente citada como insuficiente, cara ou inadequada, afetando a viabilidade econômica do desenvolvimento de biocombustíveis avançados.

Status dos instrumentos de apoio para superação das barreiras

Dentro e fora da BfP e SBIC/MI, vários esforços têm sido feitos para apoiar a bioeconomia avançada por meio da inovação, mas mais suporte será necessário para atingir os objetivos delimitados pela BfP. Uma visão geral dos instrumentos de apoio existentes nos países mostra que: (i) existem muito mais incentivos para os biocombustíveis do que para os bioprodutos; e (ii) há uma predominância de instrumentos de “incentivo mercadológico” (*Market pull*) que podem ser inadequados para levar as tecnologias de biocombustíveis avançados, tipicamente mais incipientes, ao mercado.

Conclusões e recomendações

Para que a bioeconomia cumpra seu papel nos cenários de desenvolvimento de baixo carbono e estabeleça-se globalmente, será necessário um esforço sem precedentes em inovação tecnológica e diversificação, além de ações de mitigação complementares como veículos elétricos e outras tecnologias de energias renováveis. Reconhecendo o status atual global e regional da bioeconomia avançada, o desafio colocado pelos audaciosos objetivos coletivos da BfP, as barreiras relatadas pelos países e a partir das experiências prévias de suporte às políticas para a bioeconomia e para inovações de baixo carbono em geral, um conjunto de sete recomendações foi elaborado para os formuladores de políticas (*policy makers*):

- Estabelecer metas claras e priorizar tecnologias (ou grupos de tecnologias, no caso de abordagens agnósticas às tecnologias) de acordo com o potencial de cada uma para o cumprimento dessas metas.
- Mapear o mercado local de tecnologias para biocombustíveis e bioprodutos e seu potencial de

desenvolvimento para entender melhor como tecnologias (ou grupos de tecnologias, no caso de abordagens agnósticas às tecnologias) podem gerar resultados alinhados com as metas nacionais.

- Entender as necessidades de apoio para as tecnologias prioritárias (ou grupos de tecnologias, no caso de abordagens agnósticas às tecnologias) e as políticas disponíveis para permitir que estas atinjam seu potencial.
- Simular custos e benefícios de várias opções de pacotes de políticas de apoio, criando cenários de alternativas de apoio (regulatório ou não) para cada barreira identificada, alocando custos e benefícios a estes cenários de acordo com o custo de implementação de tais ações e benefícios esperados em relação aos objetivos nacionais.
- Decidir um caminho para o futuro envolvendo as partes interessadas (*stakeholders*) corretas e designando responsabilidades para cada atividade.
- Buscar implementar um pacote de intervenções, priorizando as que apresentarem melhor relação custo-benefício com o propósito de atingir os objetivos nacionais.
- Colaborar com as iniciativas internacionais existentes usando os meios oferecidos pela BfP e SBIC/MI, entre outras iniciativas.

2. CONTEXTO

A Plataforma para o Biofuturo (BfP) foi lançada em Marraquexe, em 16 de novembro de 2016, durante a 22ª Conferência das Partes (COP22) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), como um compromisso coletivo de vinte países³ para aumentar o uso de biomassa sustentável como matéria prima para a produção de energia, químicos e outros materiais. A plataforma é liderada pelos governos dos países membros, mas envolve múltiplos atores, por ser uma iniciativa criada para promover a coordenação internacional no desenvolvimento da bioeconomia, para ser um fórum de suporte para esse esforço coletivo e para monitorar o progresso em direção ao alcance dos objetivos apresentados abaixo (Biofuture Platform, 2016). Assim, ela pretende:

- Promover a colaboração internacional entre os formuladores de políticas, indústria, academia e outras partes interessadas;
- Criar um ambiente encorajador para investimentos relacionados a combustíveis de baixo carbono avançados e bioeconomia;
- Aumentar a conscientização e compartilhar análises sobre o status atual, potencial e vantagens dos combustíveis de baixo carbono e outros resultados da bioeconomia avançada;
- Promover a pesquisa e desenvolvimento e compartilhar análises, boas práticas de políticas e informações sobre atividades de P&D e suas necessidades;
- Facilitar discussões sobre como avaliar, compartilhar e promover, de forma efetiva, as práticas sustentáveis para bio-cadeias de valor.

A Plataforma para o Biofuturo também quer potencializar as iniciativas internacionais já existentes e instituições como Clean Energy Ministerial (CEM), Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), Parceria Global para Bioenergia (GBEP), IEA Bioenergia, Agência Internacional para Energias Renováveis (IRENA), Mission Innovation (MI) e Sustainable Energy for All (SE4All), consolidando seu aspecto colaborativo. Na verdade, doze dos países membros⁴ da BfP também são parte da MI, que tem como objetivo acelerar a inovação em energias limpas, incluindo biocombustíveis, por meio do seu Desafio de Inovação em Biocombustíveis Sustentáveis (SBIC).

A base para o compromisso da BfP é o reconhecimento de que uma crescente inserção da biomassa nos setores de energia e materiais é essencial para se alcançar o objetivo do Acordo de Paris: limitar o aumento das temperaturas médias globais em até 2°C acima dos níveis pré-industriais – justificando os esforços para o avanço de uma bioeconomia expandida. O termo bioeconomia é definido, para o propósito desse relatório, como um conjunto de atividades econômicas relativas à invenção, desenvolvimento, produção e uso de produtos e/ou processos biológicos para a produção de energia, materiais e químicos renováveis.

No setor de energia, avaliações da Agência Internacional de Energia (IEA) e da Agência Internacional para Energias Renováveis (IRENA) demonstram que a bioenergia sustentável é um componente indispensável para atender as demandas mundiais crescentes de calor de processo, combustíveis e eletricidade de forma alinhada com os objetivos climáticos de longo prazo (IEA, 2017a) & (IRENA, 2016a). Na realidade, a participação da bioenergia e biocombustíveis precisa dobrar nos próximos 10 anos, mesmo pressupondo grandes avanços na eficiência energética, eletrificação do transporte e uso de outros renováveis. Em particular, as alternativas vegetais podem substituir os combustíveis fósseis para suprir as necessidades de geração de calor dos setores industrial, residencial e comercial; para atender parte das demandas de combustível nos setores de transporte de cargas terrestre, marítimo e aéreo; e atender parte da demanda de eletricidade em circunstâncias nas quais matérias primas vegetais estejam disponíveis como alternativa sustentável e viável aos combustíveis fósseis.

Dentro do setor de materiais, a rápida industrialização das economias emergentes, somada aos altos níveis de consumo

³ Argentina, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, Egito, Finlândia, França, Índia, Indonésia, Itália, Marrocos, Moçambique, Holanda, Paraguai, Filipinas, Suécia, Reino Unido, Estados Unidos e Uruguai.

⁴ Brasil, Canadá, China, Finlândia, França, Índia, Indonésia, Itália, Holanda, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos da América.

de materiais entre países desenvolvidos devem impulsionar um crescimento sem precedentes na demanda mundial por matérias primas de baixo carbono. Atender essa demanda de forma sustentável vai requerer grandes avanços na eficiência no uso de recursos e a substituição de produtos intensivos em carbono por alternativas renováveis de baixo carbono como os bioplásticos, materiais de construção a partir de biomassa e fibras naturais têxteis de fontes adequadas. A Declaração de Visão, “Escalonando a bioeconomia de baixo carbono: um desafio vital e urgente”, endossada em Bonn por dezenove dos vinte países membros da BfP, em 16 de novembro de 2017, durante a COP23 da UNFCCC, visualiza um mundo no qual metade de todos os químicos e materiais pode ser produzida a partir de fontes renováveis até 2050, se as medidas políticas e econômicas necessárias forem estabelecidas (Biofuture Platform, 2017a).

Reconhecendo os desafios para o avanço da bioeconomia globalmente, os países membros da BfP estão determinados a liderar o caminho para o futuro ao contribuir, de acordo com as circunstâncias, políticas, metas e pontos de partida nacionais, para os seguintes objetivos coletivos audaciosos para 2030, como expressos na declaração (Biofuture Platform, 2017b):

- Aumentar significativamente a contribuição da bioenergia moderna sustentável para a demanda energética total;
- Aumentar significativamente a participação percentual de biocombustíveis sustentáveis, de baixo carbono, no total de combustíveis para transporte (incluindo transporte marítimo e aéreo);
- Aumentar progressivamente as economias de carbono em todo o ciclo de vida de produção dos biocombustíveis quando comparados aos combustíveis fósseis;
- Estimular a inovação na bioeconomia e o avanço da produção comercial de biocombustíveis de baixo carbono em escala para que se tornem competitivos em termos de preço com os combustíveis fósseis, quando o valor da economia de carbono é levado em consideração;
- Aumentar significativamente os investimentos globais em bioeconomias de baixo carbono sustentáveis, incluindo biorrefinarias flexíveis e avançadas, capazes de produzir energia e bioprodutos;
- Multiplicar os investimentos de governos e indústrias em pesquisa e inovação em bioeconomia.

Com esses objetivos estabelecidos, a Declaração de Visão para o Biofuturo pede que sejam desenvolvidas metas mais específicas, que seja elaborado um plano de ação para apoiar o atingimento dessas metas e o desenvolvimento de um mecanismo de monitoramento e comunicação do progresso ao longo dos próximos anos.

3. ESCOPO, OBJETIVO E ESTRUTURA

Esse relatório apresenta uma avaliação do estado atual de dois setores chave para a bioeconomia, ambos produtos de biorrefinarias - biocombustíveis e bioprodutos não-energéticos – nos países membros da BfP e países/regiões selecionados da MI⁵ e seu SBIC, Noruega, México e União Europeia (UE). Esses mercados são avaliados a partir das respostas de cada país a um questionário padronizado (apresentado por completo no Anexo I), uma revisão da literatura existente e entrevistas com especialistas internacionais selecionados. Seu objetivo é fornecer uma referência do ponto de partida da BfP, de forma agregada e desagregada entre países membros e não-membros, dando assim uma noção do tamanho do desafio a ser enfrentado, bem como das barreiras enfrentadas pelos países para o avanço da bioeconomia. O relatório também analisa as soluções para essas barreiras, indicando onde e como os países podem colaborar para atingir objetivos comuns e com exemplos concretos, quando possível. Esperamos que o leitor possa perceber a magnitude do desafio que se coloca aos objetivos audaciosos da BfP; a diversidade de soluções apresentadas para lidar com esse desafio; e a necessidade de colaborar ativamente e aprender uns com os outros em um apoio mútuo para atingir os objetivos comuns.

Para tanto, esse relatório é dividido nas seguintes seis seções:

- (I) Seção 4 apresenta os desafios que aguardam a BfP e apresenta o status atual dos mercados de biocombustíveis e bioprodutos a partir de uma perspectiva global e nacional/regional, incluindo as principais metas nacionais;
- (II) Seção 5 apresenta detalhes de dados da produção e consumo de biocombustíveis e bioprodutos para países e regiões a partir de seus perfis individuais, assim como uma comparação das matérias primas para biocombustíveis e detalhes das instalações existentes de biocombustível avançado;
- (III) Seção 6 investiga as barreiras prejudicando o avanço desses mercados, buscando entender melhor e categorizar essas barreiras, assim como observar as similaridades e diferenças entre os países;
- (IV) Seção 7 discute como mecanismos de apoio podem ser utilizados para superar essas barreiras e revela como os países têm lidado com elas, classificando os mecanismos de apoio de acordo com o formato para chegar em uma noção de quais podem ser adequados para diferentes circunstâncias;
- (V) Seção 8 oferece comentários conclusivos, reunindo pontos principais de cada seção;
- (VI) Seção 9 oferece recomendações objetivas para que os países superem as barreiras e aproveitem as oportunidades.

⁵ Mission Innovation é uma iniciativa global de 22 países e a União Europeia para acelerar drasticamente a inovação em energia limpa. Maiores informações podem ser encontradas em: <http://mission-innovation.net>

4. STATUS ATUAL DA BIOECONOMIA E SEUS DESAFIOS

O papel da bioeconomia em um mundo limitado a 2° C de aquecimento

A bioenergia e os bioprodutos devem ter um papel de protagonismo na transição em direção a uma economia de baixo carbono e são componentes indispensáveis no portfólio de biotecnologias de baixo carbono necessárias para se limitar o aumento do aquecimento global em até 2° C. A bioenergia pode oferecer alternativas de baixo carbono para: o setor de transportes, complementando o papel dos veículos elétricos; geração de eletricidade, complementando o papel de outras fontes renováveis; e geração de calor de processo para indústrias e aquecimento para edificações, novamente complementando o papel de outras fontes de calor. Os bioprodutos podem substituir vários produtos de fonte fóssil, que são rotineiramente utilizados por todos os setores da economia. Para cumprir esse papel, as matérias primas de base vegetal devem ser utilizadas de forma sustentável, i.e., com modelos de negócios economicamente viáveis que gerem um efeito líquido de mitigação de emissões ao longo de seus ciclos de vida quando comparados às linhas de base em cada contexto, e ao mesmo tempo, limitem impactos sociais e ambientais mais amplos. Apesar das controvérsias em torno dos padrões de sustentabilidade para matérias primas vegetais, existe um consenso crescente entorno do que constituem boas práticas para a produção, extração, rotas de conversão e uso final da bioenergia e bioprodutos, aumentando as credenciais de sustentabilidade da bioeconomia.

A bioenergia e os bioprodutos são componentes indispensáveis no portfólio de tecnologias de baixo carbono para limitar o aquecimento global em até 2°C.

Não é surpreendente que a bioenergia tenha um papel essencial no desenvolvimento de cenários de baixo carbono da IEA e IRENA, sendo responsável por 17% da mitigação cumulativa de carbono até 2060 no cenário de 2°C da IEA (2DS) (IEA, 2017a) e por uma parcela ainda maior da mitigação global prevista em cenários otimistas, nos quais as biorrefinarias são integradas com sistemas de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS) para remover carbono atmosférico. Para que tamanha ambição de mitigação de GEE seja alcançada, um esforço sem precedentes em inovação e diversificação das biotecnologias será necessário globalmente, criando um desafio intimidador para o setor energético. O cenário 2DS da IEA estima que a bioenergia precisa dobrar sua participação no consumo global final entre 2015 e 2030, de ~18 EJ para ~35 EJ. Isso inclui um crescimento absoluto no uso de biocombustíveis de três vezes no setor de transportes, três vezes no setor de eletricidade, duas vezes no setor industrial e duas vezes nos outros setores – em conjunto com outros esforços de mitigação complementares em todos estes setores, como uma maior inserção dos veículos elétricos no setor de transportes e outras fontes renováveis de geração de eletricidade e eficiência energética industrial. Ou seja, várias alternativas de baixo carbono devem ser desenvolvidas em cada setor para se alcançar os objetivos de descarbonização de longo prazo. Até 2060, as projeções exigem uma contribuição ainda maior da bioenergia moderna, alcançando ~71 EJ globalmente.

A escala da produção de biocombustíveis projetada no cenário 2DS requer um crescimento acelerado na produção de biocombustíveis avançados, para que, com outras tecnologias de baixo carbono, os objetivos de descarbonização de longo prazo sejam alcançados: em 2025, a IEA estima que ~222 bilhões de litros⁶ de biocombustíveis precisariam ser produzidos globalmente (IEA, 2017a). Em 2050, (IRENA, 2017) a estimativa é que 1,120 bilhões de litros de biocombustíveis sejam necessários por ano para que os países limitem, de forma economicamente viável, o aquecimento global em até 2 graus – como detalhado abaixo. Projeções similares para o potencial de mitigação e as necessidades de uso não estão disponíveis para o mercado de bioprodutos, apesar de que existe um número crescente de alternativas de fontes vegetais para químicos derivados de petróleo e outros materiais não renováveis.

Mercados globais

Aproximadamente 131 bilhões de litros de biocombustíveis são produzidos anualmente ao redor do mundo, gerando

⁶ Incluindo: 128 bilhões de litros de Etanol 1G; 35 bilhões de litros de biodiesel 1G; 29 bilhões de litros de etanol 2G; e 31 bilhões de litros de biodiesel 2G.

~USD 170 bilhões/ano (Zion Market Research, 2017), principalmente etanol e biodiesel de primeira geração. Enquanto várias estimativas indicam uma perspectiva de crescimento significativo para os mercados de biocombustíveis de primeira e segunda geração, um grande desafio existe (e um grande esforço será necessário) para elevar os níveis de produção de biocombustíveis de segunda geração para os valores necessários para que as metas de mitigação de emissões do cenário 2DS sejam atingidas.

O mercado de biocombustíveis pode ser detalhado em três categorias:

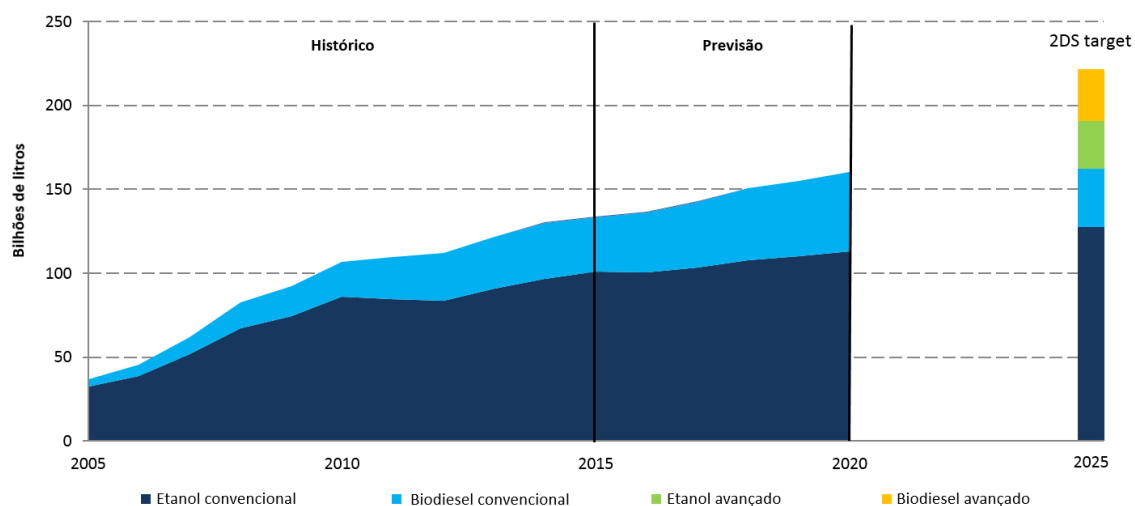
Primeira geração (1G) de biocombustíveis converte o açúcar ou amido de cultivos agrícolas em etanol e lipídios em combustível diesel por meio de rotas de conversão bem estabelecidas. Aproximadamente 130 bilhões de litros de biocombustíveis 1G foram produzidos em 2016 (dos quais 98 bilhões de litros foram etanol 1G e 30 bilhões de litros foram biodiesel), principalmente nos EUA (47%) e Brasil (27%)(AFDC, 2017); (IRENA, 2016a); (GRFA, 2017a).

Segunda geração (2G ou avançados) são biocombustíveis derivados principalmente de matérias primas lignocelulósicas como resíduos de cultivos alimentares, cultivos energéticos e outras biomassas. Apesar de existirem várias tecnologias de conversão para 2G, como o etanol 2G, a maioria ainda não é comercialmente viável, gerando uma produção global modesta de ~1bilhão litros/ano (IRENA, 2016a). Deve-se notar que a definição de biocombustíveis avançados não é consensual, com países como os EUA definindo biocombustíveis avançados com base em sua performance ambiental, incluindo então o etanol de cana-de-açúcar.

Terceira geração (3G) são biocombustíveis derivados de algas que ainda não são custo-efetivos, dado o estágio inicial das rotas de conversão. A produção global de biocombustíveis 3G ainda são marginais e não quantificadas.

A Figura 1 ilustra a produção global de biocombustíveis 1G e 2G até 2015, a projeção até 2020 e a meta do 2DS até 2025. Enquanto os biocombustíveis 1G estão no caminho para atingir a meta para 2025 do 2DS da IEA, um aumento significativo na produção de biocombustíveis de 2G e 3G será necessário para que as metas sejam atingidas.

Figura 1. Produção global de biocombustíveis líquidos, histórica e projetada



Fonte: Adaptado de (IEA, 2017a).

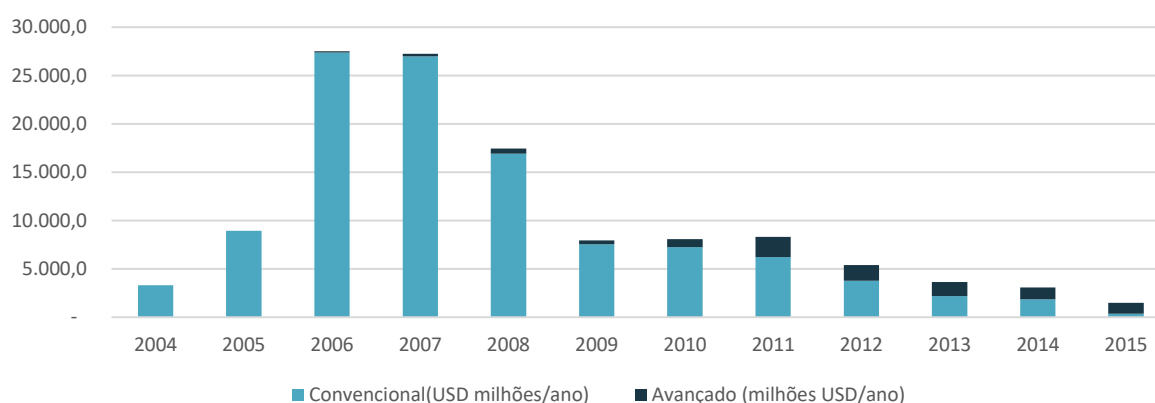
Depois de 2025, o cenário previsto pelo *Renewable Energy Roadmaps (ReMap)* da IRENA prevê que uma produção global de 500 bilhões de litros de biocombustíveis seria necessária até 2030 (dos quais 124 bilhões seriam biocombustíveis avançados) e 1.120 bilhões de litros por ano até 2050 para que as metas do Acordo de Paris sejam alcançadas de forma financeiramente eficiente (IRENA, 2017). Isso representa um crescimento de quatro vezes e nove

Os biocombustíveis de primeira geração estão no caminho certo para atingir as metas do cenário 2DS da IEA para 2025, mas um aumento significativo de produção será necessário para os biocombustíveis 2G e 3G.

vezes para 2030 e 2050, respectivamente, em relação ao tamanho atual do mercado, o que exigiria a instalação de 12.500 plantas com capacidade instalada média anual de 40 milhões de litros nos próximos 12 anos.

Entretanto, o mundo assistiu a uma queda nos investimentos nos mercados de biocombustíveis recentemente – ilustrada na Figura 2 – principalmente devido aos baixos preços de petróleo observados nessa década. Entre 2013 e 2015, os investimentos globais em biocombustíveis chegaram a uma média de USD 1,7 bilhão; entretanto, em 2016, esse valor caiu para USD 250 milhões (IRENA, 2018). Novas plantas de biocombustíveis têm tido dificuldades para serem financeiramente viáveis quando as alternativas não renováveis são baratas, forçando os formuladores de políticas a refletir sobre como equilibrar a competição entre combustíveis fósseis e biocombustíveis.

Figura 2. Queda do investimento global em biocombustíveis convencionais e avançados



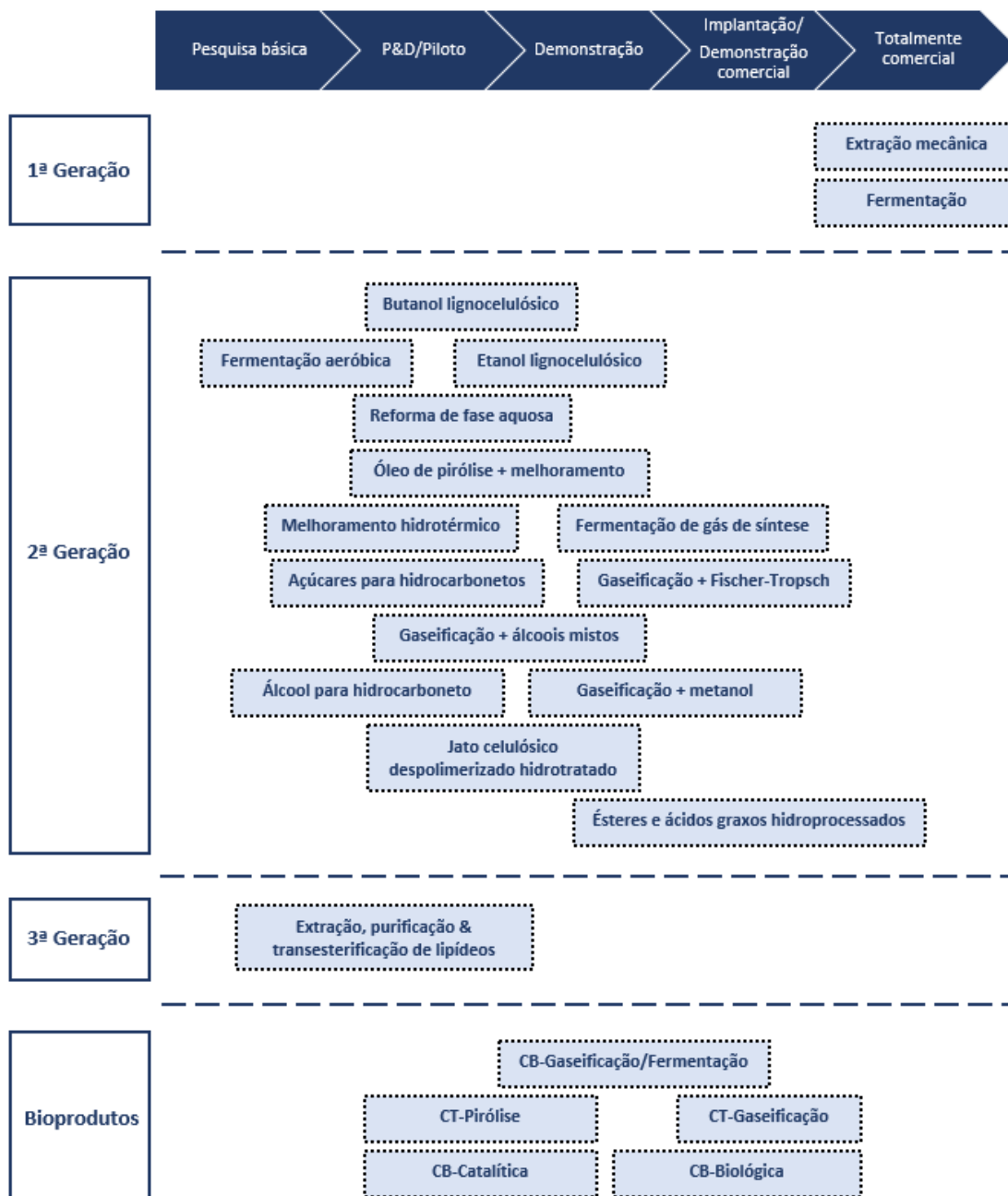
Fonte: (IRENA, 2016b). Nota: a análise da IRENA foi baseada no Bloomberg New Energy Finance (2015), *Global Trends in Clean Energy Investment*.

Na área não-energética da bioeconomia, as biorrefinarias estão se desenvolvendo a partir de indústrias tradicionais como papel e celulose, plantas químicas, processamento de amido e processos convencionais de biocombustíveis, ao passo que bioprodutos oferecerem oportunidades de aumentar a lucratividade nestes segmentos. O mercado de bioprodutos está se desenvolvendo rapidamente, com valor de USD 467 bilhões em 2016 (Research and markets, 2017) incluindo químicos, farmacêuticos e materiais que podem substituir diversos derivados do petróleo. Como um mercado relativamente novo, ele requer investimentos significativos e os produtos normalmente têm dificuldades para competir com as alternativas fósseis, que se beneficiam de mais de 100 anos de curva de aprendizado, enfatizando a necessidade de ambientes regulatórios favoráveis, soluções financeiras adequadas e outros mecanismos para equilibrar a competição em favor dos bioprodutos. Pouca informação está disponível sobre o potencial desse mercado em contribuir para as metas climáticas e avançar nos próximos anos.

A perspectiva global para biocombustíveis e bioprodutos indica que as rotas de conversão de biomassa para biocombustíveis 2G e 3G estão avançando na jornada tecnológica em direção à comercialização, mas se encontram ainda muito atrás das rotas 1G. A Figura 3 mostra o nível de maturidade das principais tecnologias de conversão de biocombustíveis e bioprodutos, desde estágios iniciais de P&D (como a transformação direta de açúcares em hidrocarbonetos que produzem um combustível tipo alceno sem um intermediário de álcool) para tecnologias comercialmente testadas ou quase comerciais (como o etanol de cana 2G de fermentação ou o etanol 2G de materiais lignocelulósicos).

As rotas de conversão de biocombustíveis 2G e 3G estão ficando para trás e requerem um grande apoio para serem utilizadas na escala necessária para o 2DS

Figura 3. Nível de maturidade tecnológica (*Technology Readiness Levels - TRL*) das tecnologias de conversão de biocombustíveis e bioprodutos



Fonte: adaptado de: (Carbon Trust, 2012); (IEA Bioenergy Task 39, 2018); (IRENA, 2016b); e (Mawhood, Gazis, Jong, Hoefnagels, & Slade, 2016). Nota: A figura não apresenta uma lista exaustiva de tecnologias. Níveis de maturidade tecnológica são definidos como: **Pesquisa Básica:** os princípios básicos já foram demonstrados, o conceito da tecnologia está formulado, prova conceito experimental; **P&D/Piloto:** tecnologia testada e validada em laboratório, tecnologia validada em um ambiente relevante; **Demonstração:** tecnologia demonstrada em um ambiente relevante, protótipo do sistema demonstrado em um ambiente operacional; **Implantação/demonstração comercial:** sistema completo e qualificado; **Totalmente comercial:** sistema completo provado em um ambiente operacional e competitivo.

Mercados regionais

As metas das políticas climáticas nacionais definem o mercado local para bioeconomia e são apresentadas na Tabela 1. A tabela revela que a grande maioria dos países da BfP e SBIC/MI possuem metas de redução de GEE até 2030 e além. Além de metas de redução de GEE, vários países objetivam reduzir a intensidade de emissão de seus Produtos Internos Brutos (PIB), aumentar a participação dos renováveis no setor de energia e de bioprodutos na produção industrial nacional.

Tabela 1. Metas climáticas principais por país/região

Região /País	Meta	Unidade	Período
África			
Egito			
Marrocos	17-42%	Redução absoluta de emissões de GEE	2030
Moçambique	Redução de 76,5%	Redução absoluta de emissões de GEE	2020-2030
	Entre 31% e 50%	Participação de bioprodutos no mercado nacional	2030
Ásia			
China	Redução de 60-65%	Intensidade de emissão do PIB	2005-2030
	20%	Participação de combustíveis não fósseis na geração primária de energia	2030
	130 bilhões	Produção de litros de biocombustíveis	2020
Índia	33-35%	Intensidade de emissão do PIB	2005-2030
	40%	Participação de não-fósseis na capacidade instalada energética	2030
Indonésia	29%	Redução absoluta de emissões de GEE	Base vs. 2030
	Entre 11% e 30%	Participação de bioprodutos no mercado nacional	2030
Filipinas	70%	Redução absoluta de emissões de GEE	Base vs. 2030
Europa			
Dinamarca	40%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2030
União Europeia	40%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2030
Finlândia	40%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2030
	20%	Participação de biocombustíveis no setor de transporte	2050
	38%	Participação de renováveis no consumo total de energia	2020
França	40%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2030
	15%	Participação de biocombustíveis no setor de transporte	2030
	32%	Participação de renováveis no consumo total de energia	2030
Itália	40%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2030
	Entre 5% e 10%	Participação de bioprodutos no mercado nacional	2030
Holanda	40%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2030
	Entre 11% e 30%	Participação de bioprodutos no mercado nacional	2030
Noruega	40%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2030
Suécia	40%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2030
	100%	Participação de renováveis na matriz energética	2040
Reino Unido	80%	Redução absoluta de emissões de GEE	1990-2050

Região /País	Meta	Unidade	Período
América Latina			
Argentina	20%	Participação de renováveis no consumo total de energia	2025
	15%	Redução absoluta de emissões de GEE	Base vs. 2030
Brasil	43%	Redução absoluta de emissões de GEE	2005 - 2030
	45%	Participação de renováveis no consumo de energia	2030
	18%	Participação de renováveis no consumo de energia	2030
México	25%	Redução absoluta de emissões de GEE	Base vs. 2030
	Menos de 5 %	Participação de bioprodutos no mercado nacional	2030
Paraguai	20%	Redução absoluta de emissões de GEE	Base vs. 2030
	Menos de 5 %	Participação de bioprodutos no mercado nacional	2030
Uruguai	24-29%	Redução de CO ₂ por unidade do PIB	2025
	27-31%		2030
	57-59%	Redução de CH ₄ por unidade do PIB	2025
	62-63%		2030
	48-52%	Redução de N ₂ O por unidade do PIB	2025
	51-57%		2030
América do Norte			
Canadá	30%	Redução absoluta de emissões de GEE	2005 - 2030
EUA ⁷	26-28%	Redução absoluta de emissões de GEE	2005 - 2030

Fonte: respostas nacionais ao questionário, UNFCCC, e entrevistas com representantes nacionais selecionados.

Por trás dessas metas, existem motivações diferentes para os mercados de biocombustíveis e bioprodutos. Em resposta ao questionário que é a base para este relatório, países europeus e da América do Norte indicaram que eles são primeiramente motivados pelos compromissos de redução de emissões dos GEE, enquanto que países asiáticos e da América Latina informaram que as principais motivações são a necessidade de aumentar a segurança energética e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. A intenção de estabelecer bioindústrias nacionais para gerar valor agregado e empregos também aparece em todos os países, tanto para biocombustíveis quanto bioprodutos. Os mercados de bioprodutos são menos conectados às reduções nacionais das emissões de GEE, mas mais incentivados pelas intenções dos países de fortalecer as bioindústrias, particularmente na Europa e América do Norte, e pelos esforços do setor privado em aumentar a lucratividade dos negócios na América do Sul, Europa e EUA, onde as indústrias de biocombustíveis já se encontram instaladas.

Entre países da BfP e SBIC/MI existe um consenso sobre a importância atribuída aos mercados de biocombustíveis e bioprodutos. Apesar da subjetividade inerente à resposta de cada país, a Tabela 2 permite a comparação entre a importância dada a esses mercados e os dados de produção em cada região/país. Em geral, existe uma correlação fraca entre a importância dada e a produção e consumo reais. No setor energético, vários países que não produzem ou consomem quantidades significativas de biocombustíveis dão grande importância para esses combustíveis. Nos outros setores, as respostas indicam uma importância menor para os bioprodutos, aparentemente alinhada com a baixa disponibilidade de dados de mercado. Notavelmente, países como Moçambique, Indonésia, Dinamarca e Argentina reportam um consumo significativo de bioprodutos atualmente.

⁷ As metas de redução de emissões de GEE como originalmente apresentadas pelos EUA em 2016, em suas NDC: <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/United%20States%20of%20America%20First/U.S.A.%20First%20NDC%20Submission.pdf>

Tabela 2. Importância dada aos biocombustíveis e bioprodutos comparada à participação dos biocombustíveis no consumo de energia no setor de transporte

Região / País	Importância dada à bioeconomia		Produção anual de biocombustíveis (Bilhões de litros)		Participação atual de biocombustíveis no setor de transporte local (%)	Participação anual dos bioprodutos na produção local (%)
	Biocombustíveis	Bioprodutos	Etanol	Biodiesel		
África						
Egito						
Marrocos						
Moçambique						Mais que 50%
Ásia						
China			3,15	0,5		
Índia			0,7	0,1	0,2%	
Indonésia			0,1	1,7		Entre 5% e 10%
Filipinas						
Europa						
Dinamarca			0,2		6%	Entre 5% e 10%
UE			4,1	11,5	4,1%	
Finlândia					11,8%	
França			0,9	2,4	7,6%	
Itália					6,4%	Menos que 5 %
Holanda			0,4	1,5	5,7%	Menos que 5 %
Noruega					4,8%	
Suécia					14,7%	
Reino Unido					3%	
América Latina						
Argentina			0,8	2,1	10%	Entre 5% e 10%
Brasil			30	4,1	20%	Menos que 5%
México				0,004		
Paraguai						
Uruguai					6%	
América do Norte						
Canada			1,7	0,3	3%	Menos que 5 %
EUA			56,1	4,8	5,1%	
World total			98,3	30,1	4%	

LEGENDA:	
<i>Desconhecido ou não respondido</i>	
<i>Irrelevante</i>	
<i>Pouca importância</i>	
<i>Importante</i>	
<i>Muito importante</i>	

Fonte: Respostas nacionais ao questionário; entrevistas com representantes nacionais selecionados; (AFDC, 2017); (ANP, 2016); (European Commission, 2017a); (IEA, 2015a); (IEA, 2017a); (REN21, 2016); e (SENER, 2016). Notas: Todos os números foram arredondados em 0,1 bilhões de litros. A produção nacional considerada foi de 2015 para todos os países, com poucas exceções cujos dados para 2016 já estavam disponíveis. A participação dos biocombustíveis no setor de transporte são aproximações criadas com os últimos dados disponíveis para cada país a partir das fontes citadas acima. A produção de óleos vegetais tratados com nitrogênio (HVO) e de biocombustíveis 2G não foi incluída como uma coluna devido à produção global relativamente pequena de 4,9 bilhões de litros/ano e ~1 bilhão de litros/ano, respectivamente. Os dados de etanol são somente para etanol combustível.

Nos países da BfP e SBIC/MI, existe um senso compartilhado da importância dada ao mercado de biocombustíveis e bioprodutos

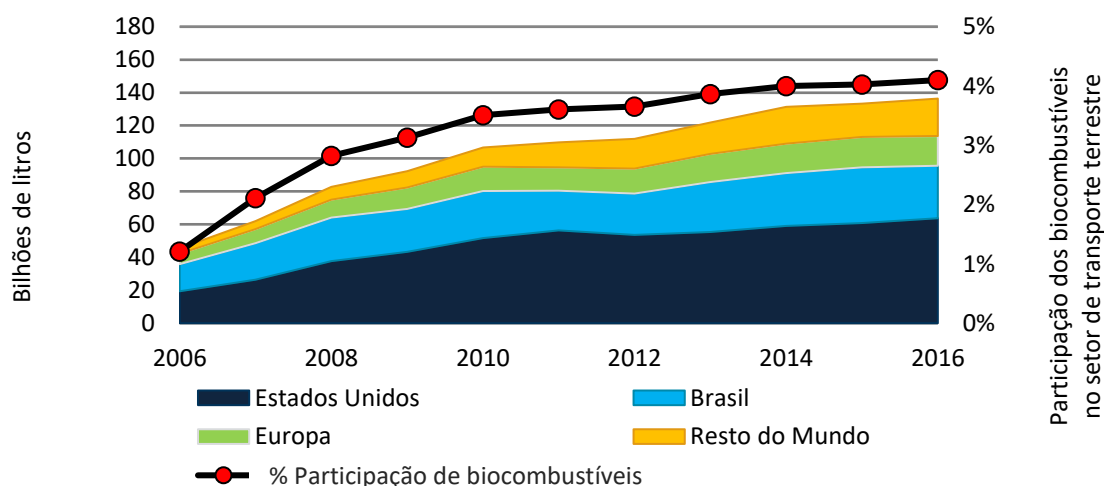
5. PRODUÇÃO E CONSUMO DE BIOCOMBUSTÍVEIS E BIOPRODUTOS

A produção e consumo de biocombustíveis e bioprodutos é heterogênea nos países analisados, influenciada por variáveis como a história econômica, motivos sociais e ambientais, clima, disponibilidade de terra, existência de cadeias de suprimentos e incentivos regulatórios. Essa seção apresenta mais detalhes sobre o estado atual destes mercados nos países e regiões selecionados, apesar de limitados devido à falta de informações sobre o mercado de bioprodutos não-energéticos. Os dados de produção e consumo global de biocombustíveis estão detalhados por país e região, seguidos de uma comparação das matérias primas para produção de etanol e biodiesel, uma análise dos custos dos biocombustíveis comparados aos combustíveis fósseis, um resumo do estado atual das instalações de biocombustíveis avançados ao redor do mundo e um olhar mais aprofundado para o perfil nacional e regional de países selecionados da BfP e SBIC/MI para ilustrar o status mais atualizado da bioeconomia e desafios específicos para cada área.

Detalhamento da produção e consumo de biocombustíveis por países e regiões

Os biocombustíveis para transporte têm um papel importante em um número restrito de mercados. Em 2016, somente seis países possuíam produção de etanol acima de 1 bilhão de litros e outros dez países apresentavam esse nível de produção para biodiesel (IEA, 2017b). Entre os países da BfP e SBIC/MI, a média de participação dos biocombustíveis no setor de transporte foi de 14%, um valor expressivo quando comparado à média global de 4%. Os EUA lideram a produção de biocombustíveis líquidos, representando 46,8% da produção mundial, seguido da América Latina, na qual o maior representante é o etanol de cana-de-açúcar brasileiro, com 23,4% de participação mundial (BP Global, 2017). A Figura 4 mostra os dados de produção por região na última década, revelando o crescimento da ainda modesta produção de países que não os EUA, Brasil e a União Europeia.

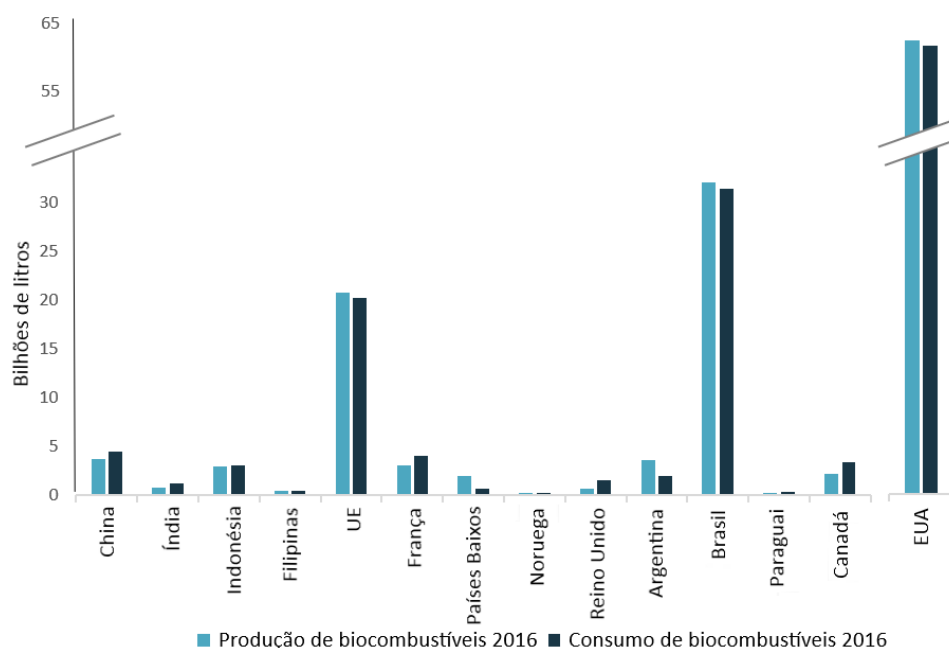
Figura 4. Produção de biocombustíveis por região



Fonte: (IEA, 2017b).

As tendências de consumo não seguem, necessariamente, a produção geográfica, principalmente fora dos EUA e do Brasil. Fora desses países e entre os países da BfP e SBIC/MI, a China, Argentina e França foram os mais importantes países para produção de biocombustíveis, enquanto que o Canadá e a Indonésia se destacam no consumo, como pode ser visto na Figura 5. Notavelmente, o consumo de etanol e biodiesel deve dobrar até 2040 nos EUA e no Brasil, e quadruplicar na China e a UE, se estes países seguirem os padrões projetados no cenário de novas políticas 'New Policies Scenario' da IEA.

Figura 5. Produção e consumo de biocombustíveis para os países da Plataforma para o Biofuturo e SBIC/MI em 2016



Fonte: Respostas nacionais ao questionário e (GAIN, 2017a).

Comparação de matéria prima e custos de produção de biocombustíveis

Cana-de-açúcar, beterraba, milho e trigo são as principais matérias primas para a produção mundial de etanol. Enquanto que a cana-de-açúcar é preferida nos países tropicais (como Brasil e Índia), os países de clima temperado têm mais sucesso com cultivos de milho e trigo (como nos EUA e na Europa).

A Tabela 3 apresenta uma comparação das matérias primas escolhidas para produção de etanol em relação às suas respectivas produtividades, eficiência de conversão e potencial de mitigação de GEE. A tabela mostra que a cana-de-açúcar é, em geral, melhor do que outras matérias primas no que diz respeito a produtividade e eficiências de conversão, bem como em relação ao seu potencial de mitigação de GEE. O etanol de milho e trigo apresentam retornos energéticos limitados quando comparados aos insumos energéticos que demandam na produção, chegando a demandar mais energia para serem produzidos do que geram, e apresentam uma performance ambiental relativamente baixa. Apesar desses fatores, o milho ainda é a matéria prima mais utilizada globalmente para a produção de etanol.

Tabela 3. Comparação das matérias primas selecionadas para produção de etanol na Europa

Matéria prima	Eficiência de conversão (MJ renováveis/ MJ fósseis*)	Redução de emissões de GEE quando comparado à gasolina (%)	Produtividade (L/ha)
Cana-de-açúcar	9,3	89 (61-91)	7.000
Resíduos celulósicos	8,3-8,4	66-73	-
Beterraba	1,2-1,8	35-56	5.500
Trigo	0,97-1,11	19-47	2.500
Milho	0,6-2,0	20-38	3.800

Fonte: Adaptado das respostas nacionais ao questionário e (Shikida, Finco, & Cardoso, 2016). *Nota: A eficiência de conversão varia muito de região para região. Os números considerados são referentes às condições europeias.

A Tabela 4 apresenta uma comparação de matérias primas selecionadas para produção de biodiesel: colza, girassol, soja e palma. Os cultivos de palma apresentam as melhores taxas de produtividade e eficiência de conversão, mas contribuem com uma parcela pequena da produção global de biodiesel já que exigem condições particulares de floresta tropical para crescerem (Verheye, 2010) e estão frequentemente ligados ao desmatamento (Gao, Y. et al., 2011). A soja fica em 3º lugar entre as matérias primas analisadas no que diz respeito à produtividade por hectare, e 4º no que diz respeito a eficiência de conversão, mas é, apesar disso, a principal matéria prima para a produção mundial de biodiesel (Kolling et al. 2016).

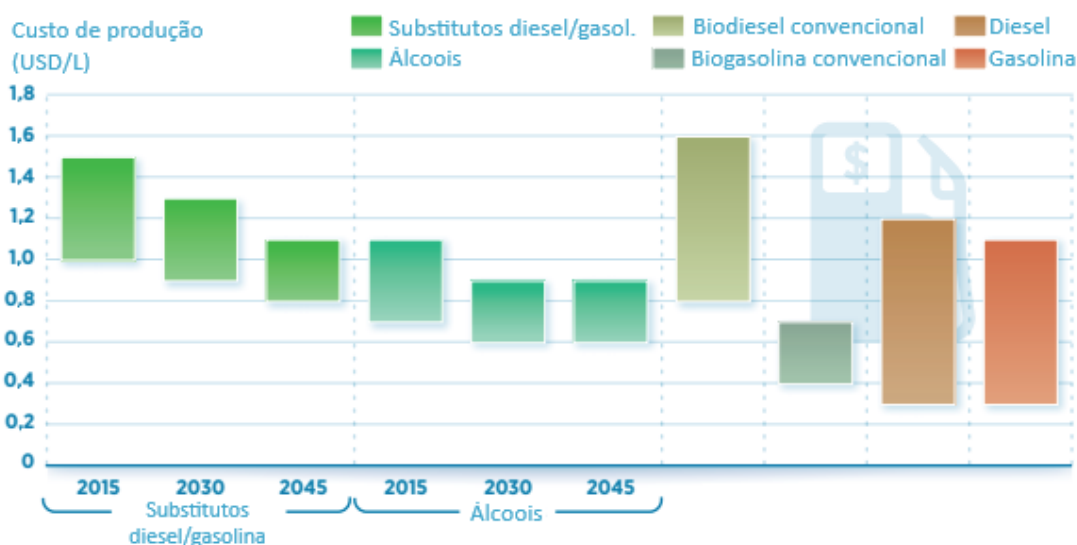
Tabela 4. Comparação de matérias primas selecionadas para produção de biodiesel na Europa

Matéria prima	Eficiência de conversão (MJ renováveis/ MJ fósseis*)	Redução de emissões de GEE quando comparado ao diesel (%)	Produtividade (kg/ha/ano)
Colza	2,5	40	562
Girassol	2,4	55	946
Soja	2,3	42	826
Palma	9,1	60	4747

Fonte: Adaptado das respostas nacionais ao questionário; (Shikida, Finco, & Cardoso, 2016); (Ong, Mahlia, Masjuki, & Honnery, 2012); e (Ziolkowska, 2014). * Nota: A eficiência de conversão varia de região para região, os dados apresentados são referentes às condições europeias.

A produção de biocombustíveis apresenta custos significativamente maiores do que a de combustíveis fósseis, e deve seguir assim nas próximas décadas, apesar das reduções de custos projetadas – conforme observa-se na Figura 6. Os custos dos biocombustíveis estão relacionados, em primeiro lugar, à aquisição de matéria prima e, em menor grau, aos custos operacionais e de capital. Apesar de existirem variações consideráveis entre as tecnologias de conversão, produzir biocombustíveis avançados é claramente mais caro, especialmente considerando que as cadeias de suprimentos das matérias primas e as tecnologias de conversão ainda se encontram em estágio inicial de desenvolvimento. As principais oportunidades para redução de custos estão na otimização da cadeia de suprimentos (e.g., com logística mais eficiente e simbiose com outras indústrias); na inovação tecnológica (e.g. com processos de pirólise rápida para maximizar o rendimento líquido e aumentar a eficiência produtiva) e na curva de aprendizado associada à economia de escala (e.g., com plantas produtivas de maior escala, gerando uma redução de custo por unidade produzida). A inovação pode, de fato, reduzir em até um terço os custos de produção de biocombustíveis avançados nas próximas três décadas.

Figura 6. Custos de produção atuais e projetados para biocombustíveis comparado com combustíveis fósseis



Fonte: (IRENA, 2016b). Nota: Os custos de produção estão em USD por litro.

Regulações que obrigam a mistura de biocombustíveis com combustíveis fósseis têm sido efetivas em proteger os biocombustíveis dos preços baixos do petróleo. Ainda assim, as oportunidades para o uso dos biocombustíveis são limitadas para acima dos volumes obrigatórios, enquanto eles continuarem mais caros dos que as alternativas fósseis. Por exemplo, na UE, 92% da energia usada de biocombustíveis em 2015 foi para atender as obrigações, e foram a grande maioria do consumo de energia renovável para o setor de transportes (EIA, 2017).

Estado atual das instalações de biocombustíveis avançados

A produção de biocombustíveis avançados tem aumentado dentro e fora da BfP, de plantas piloto a comerciais, apesar de ainda muito concentrada nos EUA e na UE. Apesar da variedade existente de rotas de conversão e matéria prima entre as plantas existentes, a maioria produz etanol celulósico. A classificação de cada instalação segue a lógica de TRL apresentada na Figura 3, separando-as entre plantas comercial, de demonstração e piloto, como definido abaixo.

As plantas comerciais, nas quais as tecnologias já se encontram totalmente comprovadas e competitivas, existem desde 2012 e estão aumentando lentamente, passando de 19 em 2013 para 68 atualmente entre os países da BfP e SBIC/MI, incluindo instalações já operacionais e aquelas em construção. Dessas, 36 estão na América do Norte, 27 na Europa, duas na Ásia e três na América Latina. Os projetos de demonstração, aqueles nos quais as tecnologias ainda não são totalmente economicamente viáveis, mas servem para testes contínuos da produção de biodiesel para certas especificações, diminuíram de número durante esse período, passando de 27 em 2013 para 24 em 2017. Desses, 13 instalações estão na Europa, sete na América do Norte, três na Ásia e uma na América Latina. Finalmente, as plantas piloto são aquelas que operam durante um período determinado e não fazem parte de uma cadeia de suprimentos. O número dessas instalações aumentou de 25 em 2013 para 67 atualmente, das quais 31 estão na América do Norte, 30 na Europa, cinco na Ásia e uma na América Latina. A Tabela 5 apresenta um resumo das plantas existentes, por região.

Tabela 5. Resumo das instalações comerciais, de demonstração e piloto por região

Região	Comercial	Demonstrativa	Piloto
América do Norte	36	13	31
Europa	27	7	30
Ásia	2	3	5
América Latina	3	1	1
África	0	0	0

Fonte: Respostas nacionais ao questionário

Perfil regional e nacional

ÁFRICA

O continente apresenta um ambiente propício para o cultivo de várias matérias primas, mas, como um todo, os governos individuais têm se movido lentamente em relação à introdução de iniciativas de desenvolvimento de biocombustíveis. Isso ocorre possivelmente por causa de diferentes gargalos, como falta de expertise, restrições financeiras, questões do uso de terra, falta de metas e de políticas de incentivo aos biocombustíveis.

A partir do crescimento do interesse global por biocombustíveis, vários países africanos têm aumentado sua produção e uso, resultando em um cenário positivo de expansão para o setor nas próximas duas décadas. Nos próximos anos, espera-se que esses países formulem políticas para promover e regulamentar os biocombustíveis, que têm o potencial para contribuir para o programa de desenvolvimento de infraestrutura e crescimento econômico do continente (Sekoai & Yoro, 2016).

A África é cada vez mais vista como o grande potencial para produção de matéria prima para biodiesel do mundo, abrindo oportunidades para que países africanos se posicionem de maneira estratégica para catalisar o crescimento econômico do continente, bem como o desenvolvimento de infraestrutura e desenvolvimento rural. Entretanto, sem

um posicionamento forte de governos africanos, com políticas e incentivos claros, o desenvolvimento de biocombustíveis pode ter efeitos nocivos por seu potencial de retirada de pequenos agricultores em favor de empresas multinacionais e de incentivo ao desmatamento. Essa lógica segue a mesma vivenciada para outras *commodities*, com políticas que favorecem poucos em um nível mais elevado às custas da exploração das classes mais baixas (Biofuel Org, 2012a). Outra preocupação em relação aos biocombustíveis é a adequação da cadeia de suprimentos, já que pode haver competição para o uso do solo entre cultivos para biocombustíveis e outros usos, além de possíveis limitações de disponibilidade de água e fertilizantes.

Os países africanos com condições climáticas favoráveis e potencial de solo têm uma vantagem natural para produzir biocombustíveis e desenvolver de forma sustentável suas regiões (Sekoai & Yoro, 2016). Entretanto, reconhecendo a necessidade da distribuição adequada de terras para garantir a segurança alimentar e evitar desigualdades, os governos africanos devem planejar cuidadosamente e regular o crescimento eminente da produção de biocombustíveis, mantendo em vista como o cultivo para os biocombustíveis pode impactar outras prioridades. Em particular, os governos devem evitar impactos sociais negativos, especialmente em relação aos pequenos agricultores, e as externalidades ambientais que podem surgir com os mercados de biocombustíveis se as melhores práticas não forem empregadas.

Um estudo da viabilidade da produção de biocombustível na União Econômica e Monetária do Oeste Africano (UEMOA⁸), publicado como parte de um acordo de cooperação entre o Banco Nacional do Desenvolvimento do Brasil (BNDES) e o Ministério das Relações Exteriores do Brasil (MRE), ressaltou a importância de uma estrutura integrada para o desenvolvimento rural local e a produção de biocombustíveis para países africanos (Bain & Company; ESALQ/USP; Machado, Meyer, Sendacz and Opice Advogados, 2014). Apesar das dificuldades de implementação da produção de biocombustíveis na região (devidas, em parte, à baixa produtividade agrícola observada), o uso/produção sustentável de bioenergia (em particular biocombustíveis) pode oferecer grandes oportunidades para fortalecer os setores agrícolas e aumentar a geração de renda no campo. Assim, o progresso das políticas que garantam o uso de etanol e biodiesel de forma eficiente em relação aos custos devem considerar os benefícios gerados pelo desenvolvimento dessa indústria de forma ampla, incluindo a geração de empregos, o fortalecimento da agricultura, os impactos na balança comercial e os benefícios ambientais.

O estudo também indica que a região da UEMOA pode se beneficiar muito com o desenvolvimento conjunto dos setores de biocombustíveis e agricultura. Juntos, eles podem tratar as necessidades dos países de atingirem a autossuficiência alimentar e energética, na medida em que o cultivo e as indústrias voltadas para os biocombustíveis podem coexistir com benefícios econômicos e sociais, e que a biomassa pode ser utilizada em plantas de cogeração, aumentando a confiabilidade da geração elétrica. Ainda assim, apesar das vantagens dos biocombustíveis para a região, percebemos que os esforços para introdução de biocombustíveis na matriz energética perderam *momentum* após a redução dos preços de petróleo depois da segunda metade de 2008.

A partir de fevereiro de 2018, Egito, Marrocos e Moçambique passam a ser os únicos membros africanos da Plataforma para o Biofuturo. Dentre esses países, somente Moçambique relata uma agenda ativa para produção de biocombustíveis e desenvolvimento de políticas públicas. Em relação aos biocombustíveis avançados, nenhum país africano relata plantas piloto, de demonstração ou comerciais existentes ou planejadas.

EGITO

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0	Consumo	0
Produção	0	Produção	0
Principal matéria prima	0	Principal matéria prima	0

⁸A União é formada por Benim, Burquina Faso, Costa do Marfim, Guiné-Bissau, Mali, Nigéria, Senegal e Togo.

Área utilizada (10 ³ hec)	0	Área utilizada (10 ³ hec)	0
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0
Volume total de biocombustíveis produzido			0
Participação no setor de transportes (%)			0

Fonte: (UNFCCC, 2016), (Open data for Africa, 2015).

O Egito não preencheu o questionário nacional que é base para esse relatório e, de acordo com as informações disponíveis, não existe indícios de produção ou consumo de etanol ou biodiesel.

A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, em inglês) do Egito ainda não define metas numéricas específicas, somente a intenção de reduzir as emissões de GEE. Para o setor de transportes, o objetivo é de usar tecnologias baseadas em combustíveis fósseis que sejam mais avançadas, apropriadas para a região, mais eficientes e de menor emissão, mas não existe menção aos biocombustíveis.

MARROCOS

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0	Consumo	0
Produção	0	Produção	0
Principal matéria prima	0	Principal matéria prima	0
Área utilizada (10 ³ hec)	0	Área utilizada (10 ³ hec)	0
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0
Volume total de biocombustíveis produzido			0
Participação no setor de transportes (%)			0

Fonte: (UNFCCC, 2016) e (Open Data for Africa, 2015).

Marrocos não preencheu o questionário nacional que é base para esse relatório e, de acordo com as informações disponíveis, não existem indícios de produção ou consumo de etanol ou biodiesel.

A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, em inglês) do Marrocos determina uma redução de 42% das emissões de GEE até 2030, comparadas com o cenário em que nada é feito (*business as usual - BAU*), condicionada a um apoio substancial da comunidade internacional. Marrocos também apresentou uma meta sem condicionantes de redução de 17% em relação ao cenário BAU até 2030. Espera-se que as metas de redução de emissões de GEE sejam alcançadas com medidas tomadas em todos os setores da economia. Para os setores de energia e transporte, medidas eficientes e a eliminação de subsídios para os combustíveis fósseis são previstas, mas a expansão da produção e consumo de biodiesel não é mencionada.

MOÇAMBIQUE

Biodiesel		Etanol	
Consumo	N/A	Consumo	0
Produção	N/A	Produção	0,01
Principal matéria prima	N/A	Principal matéria prima	Cana-de-açúcar
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	0
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	0
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0
Volume total de biocombustíveis produzido			0,01
Participação no setor de transportes (%)			0

Fonte: Respostas nacionais ao questionário, (IRENA 2013) e (Sekoai & Yoro, 2016). Notas: Números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, em inglês) de Moçambique registra uma contribuição para mitigação baseada em ações de políticas públicas e programas. Uma Política e Estratégia para Biocombustíveis é listada entre as que irão contribuir para a redução das emissões de GEE. Até 2030, Moçambique tem metas de 5% a 10% de biodiesel e 11% a 30% de etanol para transporte no mercado nacional. A Regulamentação Nacional para Mistura de Biocombustíveis (Decreto Nº 58/2011, de novembro de 2011) estabelece uma mistura obrigatória de 10% de biodiesel e 3% de bioetanol no diesel e no etanol, respectivamente. Nos últimos anos, algumas iniciativas de produção de biocombustíveis têm sido implementadas em Moçambique. Para o biodiesel, o óleo das sementes de *jatropha* tem recebido crescente destaque devido às suas vantagens, como se adequar às condições secas extremas. Apesar da cana-de-açúcar ser a principal matéria prima para produção de etanol, o uso da mandioca também está evoluindo no país.

ÁSIA

A rápida expansão econômica nos países asiáticos veio com crescentes demandas energéticas e faz que com a região seja, provavelmente, o epicentro da biorrevolução nos próximos 20 anos devido à grande disponibilidade de recursos de biomassa e à falta de reservas de combustíveis fósseis (Biofuels Digest, 2017).

Com a primeira e segunda maiores populações do mundo (China e Índia), a redução do consumo de combustíveis fósseis na Ásia tem impactos consideráveis nas emissões globais de GEE. Ainda assim, o número crescente de veículos nas estradas da Ásia leva a um aumento no consumo de combustíveis. Somente na China, o número de veículos passou de 75 milhões em 2005 para quase 250 milhões em 2012, e espera-se que cresça para mais de 700 milhões até 2035. A Índia e outros países da Ásia também devem vivenciar uma tendência semelhante.

Como apresentado abaixo, alguns países da Ásia começaram a implementar programas agressivos de biocombustíveis. Por exemplo, a China é agora a quarta maior produtora líquida de biocombustíveis no mundo, se a UE for considerada em seu conjunto (Biofuel Org, 2012b).

ÍNDIA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,04	Consumo	1,11

Produção	0,1	Produção	0,7
Principal matéria prima	Óleo de palma	Principal matéria prima	Cana-de-açúcar
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	4,96
Preço (USD/L)	0,6 ~ 0,7	Preço (USD/L)	0,60
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0
Volume total de biocombustíveis produzido			1,15
Participação no setor de transportes (%)			0,8

Fonte: Respostas nacionais ao questionário, (GAIN 2017b) e (IEA 2015b). Notas: Números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

A Índia pretende reduzir a intensidade de emissões do PIB em 33 a 35% antes de 2030 para níveis pré-2005. Um plano para uma infraestrutura de transporte de baixo-carbono foi incluído em sua submissão e, além de outras medidas, ele inclui uma Política Nacional de Biocombustíveis. Essa política estabelece uma meta audaciosa de mistura de 20% de biocombustíveis, tanto para o biodiesel quanto para bioetanol. Com a intenção de promover ainda mais os biocombustíveis, a Índia estuda permitir a mistura de 5% de biocombustíveis no diesel (NDC da Índia).

Em 2015-16, 3,5% de etanol foi misturado na gasolina. Nesse período, a empresa Oil Marketing Companies adquiriu 1,11 bilhões de litros de etanol. Até 2022, o governo indiano propõe reduzir sua dependência de importação de petróleo bruto em 10%. A principal preocupação em relação aos biocombustíveis é a adequação do fornecimento: o uso do solo para cultivo de biocombustíveis pode competir com outros usos, assim como demandar água e fertilizantes que podem ser limitados.

A Índia e o Brasil têm condições climáticas bastante parecidas e, seguindo os passos do Brasil, o etanol de cana-de-açúcar é o principal biocombustível produzido na Índia. Ainda assim, a disponibilidade limitada do etanol em 2018 pode limitar ganhos futuros ou ainda diminuir a penetração no mercado. Como resultado, o programa de mistura de etanol (EBP) deve se expandir, mas com ritmo mais lento na medida em que a demanda das indústrias é parcialmente atendida por meio de importações. Esse pequeno déficit, que emergiu em 2015, deve crescer rapidamente em 2018.

Ainda assim, o governo indiano demonstra um interesse crescente em desenvolver o setor de biocombustíveis no país.

O Ministério de Petróleo e Gás Natural (MOPNG) preparou um roadmap para acelerar a implementação do Programa de Biocombustíveis, aumentando o consumo na Índia. Um grupo de trabalho específico (Comitê de Desenvolvimento dos Biocombustíveis - *Bio Fuel Development Board*) foi estabelecido para criar sinergias entre vários Ministérios, aumentando a conscientização e conduzindo o roadmap no país. Outra medida em apoio ao desenvolvimento dos biocombustíveis e ao programa EBP é a implementação de 12 biorrefinarias de etanol 2G em onze estados do país, com o objetivo também de desenvolver a economia rural (BioSpectrum Bureau, 2015).

Obrigações, subsídios e cotas foram destacadas como políticas específicas que garantem um mercado para os biocombustíveis. Para incentivar o investimento em biocombustíveis avançados, mecanismos como subsídios, garantias para financiamentos e incentivos fiscais existem no país. Os principais motivos para o uso dos biocombustíveis são a segurança energética e a promoção do uso sustentável dos recursos locais.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA ÍNDIA

Na Índia, existem duas instalações operacionais de biocombustíveis avançados – uma piloto e uma de demonstração – com uma capacidade produtiva de 1,75 milhão de litros por ano. A empresa Indian Glycols construiu a primeira planta do país em 2016, a planta de Kashipur em Uttarakhand. A planta piloto celulósica usa uma tecnologia de Álcool 2G desenvolvida pelo Centre for Energy Biosciences and Institute of Chemical Technology (Centro Indiano para Biotecnologias Energéticas do Instituto de Tecnologia Química de Mumbai). Ela possui capacidade anual de 750 mil litros. A empresa

Praj Biofuels construiu a segunda planta em 2017 – uma biorrefinaria integrada 2G que irá produzir 1 milhão de litros de etanol por ano quando pronta, a partir de resíduos da agricultura como arroz, palha de trigo, caule de algodão e bagaço. A empresa Reliance Industrial Investments and Holdings (RIIHL) planeja uma terceira planta para produzir biodiesel a partir de palha.

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Indian Glycols Kashipur/ 2016	Etanol celulósico	Lascas de madeira, caule de algodão, bagaço de cana, palha de milho e bambu	750 mil litros/ano	Piloto	Operacional
Praj Biofuels/ 2017	Etanol celulósico	Resíduos agricultura (e.g. Arroz, palha de trigo, espigas de milho, caule de algodão e bagaço)	1 milhão litros/ano	Demonstrativa	Operacional

Fonte: Respostas nacionais ao questionário

BIOPRODUTOS

Apesar de não existirem dados ou metas para o mercado de bioprodutos indianos, as oportunidades mais promissoras são os produtos similares que não exigem mudanças nos equipamentos. Atualmente, os bioprodutos são produzidos principalmente em plantas dedicadas. Os principais motivos para o incentivo ao desenvolvimento de bioprodutos na Índia, de acordo com as respostas do país ao questionário, são a integração com a produção de biocombustíveis para tornar os negócios mais lucrativos, além do desenvolvimento de novos mercados e uma nova bioindústria. Os principais desafios para a produção são a falta de recursos financeiros e de políticas específicas para garantir um mercado para os bioprodutos ou mesmo mecanismos de apoio para incentivar investimentos no setor.

CHINA

Biodiesel		Etanol	
Consumo ¹	0,48	Consumo ¹	4,01
Produção ¹	0,50	Produção ¹	3,15
Principal matéria prima	Óleo de cozinha usado	Principal matéria prima	Milho
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			8,64
Volume total de biocombustíveis produzido			8,69
Participação no setor de transportes (%)			N/A

Fonte: ¹ (GAIN, 2017a). Nota: Números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

De acordo com a NDC, as metas chinesas para 2030 são, entre outras, de reduzir as emissões por unidade do PIB entre 60 e 65% abaixo dos níveis de 2005 e aumentar a participação de combustíveis não-fósseis no consumo primário de

energia em cerca de 20%. O plano lista várias iniciativas que a China deve desenvolver (sem oferecer detalhes) que incluem “Desenvolver proativamente energia geotérmica, bioenergia e energia marítima”.

Apesar de que a mistura de biocombustíveis nos combustíveis fósseis auxiliaria as iniciativas do governo para atingir suas metas no nível nacional, não existe nenhuma obrigação nessa escala, somente no nível das províncias e de forma variada. Nove províncias chinesas já exigem uma mistura E10 atualmente. Desde 2017, o Plano de Reforma e Expansão do Etanol está em vigor e sugere que a China alcance 10% de uso de etanol (E10) nacionalmente até 2020, assim como a escala comercial para etanol celulósico (GAIN, 2017a).

Apesar da principal matéria prima para produção de etanol na China ser o milho (70%), existem subsídios públicos para produção utilizando matérias primas não alimentícias como a mandioca. Entretanto, os custos operacionais altos limitam a capacidade produtiva da China uma vez que ela depende de mandioca importada. Esses subsídios devem ser descontinuados até 2018.

Enquanto que o setor chinês de etanol está evoluindo, com apoio do Plano de Reforma e Expansão do Etanol, o mercado nacional de biodiesel colapsou e conta com um pequeno número de distribuidores regionais ou produtores que vendem diretamente para frotas de transporte ou fazendeiros (GAIN, 2017a). Existe capacidade ociosa nas refinarias de biodiesel e o governo busca fazer melhor uso dessa infraestrutura e encorajar a produção. Entretanto, políticas subdesenvolvidas para o consumo de biodiesel e a falta de apoio financeiro para os fazendeiros levam à estagnação da produção de matéria prima para produção de biodiesel no país (GAIN, 2017a).

Para 2018, a produção de biodiesel estimada é de 500 milhões de litros, igual à 2017 devido ao apoio limitado do governo e ao investimento de capital. Para apoiar a penetração dos biocombustíveis, existem incentivos fiscais na China, sendo que a Administração Geral de Alfândega cobra um imposto aproximado de USD 1,16/litro para misturas com menos de 30% de conteúdo de biodiesel (GAIN, 2017a).

INSTALAÇÕES DE BIOCMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA CHINA

Na Ásia, a China é o país com o maior número de instalações de biocombustíveis avançados, com sete projetos. Atualmente, existe uma planta operando com escala comercial, produzindo 220 milhões de litros de butanol por ano. A empresa Beta Renewables anunciou seus planos de construir uma planta de escala comercial de etanol celulósico em 2016; entretanto, os baixos preços de petróleo atrasaram sua construção, bem como de outras plantas planejadas. Existem ainda duas plantas de demonstração com capacidade total de 72 milhões de litros por ano de etanol lignocelulósico das empresas Tian Guan Fuel Etanol Co Nanyang e Shandong Longlive.

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Laihe Rockley Biochemicals, Songyuan /2012	Biobutanol	NA	220 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Beta Renewables/ 2016	Etanol lignocelulósico	Palha de trigo, palha de milho, outros resíduos e palhas comuns	253 milhões de litros/ano	Comercial	Planejada
Tian Guan Fuel Etanol Co, Nanyang / 2011	Etanol lignocelulósico	NA	12 milhões de litros/ano	Demonstrativa	Operacional
Shandong Longlive / NA	Etanol lignocelulósico	Palha de arroz e outros	60 milhões de litros/ano	Demonstrativa	Operacional
Green Biologics / 2013	Butanol lignocelulósico	Resíduos de milho	0	Piloto	Completa

Kaidi Biomass Gasification Plant / 2012	Diesel FT	Resíduos biogênicos	4 milhões de litros/ano	Piloto	Operacional
Henan Tianguan Group / 2009	Etanol lignocelulósico	Trigo, resíduo e palha de milho	4 milhões de litros/ano	Piloto	Operacional

Fonte: Respostas nacionais ao questionário

Os projetos piloto começaram em 2009 com a empresa Henan Tianguan Group, seguida pela Planta de Gaseificação de Biomassa Kaidi (2012) e depois pela Green Biologics (2013). A planta da The Green Biologics testou a produção de butanol lignocelulósico a partir de resíduos de milho e foi finalizada, com a produção de escala comercial de n-butanol operacional a partir de 2012, em Songyuan, com a empresa parceira Laihe Rockley Biochemicals. Os outros projetos piloto produzem 4 milhões de litros por ano cada. A Planta de Gaseificação de Biomassa Kaidi usa resíduos biogênicos como matéria prima, enquanto a Henan Tianguan Group produz etanol lignocelulósico a partir de trigo, bagaço e palha de milho.

INDONÉSIA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	3,01	Consumo	N/A
Produção	2,91	Produção	N/A
Principal matéria prima	Óleo de palma	Principal matéria prima	Cana-de-açúcar
Área utilizada (10 ³ hec)	11672	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	0,9	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido		3,01	
Volume total de biocombustíveis produzido		2,91	
Participação no setor de transportes (%)		17%	

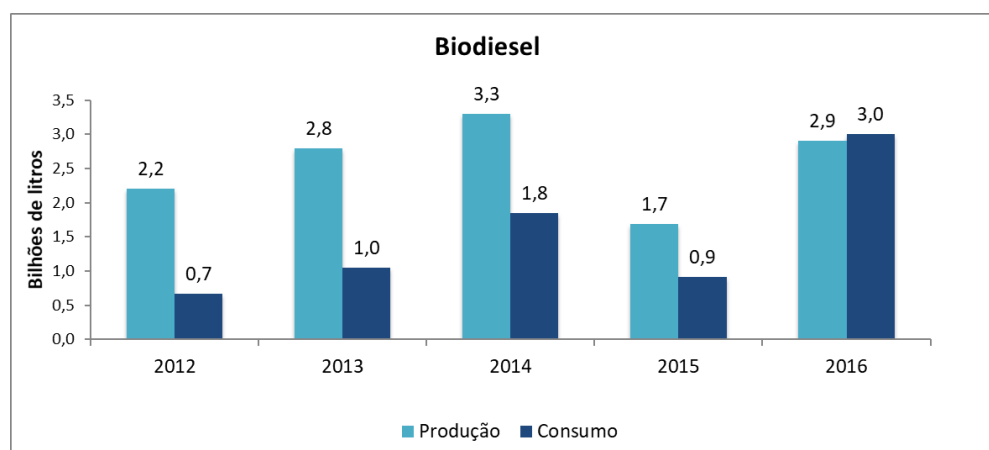
Fonte: Respostas nacionais ao questionário, (GAIN, 2017c) e (ICCT 2017). Notas: Números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

De acordo com sua NDC, a Indonésia pretende reduzir suas emissões de GEE em 29% quando comparada com o cenário BAU para 2030. O documento não especifica nenhuma política para biocombustíveis, apesar de já existir um programa nacional e uma mistura obrigatória.

O programa de biocombustíveis da Indonésia é focado no biodiesel de óleo de palma. A indústria tem apoio de um programa, financiado a partir de uma arrecadação sobre a exportação de óleo de palma. As receitas dessa arrecadação são usadas para equilibrar a diferença entre os preços do diesel fóssil para o biodiesel para os clientes indonésios.

O consumo de biodiesel cresceu muito em 2016 a partir da implementação de uma exigência nacional para o biodiesel que demanda, atualmente, uma mistura de 20%. O consumo total de biodiesel em 2016 atingiu 3 bilhões de litros comparado com 915 milhões em 2015, como apresentado na Figura 7.

Figura 7. Produção e consumo de biodiesel na Indonésia 2012-2016 (bilhões de litros)



Fonte: Respostas nacionais ao questionário.

As exportações caíram desde que os preços de combustíveis fósseis se tornaram mais competitivos. Para 2018, as exportações projetadas continuam em 200 milhões de litros, assumindo que a diferença de preços do combustível fóssil/biodiesel não sofra alterações, e que os países importadores não façam mudanças significativas em seus programas de incentivo ao biodiesel.

BIOPRODUTOS

De acordo com as respostas do país ao questionário, a participação dos bioprodutos no mercado nacional é de menos de 5% e a Indonésia tem como objetivo aumentar essa participação para algo entre 11% e 30% até 2030. Os principais motivos para o incentivo aos bioprodutos no país são a associação com biocombustíveis para tornar os negócios mais lucrativos, o desenvolvimento de novos mercados e uma nova bioindústria, além das reduções de emissões GEE e a criação de empregos. O principal desafio é a garantia de matéria prima para a produção de bioprodutos.

FILIPINAS

Biocombustíveis

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,22	Consumo	0,23
Produção	0,22	Produção	0,23
Principal matéria prima	Coco	Principal matéria prima	Cana-de-açúcar
Área utilizada (10 ³ hec)	3517	Área utilizada (10 ³ hec)	413
Preço (USD/L)	0,90	Preço (USD/L)	0,94
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido		0,45	
Volume total de biocombustíveis produzido		0,45	
Participação no setor de transportes (%)		N/A	

Fonte: respostas nacionais ao questionário e (GAIN, 2017d). Notas: Números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

De acordo com sua NDC, o objetivo mais amplo das políticas das Filipinas é reduzir suas emissões de GEE em cerca de 70% até 2030 em comparação com os cenários em que nada é feito (BAU). A intenção de passar leis setoriais complementares, como o Ato de Biocombustíveis do país, foi documentada.

As Filipinas foi o primeiro país do Sudeste da Ásia a passar uma legislação para biocombustíveis, quando seu Ato dos Biocombustíveis foi assinado em janeiro de 2007. A gasolina precisa ser misturada com 10% de bioetanol e o diesel com 2% de biodiesel. Tanto a gasolina quanto o diesel são utilizados, principalmente, pelo setor de transportes.

Investimentos inadequados em novas destilarias e na infraestrutura de distribuição, a falta de uma política de impostos e outros tipos de apoio para favorecer o consumo de biocombustíveis em relação aos combustíveis fósseis são apontados como os principais fatores para um desenvolvimento industrial fraco. Não se espera que o cenário para os biocombustíveis melhore, dado o baixo preço do petróleo desde 2014 e o aumento na demanda de exportação do óleo de coco.

Os incentivos fiscais foram apontados como mecanismos de apoio para encorajar os investimentos em biocombustíveis, enquanto a falta de recursos financeiros, a competição com os combustíveis fósseis e deficiências em expertise técnica foram apontados como os maiores desafios para a produção de biocombustíveis no país.

INSTALAÇÕES DE BIOCMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NAS FILIPINAS

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Roxas Holdings Inc./ 2016	Etanol celulósico	Bagaço de cana-de-açúcar e resíduos da agricultura	NA	Demonstração	Operacional
Nippon Steel & Sumikin Engineering CO., LTD/ 2016	Etanol celulósico	Seiva de nipa	NA	Demonstração	Operacional

Fonte: Respostas nacionais ao questionário

As instalações nas Filipinas estão no estágio de piloto-demonstração, com dois projetos relatados no país, iniciados em 2016. As empresas Roxas Holdings Inc. e Nippon Steel & Sumikin Engineering CO., LTD. construíram uma planta de demonstração para testar a tecnologia de etanol celulósico a partir de biomassa até janeiro de 2018. As matérias primas incluem bagaço de cana-de-açúcar e resíduos de agricultura, ambos amplamente disponíveis nas Filipinas. O segundo projeto resultou de um projeto comunitário da viabilidade de uma indústria de bioetanol a partir da seiva de nipa para uso na mistura com biocombustíveis. A fase de demonstração tem sua finalização estimada para fevereiro de 2018. Existem poucas informações disponíveis sobre esses projetos e seus resultados.

BIOPRODUTOS

As respostas Filipinas ao questionário revelam uma tendência de favorecer os bioprodutos que não exigem nenhuma mudança no sistema já que hoje a produção de biocombustíveis e bioprodutos é integrada. Os incentivos fiscais foram apontados como o maior mecanismo de apoio para encorajar o investimento em bioprodutos; mesmo assim, os recursos financeiros, a competição com os combustíveis fósseis e a falta de expertise tecnológica foram indicados como os maiores desafios para a produção de bioprodutos no país.

EUROPA

A Diretriz para Energias Renováveis da União Europeia foi publicada em 2009 para promover o uso de energia de fontes renováveis nos países europeus. Ela estabelece que todos os países membros da UE devem obter pelo menos 20% da sua energia de fontes renováveis até 2020 e 27% até 2030, por meio de metas individuais nacionais. As metas consideram o ponto de partida e o potencial geral de cada país e variam de 10% para Malta e 49% para a Suécia. Os países da UE devem também garantir que pelo menos 10% dos combustíveis para transporte são de fontes renováveis até 2020 e devem divulgar seus progressos em relação às metas nacionais a cada dois anos (European Commission, 2016a).

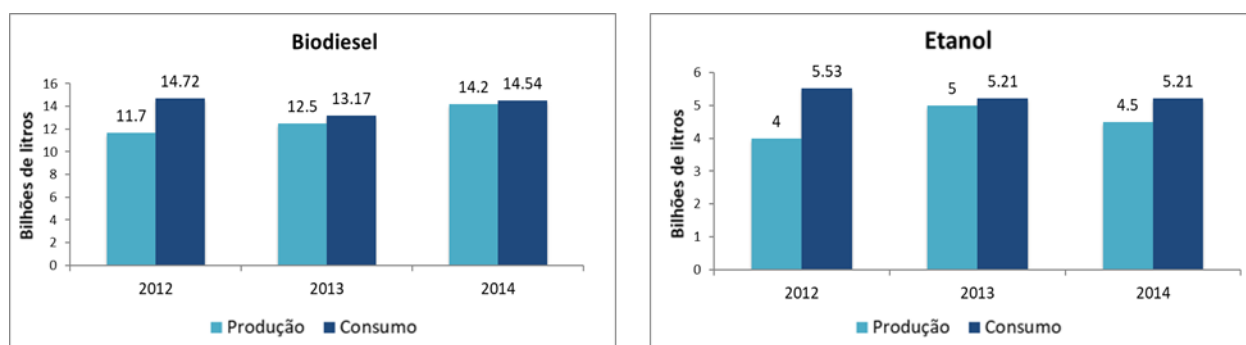
A Nova Diretriz para Energias Renováveis (REDII) para o período de 2020 a 2030 está sendo formulada no momento. A incerteza regulatória que cerca o preparo e negociação da Diretriz desencoraja novos investimentos no setor de biocombustíveis além do que já está alocado. Ela objetiva promover a descarbonização e diversificação energética dos combustíveis para o setor de transporte, tratando também a Mudança do Uso Indireto do Solo (ILUC, em inglês) associada a produção de biocombustíveis a partir de matérias primas comestíveis. Uma redução progressiva dos biocombustíveis baseados em cultivos comestíveis e sua substituição por biocombustíveis mais avançados vai permitir o alcance do potencial de descarbonização do setor de transportes. A proposta inicial da Comissão Europeia para a REDII reduz o limite máximo da contribuição dos biocombustíveis convencionais para o setor de transporte de 7% em 2021 para 3,8% até 2030. Ela também estabelece a obrigação de aumentar a participação de outros combustíveis de baixa emissão como a eletricidade renovável e biocombustíveis avançados nos transportes para 6,8% (Michalopoulos, 2018).

Sobre esse assunto, uma consulta pública sobre as principais barreiras para o aumento da eletricidade renovável no setor de transportes foi conduzida na UE e o principal resultado indica, entre outros, a falta de uma estrutura de políticas estável para o período após 2020, o longo debate sobre a sustentabilidade dos biocombustíveis e os preços altos de veículos elétricos (European Commission, 2016a).

A UE e seus países membros estão comprometidos a reduzir em pelo menos 40% suas emissões absolutas de GEE até 2030 em relação aos valores de 1990. Os países que aparecem nesse relatório e são parte da UE são: Dinamarca, França, Itália, Holanda, Finlândia, Suécia e o Reino Unido (Latvian Presidency of the Council of the European Union, 2015).

O consumo de biodiesel na UE alcançou 14,9 bilhões de litros em 2016, sendo que 14,7 bilhões foram produzidos internamente – veja a Figura 8. A principal matéria prima foi o óleo de colza. Para o etanol, o consumo alcançou 5,25 bilhões de litros e a produção 6,1 bilhões, principalmente de milho ou trigo (de acordo com o questionário). No mesmo ano, os biocombustíveis representaram 4,2% dos combustíveis para o setor de transportes (REN21, 2016).

Figura 8. Produção e consumo de biocombustíveis 2012-2014 na UE (bilhões de litros)



Fonte: respostas nacionais ao questionário

Os biocombustíveis são essenciais para que os países da UE alcancem a meta de 10% de energias renováveis para o setor de transportes, dado que os veículos elétricos (movidos principalmente por energia elétrica de fontes fósseis) não serão suficientes. Até 2030, os veículos elétricos podem, potencialmente, representar 16% do total de veículos na

Europa. Entretanto, a eletricidade renovável poderia representar somente 3% do consumo de energia no setor. Os biocombustíveis líquidos – tanto avançados como convencionais – ainda serão de grande importância (IRENA, 2018).

Para garantir a responsabilidade ambiental, reduções de carbono verificáveis e a proteção da biodiversidade, a UE definiu uma série de critérios de sustentabilidade para a produção e uso de biocombustíveis. De acordo com esses critérios, os biocombustíveis deveriam atingir pelo menos 33% de reduções de GEE até 2017, aumentando para 50% de redução em 2017 quando comparados os combustíveis fósseis. Se uma planta de produção de biocombustíveis começou suas operações após 2014, então as reduções obrigatórias para atender à Diretriz são de 60%. As emissões de todo o ciclo de vida devem ser consideradas, incluindo o cultivo, processamento e transporte. Além disso, os biocombustíveis não podem ser produzidos a partir de materiais de florestas primárias ou usando solo que antes tinha alto estoque de carbono (como áreas úmidas ou florestas) (European Commission, 2016a).

Em geral, os projetos de políticas da UE definem objetivos centrais com flexibilidade para que os países membros os atinjam a partir do ponto de partida, potencial e realidades de cada um. Essa característica está presente na Diretriz de Energias Renováveis, o que permite uma divergência nas metas gerais para uso de biocombustíveis e uma grande variedade de escopo sobre como implementar as políticas. Essa flexibilidade resulta em um ambiente complexo, apresentando padrões diferentes e especificações peculiares, no qual é difícil conectar os programas nacionais e os participantes do mercado precisam, potencialmente, lidar com exigências diferentes para cada país membro, de forma individual.

Por exemplo, enquanto na Alemanha o foco é a redução das emissões de GEE, outros países estabeleceram metas para energia ou volume de biocombustíveis, criando disparidades grandes no aspecto econômico da mistura para os usuários finais. Além disso, a Espanha possui um sistema de cotas para produtores que limita o número de vendedores não espanhóis no mercado e a França oferece um incentivo fiscal para a compra de produtores locais (Bartlett, 2016).

No que diz respeito às instalações de biocombustíveis avançados, considerando países membros da UE e o Reino Unido, o último tem o maior número de projetos, seguido pela Alemanha, Finlândia, França, Suécia, Dinamarca e Holanda. Os projetos existentes produzem aproximadamente 4.234 milhões de litros com a principal matéria prima sendo de cultivos lignocelulósicos.

FINLÂNDIA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,5	Consumo	0,1
Produção	0,4	Produção	0
Principal matéria prima	Óleo de palma	Principal matéria prima	N/A
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0,6
Volume total de biocombustíveis produzido			0,4
Participação no setor de transportes (%)			11,8%

Fonte: Respostas nacionais ao questionário, (GAIN 2015a), (REN21, 2016). Notas: Números de 2014. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

Na Finlândia, as distribuidoras de combustível são obrigadas, por lei, a oferecer biocombustíveis para o mercado. A meta para 2016 é de 10% (de participação energética) e um aumento incremental de 20% é proposto para 2020. A produção de biocombustíveis também é apoiada com impostos sobre combustíveis e veículos.

Um estudo recente sobre as metas climáticas da UE para 2030 concluiu que a maneira mais eficiente, no que diz respeito aos custos, para a Finlândia reduzir suas emissões é investir na produção e usar biocombustíveis domésticos, avançados e que não precisem de nenhuma modificação no sistema atual, como na frota de veículos e no sistema de distribuição (*drop-in*). O biogás e os veículos elétricos também são opções complementares, mas esses requereriam investimentos adicionais em infraestrutura. Uma expansão na capacidade produtiva de biocombustíveis avançados foi anunciada para a Finlândia e o país espera chegar a 100 milhões de litros em 2020.

Os incentivos fiscais garantem um mercado para biocombustíveis avançados na Finlândia, e subsídios para investimentos são o principal mecanismo de apoio para encorajar investimentos. A redução das emissões de GEE e o estabelecimento de uma bioindústria doméstica foram apontados como os principais motivos para incentivar o uso de biocombustíveis, sendo que a regulamentação e as políticas são apontadas como os maiores desafios.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA FINLÂNDIA

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Upm	Diesel FT	Biomassa florestal	108 milhões de litros/ano	Comercial	Aguardando
Lappeenranta/ 2015	HVO	Tall oil (óleo de pinho)	120 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Neste, Porvoo/ 2007	HVO	Óleo	200.000 t/ano	Comercial	Operacional
Neste, Porvoo/ 2009	HVO	Óleo	200.000 t/ano	Comercial	Operacional
Fortum, Joensuu/ 2009	Óleo de pirólise	Madeira	50 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Ajos, Kemi/ 2019	Diesel FT e Nafta	NA	500 t/dia	Comercial	Em desenvolvimento
Chempolis Ltd/ 2008	Etanol lignocelulósico	Palha, junco, resíduos de frutas, bagaço, caules de milho, resíduos de madeira	6 milhões de litros/ano	Piloto	Operacional
St1 Etanolix/ 2016	Etanol lignocelulósico	Madeira e serragem	10 milhões de litros/ano	Piloto	Operacional

Fonte: Respostas nacionais ao questionário

A Finlândia relatou a existência de oito instalações, seis comerciais e duas plantas piloto que utilizam matérias primas variadas, como óleo, madeira, palha e resíduos florestais. Juntas, a capacidade de produção total é de 294 milhões de litros por ano, e existem 6 empresas envolvidas nesses projetos. Existe uma planta piloto da Chempolis Ltd – comissionada em 2008 – que produz 6 milhões de litros de etanol celulósico por ano (de palha, caule de milho, junco e resíduos de madeira) e uma segunda planta piloto da St1 Etanolix (2016), que produz 10 milhões de litros de etanol celulósico por ano (a partir de madeira e serragem). Existem duas instalações operadas pela Neste, em Porvoo, comissionadas em 2007 e 2009, com produção de 200.000 toneladas por ano, cada, de HVO. A planta da Fortum's Joensuu, comissionada em 2013, produz 50 milhões de litros por ano a partir de óleo de pirólise. A planta em Lappeenranta da empresa Biofore Company se tornou comercialmente operacional em 2015, produzindo 120 milhões de litros de diesel renovável por ano a partir de resíduos de madeira e tall oil (óleo de pinho). A Biofore Company possui também uma instalação comercial para diesel FT aguardando, que irá produzir cerca de 108 milhões de litros por ano. Outros projetos planejados incluem a instalação comercial da Ajos em Kemi, comissionada para a produção de Diesel FT e Nafta, em 2019.

BIOPRODUTOS

Na Finlândia, os bioprodutos ainda são produzidos principalmente em plantas dedicadas, e o desenvolvimento de novos mercados e de uma nova bioindústria são vistos, pelos representantes do país, como os principais incentivos para o uso de bioprodutos. Por outro lado, os principais desafios são a regulamentação e as políticas.

ITÁLIA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	1,32	Consumo	0,285
Produção	0,95	Produção	N/A
Principal matéria prima	Colza	Principal matéria prima	Cereais
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido		1,61	
Volume total de biocombustíveis produzido		N/A	
Participação no setor de transportes (%)		6,4%	

Fonte: Respostas nacionais ao questionário, (GAIN 2015a), (GAIN 2015b) e (REN21, 2016). Notas: Números de 2014. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

Os combustíveis italianos devem ter um conteúdo maior de biocombustíveis. Em 2018, será obrigatório o conteúdo de 7,5% de etanol na gasolina, e de 10% para 2020. O diesel também deve conter biodiesel. O biodiesel na Itália é usado somente em misturas com diesel tradicional para transporte ou aquecimento. O óleo de colza, a principal matéria prima para a produção de biodiesel, é, em sua maioria, importado de outros países da UE.

Os investimentos em biocombustíveis são encorajados, principalmente, por *venture funds*, e os principais motivos para o desenvolvimento de um mercado nacional é a redução das emissões de GEE e o estabelecimento de uma bioindústria doméstica. Os representantes do país indicaram que a disponibilidade de matéria prima é o principal desafio.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA ITÁLIA

A Itália é um dos principais protagonistas quando se trata de biocombustíveis avançados. A primeira planta de etanol celulósico em escala comercial se encontra no país. Além disso, foi o primeiro país membro da União Europeia a tornar obrigatório o uso de biocombustíveis avançados. O Decreto (250, 27 outubro de 2014) exige que a gasolina e o diesel contenham pelo menos 1,2% de biocombustíveis avançados feitos de resíduos não alimentícios a partir de janeiro de 2018, chegando a 2% até 2022.

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Beta Renewables / 2013	Etanol lignocelulósico	Palha e capins energéticos	75 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
ENI Venice/ 2014	HVO	Vários tipos de óleos e gorduras animais	325 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional

Fonte: respostas nacionais ao questionário

A Itália relatou a existência de duas plantas, ambas em estágio comercial. Juntas, a planta da Beta Renewables e a da Ente Nazionale Idrocarburi - ENI Venice produzem 400 milhões de litros por ano de biocombustíveis avançados. A primeira se tornou operacional em 2013, produzindo 75 milhões de etanol lignocelulósico a partir de palhas e capins energéticos. A planta ENI Venice se tornou operacional em 2014, produzindo 325 milhões de litros de HVO a partir de óleos e gorduras vegetais e animais.

BIOPRODUTOS

De acordo com a resposta italiana para o questionário, a participação atual dos bioprodutos no mercado nacional é de menos de 5% e não existem metas específicas para bioprodutos até 2030. As oportunidades mais promissoras estão normalmente associadas a produtos *drop-in* (que não exigem adaptações do sistema atual) e, atualmente, os bioprodutos são produzidos em plantas dedicadas. Os principais motivadores para o incentivo ao desenvolvimento dos bioprodutos na Itália são a valorização da biomassa, o desenvolvimento de novos mercados e uma nova bioindústria, além da redução das emissões de GEE e a criação de empregos. O maior desafio é o suprimento de matérias primas para a produção de bioprodutos.

Questões de rotulagem, subsídios e cotas são políticas específicas que garantem um mercado para biocombustíveis avançados na Itália. Essa produção depende, normalmente, de apoio financeiro, como de fundos de investimento, finanças preferenciais e incentivos fiscais.

DINAMARCA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,22	Consumo	0,09
Produção	0	Produção	0
Principal matéria prima	N/A	Principal matéria prima	N/A
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido		0,31	
Volume total de biocombustíveis produzido		N/A	
Participação no setor de transportes (%)		5,0%	

Fonte: respostas nacionais ao questionário e (Oslen, Klitkou e Eerola 2013). Notas: Números de 2015. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

A Dinamarca tem sido proativa no desenvolvimento de uma política de energia limpa. A legislação ambiental tem um papel importante no país, com a existência de impostos sobre a emissão de CO₂ desde a década 1990, e com a isenção de impostos sobre combustíveis para os biocombustíveis desde 2005. O governo dinamarquês planeja que até 2050 toda a energia do setor nacional de transportes seja de energias renováveis.

Desde janeiro de 2010, as empresas de combustíveis são obrigadas a garantir que ao menos 5,75% das vendas anuais totais de combustível seja de biocombustíveis. O Ato dos Biocombustíveis Dinamarquês deve ser modificado para permitir a mistura de até 10% de biocombustíveis até 2020. Em relação aos biocombustíveis avançados, o país tem como obrigatória a mistura de 0,9% de biocombustíveis para o uso no setor de transportes até 2020.

Os representantes do país relatam que recursos financeiros, a competição com os combustíveis fósseis e a

regulamentação são os principais desafios para o desenvolvimento e uso de biocombustíveis na Dinamarca. A participação no mercado é garantida por leis e incentivos fiscais, enquanto outros mecanismos de suporte encorajam novos investimentos.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA DINAMARCA

A Dinamarca relatou a existência de cinco instalações, duas de demonstração e três no estágio piloto. A produção atual de todas as plantas é de 11 milhões de litros por ano. A empresa Inbicon, uma subsidiária da DONG Energy, comissionou três plantas em 2003, 2005 e 2009 para testar a produção de etanol lignocelulósico a partir da palha e trigo. O projeto principal é a planta de demonstração de Kalundborg, com uma produção anual de 5 milhões de litros de etanol lignocelulósico de trigo e palha, sendo as outras duas plantas piloto. A planta de demonstração da BioGasol – BornBioFuel2 – é operacional desde 2013, convertendo palha e resíduos lignocelulósicos em etanol. Ela produz 5 milhões de litros de etanol por ano. A última planta piloto é da Universidade de Copenhagen - Aalborg e foi comissionada em 2009 para testar a produção de etanol lignocelulósico a partir de palha de trigo, grama-dos-gatos (*cocksfoot grass*) e palha.

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Inbicon/ 2003	Etanol lignocelulósico	Palha	0	Piloto	Operacional
Universidade de Copenhagen - Aalborg/ 2009	Etanol lignocelulósico	Palha de trigo, grama-dos-gatos	0	Piloto	Operacional
Inbicon/ 2005	Etanol lignocelulósico	Palha	1 milhão de litros/ano	Piloto	Operacional
BioGasol/ 2013	Etanol lignocelulósico	Palha, várias grammas e resíduos de jardinagem	5 milhões de litros/ano	Demonstrativa	Planejada
Inbicon/ 2009	Etanol lignocelulósico	Palha de trigo	5 milhões de litros/ano	Demonstrativa	Operacional

Fonte: respostas nacionais ao questionário

BIOPRODUTOS

A atual participação dos bioprodutos no mercado nacional representa cerca de 5-10%. As respostas ao questionário revelaram que as oportunidades mais promissoras para a produção são, geralmente, não *drop-in*. Recursos financeiros, a competição com combustíveis fósseis e a regulamentação foram apontados como os desafios principais para o aumento da produção no país.

FRANÇA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	3,27	Consumo	0,78
Produção	2,21	Produção	0,85
Principal matéria prima	colza	Principal matéria prima	beterraba/ trigo / milho
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A

Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			4,05
Volume total de biocombustíveis produzido			3,06
Participação no setor de transportes (%)			6,4%

Fonte: respostas nacionais ao questionário (GAIN, 2017e) e (REN21, 2016). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

Além da meta climática geral da Europa, a França possui sua própria estratégia incluindo a Lei para Transição Energética, publicada em agosto de 2015. A meta é de se alcançar 32% de participação de energias renováveis no total de energia consumida até 2030. Para o setor de transportes, isso significa que 15% da demanda de energia deve ser suprida a partir de fontes renováveis de energia.

A França é o segundo maior produtor de biodiesel da UE e o maior consumidor da região. Seu consumo é principalmente devido às obrigações legais e incentivos fiscais. Os biocombustíveis 2G são incentivados na França por serem contados duplamente para a obrigação de mistura desde 2014.

Devido ao grande número de postos de gasolina vendendo E10 e E85 e aos baixos preços desses combustíveis quando comparados à gasolina, o consumo de bioetanol está crescendo. Em janeiro de 2016, o imposto francês sobre produtos energéticos foi reduzido para E10 e aumentado para gasolina. Além disso, desde o começo de 2016, o ED95 (95% etanol), consumido exclusivamente por ônibus e caminhões, está sendo comercializado. Em relação à produção biodiesel, ela deve continuar estável em 2018.

Essas obrigações e regulamentos garantem um mercado para os biocombustíveis, especialmente para o etanol. Os representantes do país também destacaram que os benefícios para investimentos são outro mecanismo de suporte que encoraja os investimentos. Por outro lado, os principais desafios identificados foram os gargalos científicos/tecnológicos e a expertise tecnológica.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA FRANÇA

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
UPM/ 2018	Diesel FT	Biomassa florestal	108 milhões de litros/ano	Comercial	Planejada
Abengoa Bioenergy	Etanol lignocelulósico	Palha	51 milhões de litros/ano	Demonstrativa	Aguardando
IFP Futurol Demonstration, Bucy le Long / 2016	Bioetanol	Madeira	180 milhões de litros/ano	Demonstrativa	Operacional
Total/ 2014	Diesel FT	Madeira	0	Piloto	Operacional
PROCETHOL 2G IFP Futurol Pilot plant/ 2011	Bioetanol	Madeira e palha	3,5 milhões de litros/ano	Piloto	Operacional
BioTFuel/ 2016	Diesel e combustível aeronáutico	Madeira	254 milhões de litros/ano	Piloto	Em construção

Fonte: respostas nacionais ao questionário

A França relatou a existência de seis instalações, metade em estágio piloto de desenvolvimento, duas plantas de demonstração e uma em estágio comercial. As principais matérias primas são palha e madeira. Atualmente, existem

três plantas em operação. A planta piloto Procethol 2G – Futurol, perto de Remis, foi inaugurada em 2011 para testar a tecnologia de bioetanol de um consórcio de empresas (IFP Energies Nouvelles, Inra and Lesaffre e ARD). Ela possui capacidade produtiva de 3,5 milhões de litros por ano e usa matéria prima de biomassa lignocelulósica, como madeira e palha. Como parte do projeto Futurol, uma planta de demonstração foi construída em Bucy-Le-Long em 2016 para testar a tecnologia de bioetanol em larga escala. A capacidade de produção esperada é de 180 milhões de litros. A empresa Abengoa Bioenergy também possui uma planta de demonstração, com capacidade produtiva de 51 milhões de litros por ano de etanol lignocelulósico a partir de palha e a BioTfuel está construindo uma planta piloto com capacidade produtiva de 254 milhões de litros por ano. Os projetos planejados incluem uma planta comercial da UPM de Diesel FT que deve começar sua operação em 2018 e produzir 108 milhões de litros por ano.

BIOPRODUTOS

As respostas da França para o questionário revelam uma tendência em favor dos bioprodutos *drop-in* no país. Atualmente, a produção de bioprodutos e biocombustíveis é integrada. As subvenções para investimentos foram apontadas como o principal mecanismo para encorajar os investimentos em bioprodutos, enquanto que os gargalos científicos/tecnológicos são os maiores desafios para a produção de bioprodutos no país.

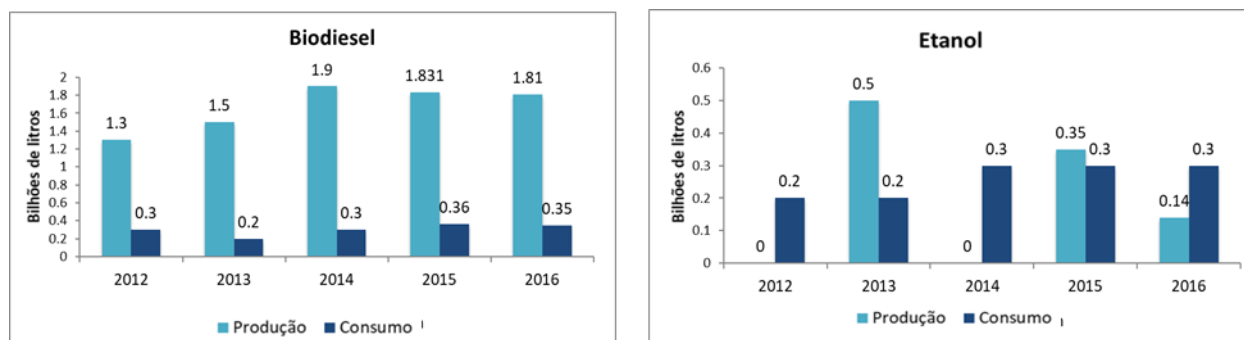
HOLANDA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,35	Consumo	0,3
Produção	1,81	Produção	0,14
Principal matéria prima	Óleo de cozinha usado/óleo de palma	Principal matéria prima	Trigo
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	0,4	Preço (USD/L)	0,40
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0,67
Volume total de biocombustíveis produzido			1,95
Participação no setor de transportes (%)			N/A

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (CE Delft, 2015) e (Government of Netherlands, 2018). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

Como podemos ver na Figura 9, o biodiesel é o principal produto de biocombustíveis na Holanda, com produção de 1,81 bilhão de litros em 2016, o que coloca o país entre um dos maiores exportadores da Europa.

Figura 9. Produção e consumo de biocombustíveis 2012-2016 na Holanda (bilhões de litros)



Fonte: respostas nacionais ao questionário

A principal matéria prima, a palma, é predominantemente da Indonésia e da Malásia. Apesar de ser um *player* relativamente novo no mercado, quando comparado aos EUA ou Brasil, a Holanda tem metas de aumentar em 20% a participação dos renováveis (incluindo biocombustíveis) na matriz energética do país e em 10% para o setor de transporte até 2020.

Desde 2013, um Acordo sobre Energia para um Crescimento Sustentável existe na Holanda (SER, 2015). Esse acordo é entre o setor privado e público, e os participantes dividem a responsabilidade de aumentar a eficiência energética do país e a participação da energia renovável.

As exigências regulatórias são indicadas como políticas específicas que garantem o mercado para os biocombustíveis, e o principal mecanismo de apoio para encorajar mais investimentos são as garantias para empréstimos e finanças preferenciais. Enquanto que a redução das emissões de GEE e a vontade de se estabelecer uma bioindústria doméstica são os principais motivadores para o estabelecimento do mercado de biocombustíveis, os principais desafios são a competição com os combustíveis fósseis, regulamentação e políticas.

INSTALAÇÕES DE BIOCMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA HOLANDA

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
BioMCN/ 2009	Metanol	Glicerina	252 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Woodspirit/ 2017	Metanol	Resíduos e madeira	464 milhões de litros/ano	Comercial	Cancelada
Neste HVO Rotterdam/ 2010	HVO	HVO	245 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Empyro plant (Hengelo)/ 2015	Óleo de pirólise	Resíduos	20 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Enerkem/ 2018	Metanol	Resíduos	28 milhões de litros/ano	Demonstrativa	Planejada

Fonte: respostas nacionais ao questionário

A Holanda também relatou a existência de cinco instalações. Nesse caso, entretanto, quatro estão no estágio comercial e uma é de demonstração. Juntas, elas produzem 1.009 milhões de litros por ano. Na Holanda, as principais matérias primas são madeira, óleo e resíduos. As cinco empresas por trás desses projetos são BioMCN, Woodspirit, Neste, Empyro e Enerkem. As plantas da BioMCN começaram suas operações em 2009 e produzem 252 milhões de litros de metanol por ano. A planta da Woodspirit, comissionada em 2017, e a planta de demonstração da Enerkem, comissionada em 2018, também produzem metanol. A primeira tem capacidade de 464 milhões de litros por ano e, a segunda, de 28 milhões de litros. As outras duas plantas, da Neste and Empyro, produzem 245 milhões de litros de HVO e 20 milhões de litros de óleo de pirólise, respectivamente.

BIOPRODUTOS

De acordo com as respostas holandesas ao questionário, os bioprodutos representam hoje menos de 5% do mercado nacional, com a meta de atingir 11% a 33% até 2030. As oportunidades mais promissoras estão ligadas aos produtos *drop-in* e, atualmente, maior parte da produção de bioprodutos é feita em plantas dedicadas. Os principais motivos para o desenvolvimento de bioprodutos no país são a valorização da biomassa e o desenvolvimento de novos mercados e de uma nova bioindústria. A competição com os combustíveis fósseis e a regulamentação/políticas são considerados os principais desafios para a produção de bioprodutos.

A rotulagem, subsídios e cotas foram apontados como políticas específicas que garantem um mercado para os biocombustíveis na Holanda. A produção depende principalmente de apoio financeiro, com garantias para empréstimos, finanças preferenciais e incentivos fiscais.

REINO UNIDO

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,73	Consumo	0,79
Produção	0,16	Produção	0,49
Principal matéria prima	Óleo de cozinha usado, gordura animal	Principal matéria prima	Milho/trigo
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido		1,53	
Volume total de biocombustíveis produzido		0,65	
Participação no setor de transportes (%)		3%	

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (GAIN, 2017e) e (REN21, 2016). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

Como membro da UE na época, o Reino Unido é parte da política climática e de energia da UE para 2030. Essa política exige uma redução mínima de 40% nas emissões de GEE (comparadas com os níveis de 1990); pelo menos 27% de participação de energias renováveis; e pelo menos 27% de melhoria na eficiência energética. Adicionalmente, a meta de longo prazo do Reino Unido é de reduzir as emissões de GEE em pelo menos 80% até 2050, em comparação com os níveis de 1990 (Climate Change Act 2008).

Atualmente, existem cinco provisões orçamentárias definidas por lei (até 2032), criadas para elaborar uma trajetória economicamente viável para se alcançar o objetivo para 2050. O Governo indicou que pretende, em algum ponto, definir uma meta para que o Reino Unido tenha emissões domésticas líquidas zero.

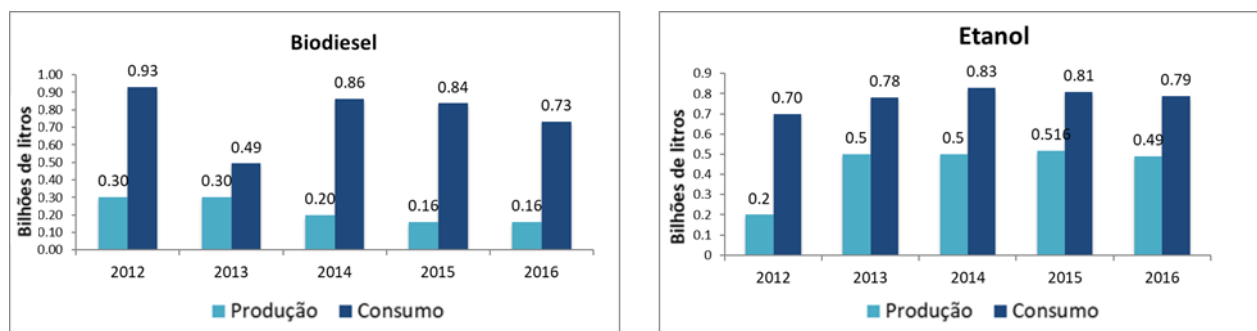
O Reino Unido está entre os três maiores produtores europeus de biodiesel a partir de óleo de cozinha usado (UCO), com a Holanda e Alemanha. O uso do UCO aumentou principalmente depois que os biocombustíveis que não são originados de cultivos alimentares passaram a ter valor dobrado para as misturas obrigatórias de biocombustíveis.

No Reino Unido, o mercado de gasolina está em declínio, e sem uma alteração na obrigatoriedade de mistura, espera-se que o consumo de bioetanol também caia levemente, apesar de que um aumento na produção é projetado, a partir do uso otimizados da capacidade produtiva já existente. Em 2015/16, os biocombustíveis representaram 3% do volume de combustíveis para transporte do Reino Unido.

Desde o começo de 2016, o ED95 (95% etanol), consumido exclusivamente por ônibus e caminhões, é comercializado.

No que diz respeito à produção de biodiesel, espera-se que ela se mantenha estável em 2018. A Figura 10 ressalta a produção e consumo de biodiesel e etanol de 2012 a 2016, o que já mostra um crescimento suave no consumo.

Figura 10. Produção e consumo de biocombustíveis 2012-2016 no Reino Unido (bilhões de litros)



Fonte: respostas nacionais ao questionário

As obrigações foram consideradas as políticas específicas mais relevantes para garantir um mercado para os biocombustíveis no Reino Unido e as subvenções para investimentos a principal fonte de apoio para encorajar investimentos nas instalações de produção de biocombustíveis. Os principais desafios são a disponibilidade de recursos financeiros e a regulamentação/políticas.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NO REINO UNIDO

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Argent (Motherwell)/ 2015	Biodiesel	Resíduos (UCO, gordura animal, FOG, graxa de esgoto)	50 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Argent (Ellesmere Port)/ 2016	Biodiesel	Resíduos (UCO, gordura animal, FOG, graxa de esgoto)	85 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Greenery (Teesside)/ 2006	Biodiesel	Resíduos (óleos, UCO)	229 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Greenery (Immingham)/ 2007	Biodiesel	UCO	156 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Vivergo (Hull)/ 2013	Bioetanol	Trigo	1,420 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Ensus (Teesside)/ 2010	Bioetanol	Trigo	400 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Olleco (Cheshire)/ 2007	Biodiesel	Resíduos	20 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Olleco (Merseyside)/ 2012	Biodiesel	Resíduos	16 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Advanced Plasma Power/ 2018	Biometano	Resíduos	0	Demonstrativa	Em construção

Nova Pangaea Technologies/ 2018	Etanol	Produtos de pirólise	0	Demonstrativa	Em construção
Enerkem/ 2019	Etanol/metanol	Resíduos	0	Demonstrativa	Planejada
Future Blends	Óleo de pirólise		0	Piloto	Operacional
TMO Guildford/ 2008	Poliácido e etanol lignocelulósico	NA	5 milhões de litros/ano	Piloto	Operacional
Gogreen gas project/ 2016	Bio Gás natural substituto (SNG)	Biomassa	0,05MW	Piloto	Operacional
Betamax/ 2011	Butanol	NA	0	Piloto	Suspensa
BioMara project/ 2009-2012	Etanol	Algas	0	Piloto	Pronta

Fonte: (ETIP Bioenergy, 2018) e respostas nacionais ao questionário. Notas: apesar de que o Reino Unido está saindo da UE, ele foi incluído no estudo para fins comparativos e os dados analisados vão de 2009 a 2018.

O Reino Unido relata a existência de 16 instalações para biocombustíveis, com capacidade produtiva de 2.381 milhões de litros. Desse total, oito são comerciais, três de demonstração e cinco projetos piloto. As principais matérias primas utilizadas são resíduos, óleos e óleo de cozinha usado (UCO). As cinco empresas responsáveis pelos projetos comerciais são Argent, Greenergy, Vivergo, Ensus e Olleco. A Argent tem duas plantas de biodiesel – comissionadas em 2005 e 2016 – que produzem biodiesel a partir de resíduos (UCO, gorduras animal, gorduras, graxas e óleos de esgoto – FOG). As empresas Greenergy e Olleco também possuem duas plantas cada – comissionadas em 2006, 2007 e 2012 – para produzir biodiesel a partir de resíduos. As empresas Vivergo e Ensus produzem bioetanol a partir de trigo. A planta da Vivergo, em Hull, tem a maior capacidade produtiva, de 1.420 milhões de litros por ano, e foi inaugurada em 2013. A planta da Ensus, em Teesside, tem a segunda maior capacidade produtiva, gerando 400 milhões de litros por ano. Essa planta foi comissionada em 2010. As plantas de demonstração da Advanced Plasma Power (biometano) e da Nova Pangaea Technologies (etanol) estão sendo construídas e devem começar a operar em 2018, enquanto que a planta da Enerkem (Etanol/metanol) está planejada para 2019. Em relação às plantas piloto, uma está pronta e a outra foi suspensa, e três se encontram em operação, testando óleo de pirólise, etanol celulósico, poliácidos, Bio Gás Substituto Natural (SNG, em inglês) e butanol.

BIOPRODUTOS

Os representantes do país relataram que as oportunidades mais promissoras no Reino Unidos estão ligadas aos produtos *drop-in* e, atualmente, os bioprodutos são feitos, principalmente, em plantas dedicadas. A associação de bioprodutos com biocombustíveis para aumentar a lucratividade pode incentivar o desenvolvimento. Adicionalmente, o desenvolvimento de novos mercados e de uma bioindústria, a redução das emissões de GEE e a criação de empregos são motivos para incentivar os bioprodutos. A regulamentação, políticas e disponibilidade de recursos financeiros são os principais desafios.

SUÉCIA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	1,10	Consumo	0,30
Produção	N/A	Produção	N/A
Principal matéria prima	N/A	Principal matéria prima	N/A
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			

Volume total de biocombustíveis consumido	1,4
Volume total de biocombustíveis produzido	N/A
Participação no setor de transportes (%)	14,7%

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (SVEBIO 2016), (GAIN, 2017e), (Sekretariatet 2015), (REN21, 2016). Notas: números de 2015. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

Na Suécia, a política de biocombustíveis é baseada, principalmente, em isenções fiscais. Adicionalmente, o país tem tido sucesso nas misturas de 10% para o setor de transporte. Na direção contrária, o governo sueco colocou um imposto sobre o E85 em 2016, que até então era isento, e novos impostos sobre veículos flex foram implementados.

As vendas de E85 caíram, dado que os preços da gasolina têm caído e que o novo governo implementou impostos que prejudicam o uso de carros flex e do E85. Em 2016, o consumo de E85 era de cerca de 45 milhões de litros. Em termos de conteúdo energético, os biocombustíveis representaram 18,6% de todo o consumo dos veículos operando na Suécia em 2016. Por último, a meta da política da Suécia é reduzir as emissões do setor de transportes em 70% até 2030 (tendo como base o ano de 1990).

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA SUÉCIA

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Varmlands Metanol/ 2016	Metanol	Resíduos florestais	126 milhões de litros/ano	Comercial	Planejada
ST1 Biofuels (Gothenburg)/ 2015	Etanol celulósico	Madeira	5 milhões de litros/ano	Piloto	Operacional
Swedish Biofuels/ 2019	Etanol	Madeira para ATJ e resíduo sólido municipal	6 milhões de litros/ano	Piloto	Planejada
KTH/ 2009	Combustível aeronáutico/biodiesel / Álcool	NA	0,015MW	Piloto	Operacional
BioDME plant (Pitea)/ 2005	Metanol/DME	Licor negro	1,8MW	Piloto	Operacional
Go Biogas project/ 2013	SNG	Madeira	20MW	Piloto	Operacional
SEKAB/ 2005	Etanol	Madeira	2 milhões de litros/ano	Piloto	Operacional

Fonte: respostas nacionais ao questionário

A Suécia relatou a existência de sete instalações, e, assim como na França, a maioria dos projetos se encontra em estágio piloto, sendo que somente uma planta é comercial. A capacidade total produtiva é de 139 milhões de litros, e a principal matéria prima utilizada no país é a madeira. As plantas piloto foram construídas em 2005, 2009, 2013 e 2015 para testar combustíveis para aviação, metanol, dimetil éter (DME), SNG a partir de madeira e licor negro. Outra planta está planejada para 2019, transformando madeira em etanol e o resíduo sólido municipal em biogás. A empresa Varmlands é dona da planta comercial, que foi construída em 2016 e produz 126 milhões de litros de metanol a partir de resíduos florestais.

NORUEGA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,17	Consumo	0,05
Produção	0	Produção	0,02
Principal matéria prima	N/A	Principal matéria prima	Resíduos florestais
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0,22
Volume total de biocombustíveis produzido			0,02
Participação no setor de transportes (%)			N/A

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (GAIN, 2017e), (Biofuture Platform, 2017a) e (Norway Today, 2018). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

A Noruega se comprometeu com uma meta climática de redução de ao menos 40% das emissões de GEE até 2030 (com base nos níveis de 1990) e pretende atingir seus objetivos juntamente à UE e os outros países membros.

Na Noruega, a política do governo para 20% de biocombustíveis já foi alcançada em 2017, muito acima dos 8% planejados para 2017 e 10% planejados para 2018. Esse aumento na mistura de biocombustíveis tem ajudado a diminuir a intensidade de carbono do setor de transporte.

Essas obrigações e as cotas foram apontadas como as principais políticas garantindo um mercado para biocombustíveis na Noruega, e subvenções para investimentos e garantias de empréstimos são os principais mecanismos para encorajar investimentos em instalações produtivas de biocombustíveis. O principal motivador para o uso de biocombustíveis é a preocupação política com a redução de emissões de GEE e os principais desafios são a disponibilidade de recursos financeiros e a competição com combustíveis fósseis.

INSTALAÇÕES DE BIOCMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NA NORUEGA

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Borregaard/ 1938	Etanol lignocelulósico	Madeira de pinheiro	20 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Borregaard/ 2012	Etanol lignocelulósico	Bagaço de cana-de-açúcar, palha, madeira e cultivos energéticos	110 t/ano	Demonstrativa	Operacional
Weland Bergen	Etanol lignocelulósico	NA	NA	Piloto	NA

Fonte: respostas nacionais ao questionário

A Noruega relata a existência de três instalações, uma comercial, uma de demonstração e uma piloto. Duas companhias estão por trás desses projetos: Borregaard e Weland. A Borregaard é dona da planta comercial, que produz bioetanol a partir da madeira de pinheiros desde 1938 e tem capacidade atual de 20 milhões de litros por ano. A empresa também opera a planta de demonstração BALI, que é parcialmente financiada pelo governo com o programa Innovation Norway e do Conselho de Pesquisa da Noruega. As operações começaram em 2012 com etanol, produtos

químicos derivados da lignina, e químicos a base de açúcares, produzidos a partir do bagaço de cana-de-açúcar, palha, madeira e outros cultivos energéticos. Não foram encontrados dados para a planta piloto da Weland. Vale a pena ressaltar também os esforços do país para a expansão do etanol celulósico; o início da operação de uma planta de etanol celulósico com capacidade produtiva de 50 milhões de litros é previsto para 2021.

BIOPRODUTOS

A Noruega indicou em suas respostas ao questionário que as oportunidades mais promissoras para os bioprodutos estão nos produtos *drop-in* e que, atualmente, a produção está integrada com a de biocombustíveis. Essa associação com a produção de biocombustíveis para aumentar a lucratividade incentiva o desenvolvimento dos bioprodutos. Além disso, a valorização da biomassa e a redução das emissões de GEE foram apontadas como os principais motivadores para o desenvolvimento de bioprodutos. A disponibilidade de recursos financeiros e a competição com os combustíveis fósseis são os principais desafios.

AMÉRICA LATINA

A América Latina tem uma longa tradição no que diz respeito aos biocombustíveis, em grande parte devido ao esforço brasileiro, que começou seu programa de bioetanol depois da crise dos combustíveis da década de 1970. O Brasil é o segundo maior produtor de etanol combustível no mundo, depois dos EUA, e produz cerca de 25% do total de etanol utilizado como combustível do mundo.

A Argentina e o Brasil estão entre os maiores produtores de biodiesel, mas com estratégias diferentes: o Brasil foca no suprimento para suas metas internas de mistura, enquanto que a Argentina é o maior exportador mundial (principalmente para a Europa). Assim, apesar da Argentina ter uma obrigação de mistura e critérios específicos de sustentabilidade para os biocombustíveis, sua produção deve seguir os requisitos e regulamentações dos países destinatários para continuar esse comércio.

Os biocombustíveis avançados na América Latina são produzidos principalmente no Brasil, mas no Uruguai também, em escala piloto. Incentivadas por duas rodadas de um programa de financiamento específico do BNDES em 2011 e 2014 (discutidos abaixo), quatro plantas se encontram em operação no Brasil, com uma capacidade produtiva total de 172 milhões de litros por ano.

ARGENTINA

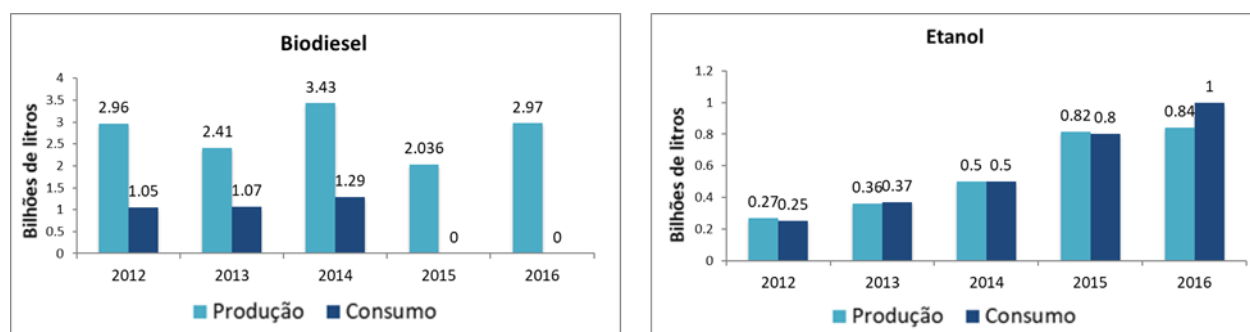
Biodiesel		Etanol	
Consumo	1,03	Consumo	0,91
Produção	2,66	Produção	0,89
Principal matéria prima	Soja	Principal matéria prima	Cana-de-açúcar
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			1,94
Volume total de biocombustíveis produzido			3,55
Participação no setor de transportes (%)			20%

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (GAIN 2017f). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

De acordo com a NDC do país, a Argentina tem o objetivo incondicional de reduzir as emissões de GEE em 15% até 2030 em relação ao cenário BAU. Desde 2006, a Argentina tem obrigações de mistura para biocombustíveis. Atualmente, elas são de 12% para bioetanol na gasolina e 10% de biodiesel no diesel. O governo argentino estuda, com *stakeholders*, introduzir um plano para aumentar progressivamente a obrigação de mistura de etanol para cerca de 26%.

A demanda doméstica para biocombustíveis está crescendo lentamente, já que essa obrigação permaneceu inalterada nos últimos anos. Praticamente não existe comércio externo de bioetanol; já para o biodiesel, a exportação corresponde a 60% da produção do país.

Figura 11. Produção e consumo de biocombustíveis 2012-2016 na Argentina (bilhões de litros)



Fonte: respostas nacionais ao questionário

Não existem critérios específicos para sustentabilidade dos biocombustíveis na Argentina. Entretanto, sendo um grande exportador de biodiesel, o governo monitora de perto os critérios e regulamentações de outros países para evitar quaisquer restrições à exportação. Existem sinais de que o governo dos EUA irá aplicar taxas sobre a importação de biodiesel da Argentina, o que terá um impacto negativo direto sobre os volumes negociados⁹.

Para encorajar os investimentos no setor, finanças preferenciais, incentivos fiscais e garantias para empréstimos foram apontados no questionário como mecanismos de apoio. Ainda assim, o maior desafio no país ainda é a competição com os combustíveis fósseis.

BIOPRODUTOS

De acordo com as respostas nacionais ao questionário, a participação atual dos bioprodutos no mercado nacional fica entre 5% e 10%. As oportunidades mais promissoras estão ligadas aos produtos *drop-in* e atualmente a maioria é produzida em associação com biocombustíveis.

PARAGUAI

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,01	Consumo	0,28
Produção	0,01	Produção	0,25
Principal matéria prima	Soja	Principal matéria prima	Cana-de-açúcar/milho

⁹ Tanto os EUA quanto a Europa buscaram, nos últimos anos, defender seus mercados contra a importação de biodiesel por meio de impostos *anti-dumping*. Enquanto que os EUA devem aumentar seus impostos para o biodiesel argentino e indonésio, a UE retirou seus impostos a partir de uma decisão da Organização Mundial de Comércio e da Corte de Justiça Europeia. Por outro lado, o Parlamento Europeu aprovou, recentemente, uma proibição da inclusão do biodiesel de óleo de palma para as metas da Diretriz para Energias Renováveis (RED).

Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0,29
Volume total de biocombustíveis produzido			0,26
Participação no setor de transportes (%)			0,01

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (GAIN 2017g). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

O Paraguai aprovou a Lei de Promoção dos Biocombustíveis em 2005, e hoje a utilização de biocombustíveis é fundamental para que o país atinja sua meta NDC de reduzir as emissões de GEE em 20% até 2030. Nas condições atuais, é difícil para o Paraguai manter um fornecimento constante de biodiesel ao longo do ano, uma vez que o preço final não é rentável para os fornecedores, afetando a oferta.

Para que os negócios locais se desenvolvam mais, as iniciativas devem ter foco em esquemas para atingir a viabilidade nos preços, a melhoria da qualidade dos produtos, aumento da escala de produção, novas tecnologias e melhorias logísticas. Enquanto o governo mantiver a obrigação atual de mistura para o etanol (25%) e a expansão dos carros flex continuar lenta, o consumo total, no curto prazo, estará ligado ao aumento na demanda de gasolina.

BIOPRODUTOS

No Paraguai, o desenvolvimento de produtos *drop-in* que sejam idênticos àqueles feitos a partir de petróleo é a única oportunidade para o crescimento do mercado de bioprodutos. Hoje a produção está integrada à de biocombustíveis e outros representantes do país disseram que a valorização da biomassa, melhoria da balança comercial do país e a redução das importações de produtos químicos são os principais motivos para a utilização de bioprodutos no Paraguai. A competição com os combustíveis fósseis, questões de regulamentação e políticas e gargalos científicos/tecnológicos foram vistos como os maiores desafios.

URUGUAI

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,05	Consumo	0,08
Produção	0,05	Produção	0,08
Principal matéria prima	soja	Principal matéria prima	Grão de sorgo
Área utilizada (10 ³ hec)	30,79	Área utilizada (10 ³ hec)	24,88
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			0,13
Volume total de biocombustíveis produzido			0,13
Participação no setor de transportes (%)			6,0 %

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (GAIN 2017h). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

As NDC do Uruguai incluem, como parte dos esforços para reduzir as emissões do setor de transporte, o uso de 7% de biodiesel e de 10% de bioetanol no total da frota de veículos, ambos somente a partir da produção doméstica. Ainda

mais, o país pretende aumentar seu consumo de biocombustíveis, como parte do Acordo de Paris e sua política energética, na qual o Uruguai estabeleceu uma meta de diminuir o consumo de combustíveis fósseis na indústria de transportes em 15%.

Desde 2015, o setor de transportes do Uruguai diminuiu suas emissões de CO₂ em cerca de 7% cada ano, como um resultado direto do aumento do uso de biocombustíveis. Esse consumo significativo se deve à obrigatoriedade de utilização de combustíveis agrícolas, que demanda uma mistura de 6% de biodiesel no diesel e de 9-10% de bioetanol na gasolina. Recentemente, em 2016, o país demonstrou um crescimento de 50% na sua produção de biocombustíveis, o que contribuiu com a economia extra de 270.000 t de CO₂ em 2016.

Os incentivos fiscais são o principal instrumento de apoio para os investimentos em biocombustíveis no Uruguai, e os principais motivadores apontados no questionário são o estabelecimento de uma bioindústria no país, a criação de empregos e a promoção do uso sustentável de recursos locais. A falta de recursos financeiros é o principal desafio.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NO URUGUAI

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
CIDEB/ 2016	Etanol lignocelulósico	Madeira de eucalipto	NA	Piloto	Operacional

Fonte: respostas nacionais ao questionário

O Uruguai possui, atualmente, uma planta piloto, que foi comissionada em 2016 pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Biocombustíveis de Segunda Geração (*Centro de Investigación y Desarrollo en Biocombustibles de Segunda Generación - CIDEB*). Ela produz bioetanol a partir da madeira de eucalipto e existe uma pesquisa sobre a utilização de outras matérias primas como a gramínea *Panicum virgatum (switchgrass)*. A Argentina, México e Paraguai não relataram a existência de plantas piloto, de demonstração ou comerciais e pesquisa adicionais não encontraram outras informações em projetos atuais ou futuros.

MÉXICO

Biodiesel		Etanol	
Consumo	N/A	Consumo	N/A
Produção	N/A	Produção	N/A
Principal matéria prima	N/A	Principal matéria prima	N/A
Área utilizada (10 ³ hec)	N/A	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A
Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			N/A
Volume total de biocombustíveis produzido			N/A
Participação no setor de transportes (%)			N/A

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (GAIN 2016a). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

A NDC mexicana mostra um compromisso incondicional de redução de 25% das emissões de GEE e de poluentes climáticos de vida curta até 2030 (comparado com os níveis BAU).

Atualmente, os progressos mexicanos em relação aos biocombustíveis são focados na criação e fortalecimento de políticas públicas para promover sua produção e uso, tanto para lidar com as metas de redução relacionadas às

mudanças climáticas quanto para diversificar a matriz energética do país. O governo mexicano estima que a indústria do biodiesel possa crescer até atingir um fornecimento de 3,2 milhões de m³/ano.

BRASIL

Biodiesel		Etanol	
Consumo	3,81	Consumo	27,6
Produção	3,80	Produção	28,3
Principal matéria prima	Soja	Principal matéria prima	Cana-de-açúcar
Área utilizada (10 ³ hec)	33.177	Área utilizada (10 ³ hec)	9.049
Preço (USD/L)	0,70	Preço (USD/L)	0,42
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido		31,4	
Volume total de biocombustíveis produzido		32,1	
Participação no setor de transportes (%)		20%	

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (EPE, 2017b). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

O Brasil é o segundo maior produtor de bioetanol, com uma cadeia bem estabelecida desde 1970s, incentivada pelo programa Proálcool. Hoje todo posto de gasolina brasileiro é obrigado a oferecer misturas de gasolina-etanol com 27% de etanol e a maioria oferece também etanol puro. Desde 2006, os carros flex ultrapassaram metade do número total de carros registrados no país e até Dezembro de 2017, 88,7% dos carros registrados eram desse tipo (ANFAVEA, 2017).

A cana-de-açúcar é a principal matéria prima para produção de etanol e de açúcar no Brasil, que são produzidos conjuntamente dada a semelhança do processo produtivo de ambos. A destinação final da cana-de-açúcar é, assim, decidida pelo preço das commodities, o que ainda é um dos principais gargalos para uma substituição mais significativa dos combustíveis fósseis por etanol no setor de transporte do país. Na verdade, crises de escassez de etanol devido ao alto preço do açúcar criaram inseguranças no mercado sobre o suprimento geral de biocombustíveis no país.

A viabilidade da produção de etanol no Brasil é devida à utilização do bagaço de cana (um resíduo da produção de etanol) para gerar vapor e eletricidade (um sistema de cogeração). Atualmente, o principal foco nessa área é a utilização de outros resíduos da cana-de-açúcar (como a palha e a vinhaça) para a produção de produtos de valor agregado. A palha da cana e seu bagaço são materiais lignocelulósicos, i.e, resíduos que só podem ser convertidos em etanol a partir de rotas de segunda geração.

Os investimentos em etanol de milho têm crescido rapidamente, principalmente no Centro-Oeste do país, sendo que a maior parte da produção é, atualmente, exportada e dependente de investidores estrangeiros, como os EUA. A construção ou expansão de pelo menos seis plantas é esperada para a região em 2018, demandando mais de 3 milhões de toneladas de milho por ano, ou cerca de 6% da colheita total do Centro-Oeste. O Mato Grosso, o principal produtor de etanol de milho, também é o maior produtor de grãos do país. Existem quatro plantas de etanol no Mato Grosso, três das quais podem produzir etanol tanto a partir de milho quanto de cana-de-açúcar. Esses desenvolvimentos são motivados pela abundância de milho, taxas de juros e as boas perspectivas para o consumo de etanol no país. O crescimento desse setor, aliado ao incentivo oferecido pelo programa RenovaBio, irá aumentar o consumo de combustíveis como um todo (Zaia & Souza, 2018).

A produção e consumo de etanol têm flutuado ao longo dos últimos anos – como é possível ver na Figura 12; na maioria dos anos, existe um balanço positivo ou quase neutro na balança entre produção e consumo, indicando autossuficiência e um mercado nacional sólido.

Em 2015, a produção nacional de etanol cresceu, o que é visto como um resultado positivo dada a situação delicada das indústrias de açúcar e álcool, que têm sido marcadas pelo fechamento de várias usinas nos últimos oito anos (UNICA, 2016). Apesar da liberalização dos preços de produtos da gasolina no início dos anos 2000, o governo tem uma influência indireta nos preços de gasolina, diesel e gás de petróleo líquido (LPG, em inglês) a partir do controle acionário da Petrobrás. Em anos recentes, o preço da gasolina tem sido mantido artificialmente baixo, para controlar a inflação. Isso levou a uma vantagem competitiva artificial da gasolina sobre o etanol, gerando perdas para as indústrias nos últimos anos (Oliveira and Almeida, 2014).

Espera-se que a produção de etanol cresça para 45 bilhões de litros até 2025 e 54 bilhões de litros até 2030 (EPE, 2016). Além disso, de acordo com a ANP, existem, no momento, 352 plantas de produção de etanol autorizadas. A cana-de-açúcar é a matéria prima utilizada em 97,1% das plantas em operação (Pinto, 2016).

O Biodiesel se estabeleceu na matriz energética brasileira em 2005 por meio de uma lei, que definia a adição de 2% de biodiesel ao diesel convencional (chamado B2). A lei contempla um aumento progressivo e desde Março de 2018, requer a mistura de 10% (B10).

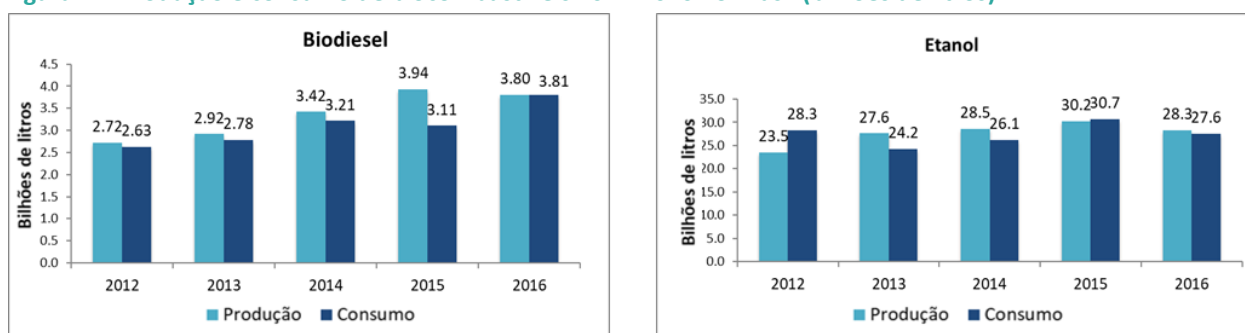
Existem 51 plantas de produção de biodiesel autorizadas pela ANP para operar no Brasil, correspondendo a uma capacidade total de 19.976,81 m³/ dia (Pinto, 2016). A principal matéria prima para a produção de biodiesel tem sido a soja, e existe espaço para a exploração de outras matérias primas.

Um modelo que demonstrou resultados positivos para a produção socialmente responsável é o Selo Combustível Social. Para incentivar a inclusão social na agricultura voltada para os combustíveis, o Selo reúne medidas para garantir esse objetivo. O selo considera o potencial de inclusão social, geração de empregos e renda que a cadeia de valor do biodiesel representa para agricultores familiares. Ele ajuda a guiar o avanço de políticas públicas voltadas para a descentralização do desenvolvimento, especialmente para as regiões Norte e Nordeste do país. O Cooperativismo entre os agricultores tem sido consolidado como uma ferramenta importante para o fortalecimento do programa. O biodiesel resultante desse programa pode receber incentivos fiscais e isenções de impostos.

Melhorias tecnológicas têm levado a um crescimento significativo na produção de biodiesel. Em 2007, a produção desses biocombustíveis era de 0,4 bilhões de litros, comparados a 3,8 bilhões de litros em 2016, um aumento de quase dez vezes em 10 anos (BEN, 2017). Como demonstrado nas Figuras 12 e 21, o país é autossuficiente no que diz respeito à produção de biodiesel.

Para apoiar o setor de produção de biodiesel no Brasil, existem vários incentivos fiscais no momento, desde a aquisição de matérias primas até uma isenção do IPI, e reduções do Imposto de Renda para empresas que produzem ou vendem combustíveis verdes. O BNDES oferece linhas de financiamento para todas as fases de produção e uso de biodiesel no Brasil, incluindo a estocagem e logística da produção. O Banco trabalha com o objetivo de financiar até 90% de projetos de impacto social ou até 80% de outros projetos elegíveis (CEBDS, 2017).

Figura 12. Produção e consumo de biocombustíveis 2012-2016 no Brasil (bilhões de litros)



Fonte: respostas nacionais ao questionário

BIOQUEROSENE

O setor de aviação está crescendo rapidamente no Brasil e é altamente dependente de querosene fóssil (ANAC, 2015). Essa dependência pode aumentar nas próximas décadas, gerando um aumento nas emissões de GEE.

Atualmente em discussão, o Sistema de Compensação e Redução de Carbono para a Aviação Internacional (CORSIA, em inglês), deve ser aprovado a partir das negociações na Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), criando um esquema global para compensação e redução de emissões de GEE para a aviação civil internacional. Ele tenta atingir o objetivo de crescimento zero das emissões totais da aviação internacional a partir de 2020. A indústria da aviação está comprometida com melhorias tecnológicas, operacionais e de infraestrutura para continuar reduzindo as emissões de carbono do setor, incluindo o uso de biocombustíveis aeronáuticos como uma das medidas possíveis.

As projeções da OACI revelam o papel central que o mercado de biocombustíveis aeronáuticos deve ter nas próximas décadas para que a aviação civil internacional consiga atingir seus objetivos de redução de emissões de CO₂. Em particular, o uso de combustíveis alternativos sustentáveis que não exigem modificações no mercado (*drop-in*) é visto como uma medida importante para reduzir as emissões da aviação no curto e médio prazo (ICAO, 2018).

Como um dos países líderes no desenvolvimento de novas tecnologias e políticas associadas aos biocombustíveis, o Brasil pode ser um dos maiores líderes na produção de bioquerosene. As reduções das emissões do setor de aviação poderiam ser impulsionadas nas próximas décadas. Com esse objetivo, em 2010, a Aliança Brasileira Para Biocombustíveis de Aviação (ABRABA), composta de participantes importantes como a LATAM, GOL e EMBRAER, foi lançada para discutir a implementação de biocombustíveis no setor brasileiro de aviação.

Desde 2014, o estado de Minas Gerais conta com uma plataforma colaborativa para a produção de biocombustíveis, almejando integrar os participantes de toda a cadeia de valor em busca da produção sustentável. A Plataforma Mineira de Bioquerosene e Renováveis tem desenvolvido parcerias estratégicas para a implementação de uma cadeia de valor com processos regionais de revitalização das bacias dos rios utilizando espécies oleaginosas (como, por exemplo, a Macaúba) para obtenção de biomassa sustentável. Os resíduos agrícolas e urbanos também são utilizados para produção de biodiesel.

Atualmente, a principal rota para produção do bioquerosene (na fase de pesquisa) usa soja, palma, algodão, girassol e canola como matéria prima (EMBRAPA, 2015). Maiores pesquisas são necessárias para implementar a produção no Brasil, além de ser necessária a implementação de políticas de incentivo e um sistema de logística sólido. A estrutura do mercado de etanol no país é um claro exemplo de como o bioquerosene poderia ser implementado.

POLÍTICAS CLIMÁTICAS E METAS

O Acordo de Paris estabelece a base para a cooperação internacional, a partir de 2020, a partir das NDC e de um processo sistemático de aumentar a ambição desses compromissos firmados. A contribuição brasileira, submetida na Assembleia Geral da ONU em 2015, inclui uma redução das emissões nacionais de GEE de 37% até 2025 (o que equivale a 1.346 milhões de toneladas de carbono equivalente - tCO₂e), complementada por uma indicação de redução das emissões nacionais de 43% até 2030 (ou 1.208 milhões de tCO₂e), a partir dos níveis de 2005.

As metas da NDC correspondem aos esforços da economia brasileira como um todo. Entretanto, ela também apresenta indicações de compromissos para setores específicos, um deles sendo o de energia, com indicações ao aumento da participação da bioenergia na matriz do país:

“aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel!” (República Federativa do Brasil, 2016)

Estimativas da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA) – indicam que a NDC brasileira apresenta oportunidades para o setor produtivo, que deve dobrar a produção nacional de etanol e construir aproximadamente 75 novas unidades produtivas. Além disso, esse crescimento pode gerar 250 mil novos empregos diretos. Isso demandaria investimentos de USD 40 bilhões até 2030 (UNICA, 2016).

A experiência brasileira com a infraestrutura necessária para a produção de etanol e biodiesel, além dos fatores climáticos que permitem a diversidade e abundância das matérias primas, são elementos que contribuem para a substituição dos combustíveis fósseis na matriz com poucos investimentos adicionais (CEBDS, 2017).

Outra oportunidade recente para se atingir as metas da NDC é o programa RenovaBio, uma iniciativa federal para reduzir a intensidade de carbono do setor de transporte nacional e desenvolver o setor de biocombustíveis. Inspirado

por elementos do Padrão Californiano de Combustíveis de Baixo-Carbono (*Low-Carbon Fuel Standard - LCFS*) e o padrão de Combustíveis Renováveis dos EUA (*US Renewable Fuel Standard - RFS*), o RenovaBio funciona com o estabelecimento anual de metas de descarbonização para um período mínimo de 10 anos, a serem atingidas pelas distribuidoras de combustíveis. Para garantir que as metas sejam alcançadas, os produtores de biocombustíveis podem emitir certificados de redução de emissões de GEE que podem ser negociados, os “CBios”. A certificação a nível de projetos para os produtores de biocombustíveis, a partir da análise do ciclo de vida do carbono e outros requisitos de sustentabilidade, faz com que os produtores mais eficientes em termos de carbono possam emitir mais CBios em troca de seus combustíveis.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NO BRASIL

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Amyris/ 2012	Combustível para aviação/ Farneceno	Cana-de-açúcar	45 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Raizen/ 2014	Etanol lignocelulósico / Etanol de palha	Resíduos da produção de cana	42 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
GranBio/ 2014	Etanol celulósico	Resíduos de cana	82 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
CTC/ 2014	Etanol celulósico	Cana-de-açúcar	3 milhões de litros/ano	Demonstrativa	Operacional

Fonte: respostas nacionais ao questionário e (EPE, 2017a).

Entre outras instalações comerciais, as operações da Amyris no Brasil começaram em 2008, com uma planta piloto para testar a tecnologia de Biofeno para a produção de Farneceno, em Campinas, São Paulo (o maior estado produtor de cana-de-açúcar do país). Em 2013, a empresa construiu sua primeira planta comercial em Brotas, também em São Paulo, com capacidade instalada de 45 milhões de litros por ano. No início da década, a Raizen - uma *joint venture* entre a Royal Dutch Shell e a empresa brasileira Cosan – investiu R\$ 237 milhões (USD ~71 milhões) em P&D e infraestrutura, em grande parte financiadas pelo BNDES, para desenvolver uma tecnologia de biocombustíveis avançados no Canadá, em parceria com a Logen Energy (Raizen, 2018) e lançar uma planta comercial em 2014, em Piracicaba, São Paulo. A planta produz, atualmente, 42 milhões de litros de etanol lignocelulósico por ano a partir da palha e bagaço de cana. Até 2024, a empresa pretende construir outras sete plantas de etanol lignocelulósico no Brasil. Finalmente, a GranBio também iniciou sua produção em 2014 com a maior instalação do país, com uma capacidade de 82 milhões de litros por ano em São Miguel dos Campos, no estado de Alagoas. Existem poucas informações sobre o processo produtivo, apesar da empresa ter anunciado planos para construir 10 novas plantas de biocombustíveis avançados até 2022 no Brasil.

O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) possui a única planta de demonstração do Brasil, localizada em São Manoel, também no estado de São Paulo. Ela converte bagaço de cana em etanol 2G utilizando um processo patenteado desenvolvido internamente, com produção de 3 milhões de litros por ano – e comunicados indicam que um processo de escalonamento deve acontecer em 2018.

BIOPRODUTOS

Os bioprodutos podem substituir um grande número de produtos que hoje são derivados de fontes fósseis. Existem várias oportunidades para os bioprodutos na cadeia produtiva de biocombustíveis já bem estabelecida no Brasil. Por exemplo, a produção de etanol gera outros coprodutos que podem ser explorados para fins energéticos, como o bagaço, palha de cana e vinhaça. O uso energético do bagaço já está bem estabelecido em processos de cogeração. A palha de cana-de-açúcar é um resíduo agrícola gerado na colheita e, assim como o bagaço, pode ser matéria prima para combustão, gerando eletricidade ou para produzir etanol 2G, já que ambos são feitos de material lignocelulósico. A vinhaça é outro subproduto da produção de bioetanol que contém alta concentração de matéria orgânica, apresentando, assim, uma oportunidade para geração de energia a partir do biogás.

No aspecto não-energético, as biorrefinarias estão sendo desenvolvidas a partir de indústrias bem estabelecidas como celulose e papel, plantas químicas, processamento de amido e processos convencionais de biocombustíveis, de forma que os bioprodutos podem aumentar a lucratividade das operações. As biorrefinarias poderiam, sozinhas, levar a investimentos diretos e indiretos na ordem de USD 400 bilhões até 2020 (Estadão, 2018).

O mercado atual para os bioprodutos tem menos de 5% da participação total no mercado e não existem metas específicas para bioprodutos até 2030. As oportunidades mais promissoras estão nos bioprodutos *drop-in* e, no momento, eles são produzidos de forma integrada aos biocombustíveis. O principal motivador para o desenvolvimento de bioprodutos é a associação com biocombustíveis para aumentar a lucratividade dos negócios, enquanto os maiores desafios são a competição com os combustíveis fósseis e a regulamentação/políticas.

Plástico Verde Brasileiro

O principal produtor de plástico verde no Brasil é a Braskem, uma empresa que conduz pesquisa inovadora em tecnologias alternativas que levem a produtos criados a partir de fontes renováveis. Em setembro de 2010, a planta de etileno verde da Braskem foi comissionada para a produção de plástico verde em escala comercial, garantindo à empresa a posição de líder no Mercado global. USD 290 milhões foram investidos na planta que tem capacidade anual de 200.000 toneladas de plástico verde (Polietileno verde l'm green™) (BRASKEM, 2017).

AMÉRICA DO NORTE

A América do Norte é a maior produtora de biocombustíveis devido ao etanol dos EUA. O Canadá também tem apoiado a produção e consumo de biocombustíveis por um bom tempo e, apesar de ter capacidade produtiva limitada, é um grande importador de biocombustíveis.

O continente é o mais ativo de todas as regiões em termos da utilização de tecnologias de biocombustíveis avançados (etanol celulósico, isobutanol para combustíveis e plantas de químicos e químicos renováveis). Os principais motivadores para esse progresso na indústria de biocombustíveis, especialmente nos EUA, são: i) um desenvolvimento tecnológico contínuo e robusto que conta com apoio de P&D público, ii) a disponibilidade de várias fontes de biomassa (resíduos, grãos e madeira) e, iii) políticas públicas de longo prazo, incentivando mercados e investimentos (Advanced Biofuels EUA, 2018).

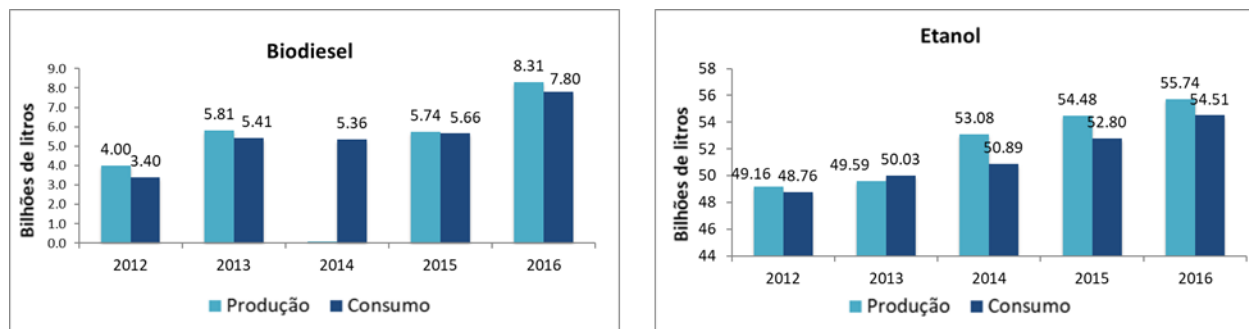
ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Biodiesel		Etanol	
Consumo	7,8	Consumo	54,3
Produção	5,9	Produção	58,3
Principal matéria prima	Soja	Principal matéria prima	Milho
Área utilizada (10 ³ hec)	871	Área utilizada (10 ³ hec)	12.688
Preço (USD/L)	0,89	Preço (USD/L)	0,55
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			62,3
Volume total de biocombustíveis produzido			64
Participação no setor de transportes (%)			5,13%

Fonte: respostas nacionais ao questionário, (EPE, 2017a), (U.S. DOE, 2017), (EPA, 2018a). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

Apesar dos EUA serem o mais proeminente produtor e consumidor de biocombustíveis no mundo, de acordo com a U.S. Energy Information Administration (Administração de Informações Energéticas dos Estados Unidos da América), 80,1% do total de energia primária consumida no país em 2016 ainda é derivada de combustíveis fósseis. Nos últimos cinco anos, a produção de etanol nos EUA cresceu 11,8% e a de biodiesel 36,8% - ver Figura 13.

Figura 13. Produção e consumo de biocombustíveis 2012-2016 nos EUA (bilhões de litros)



Fonte: respostas nacionais ao questionário

O RFS é um programa nacional que tem um papel central na expansão de biocombustíveis no país e objetiva aumentar a produção de biocombustíveis para 136 bilhões de litros até 2022. A obrigação de mistura para etanol e biodiesel nos combustíveis fósseis é calculada anualmente de acordo com as projeções de produção para o ano seguinte.

O estado da Califórnia tem seu próprio programa, o LCFS, e usa uma abordagem de mercado de limitações e permissões de comércio para diminuir as emissões de GEE dos combustíveis fósseis para transporte. O LCFS requer que os produtores que usam petróleo como matéria prima reduzam a intensidade de carbono de seus produtos em 10% até 2020 (Government of California, 2017).

Os principais fatores para o desenvolvimento de biocombustíveis, de acordo com as respostas ao questionário, são a segurança energética, o estabelecimento de uma bioindústria nacional e a criação de empregos. Entretanto, a falta de recursos financeiros, a competição com os combustíveis fósseis e as questões de regulamentação e políticas são considerados os maiores desafios para o setor.

INSTALAÇÕES DE BIOCMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NOS EUA

Depois da EU, os EUA têm o maior número de instalações de biocombustíveis avançados, com 47 delas listadas. Desse total, 30 são plantas piloto, 12 comercial e cinco de demonstração. Cerca de 44% dos projetos atuais são direcionados para a produção de etanol lignocelulósico. As respostas dos EUA ao questionário incluem somente as plantas operacionais e planejadas, com uma capacidade produtiva total de 2.088 milhões de litros por ano.

Nos EUA, existem 30 empresas liderando esses projetos. Das 30 plantas piloto, 29 são operacionais e uma completada. A capacidade total delas é de 48 milhões de litros, entre gasolina, etanol celulósico, Diesel FT e líquidos. Das 11 plantas comerciais, seis são operacionais, quatro planejadas e uma pausada. As empresas com projetos em andamento são INEOs Bio, POET, DUPont, Diamond Green Diesel, AltAir e Little Sioux Corn Processors. Esses projetos produzem etanol 2G (a partir de milho, palha e resíduo sólido municipal), HVO, combustível para aviação e diesel. Combinadas, elas produzem 1.506 milhões de litros por ano. Os dois maiores projetos são a planta de HVO da Diamond Green Diesel em Louisiana, com uma capacidade produtiva de 567 milhões de litros, e a planta de processamento celulósico da Little Sioux Corn Processors em Iowa, com uma capacidade produtiva de 568 milhões de litros. Das cinco plantas de demonstração, duas são operacionais e outras três planejadas para os próximos dois anos. A empresa Fiberight comissionou uma planta para produzir 13 milhões de litros de etanol lignocelulósico por ano a partir do resíduo municipal selecionado, e a Frontrange Energy comissionou uma planta para produzir 14 milhões de litros de etanol lignocelulósico a partir de resíduos de plantações e biomassa de madeira.

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Red Rock Biofuels/ 2018	Diesel FT	Resíduos florestais, serragem e madeira	61 milhões de litros/ano	Comercial	Planejada-avançada
POET-DSM/ 2014	Etanol lignocelulósico	Palha	76 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Beta Renewables/ 2016	Etanol lignocelulósico	Miscanto e grama-dos-gatos (<i>switchgrass</i>)	76 milhões de litros/ano	Comercial	Planejada
Abengoa Bioenergy	Etanol lignocelulósico	Resíduo de milho, palha de trigo, grama-dos-gatos (<i>switchgrass</i>)	95 milhões de litros/ano	Comercial	Em espera
ZeaChem	Etanol lignocelulósico	Álamos, palha de trigo e madeira	95 milhões de litros/ano	Comercial	Planejada
DuPont/ 2015	Etanol lignocelulósico	Resíduos de milho e palha	114 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Beta Renewables/ 2016	Etanol lignocelulósico	Cultivos lignocelulósicos ou resíduos	114 milhões de litros/ano	Comercial	Planejada
Louisiana Diamond Green Diesel/ 2013	HVO	UOP, gorduras animais e óleos	567 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Altair Project (Los Angeles) / 2016	Combustível para aviação e Diesel	NA	151 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Little Sioux Corn Processors (Marcus Iowa)	Etanol celulósico	Milho	568 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional

Fonte: respostas nacionais ao questionário

BIOPRODUTOS

Nos EUA, as oportunidades mais promissoras estão ligadas aos produtos *drop-in* e o principal incentivo para desenvolvimento dos bioprodutos está ligado à associação com os biocombustíveis para aumentar a lucratividade dos negócios, o desenvolvimento de novos mercados e de uma nova bioindústria, a melhoria da balança comercial do país (reduzindo as importações de químicos) e a criação de empregos. A falta de recursos financeiros, a competição com os combustíveis fósseis e questões de regulamentação/políticas são considerados os maiores desafios para os bioprodutos.

CANADÁ

Biodiesel		Etanol	
Consumo	0,31	Consumo	3,04
Produção	0,48	Produção	1,74
Principal matéria prima	Canola	Principal matéria prima	Trigo/milho
Área utilizada (10 ³ hec)	270	Área utilizada (10 ³ hec)	N/A

Preço (USD/L)	N/A	Preço (USD/L)	N/A
Totais			
Volume total de biocombustíveis consumido			3,34
Volume total de biocombustíveis produzido			2,22
Participação no setor de transportes (%)			N/A

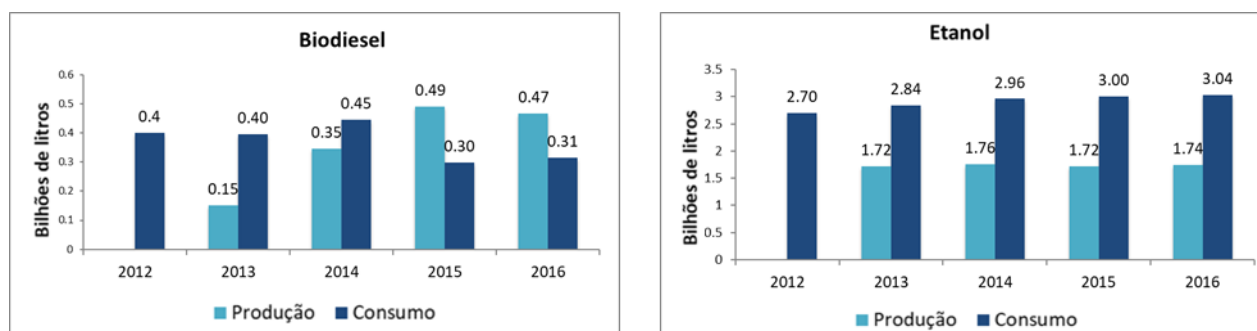
Fonte: respostas nacionais ao questionário, (Government of Canada 2017) e (GAIN 2016b). Notas: números de 2016. Todos volumes são expressos em bilhões de litros.

Desde 2010, a gasolina no Canadá deve ter pelo menos 5% de conteúdo renovável (algumas províncias exigem valores maiores), enquanto que o diesel e óleo destilado para aquecimento devem ter ao menos 2%, por volume.

O Canadá assinou o Acordo de Paris em 2015 e prometeu cortar suas emissões em 30% até 2030, a partir dos níveis de 2005. É possível que o governo considere uma combinação de um padrão mais elevado para combustíveis renováveis aliado a requerimentos de uma menor intensidade de carbono.

Em 2017, o país estabeleceu uma estrutura regulatória com o Padrão de Combustível Limpo (*Clean Fuel Standard - CFS*). Essa estrutura é considerada bastante inovadora e define o escopo regulatório, quem é regulado, a abordagem para intensidade de carbono, os prazos e as opções potenciais para *compliance* como o mercado de créditos.

Figura 14. Produção e consumo de biocombustíveis 2012-2016 no Canadá (bilhões de litros)



Fonte: respostas nacionais ao questionário

O governo do Canadá estima que quase 50% dos biocombustíveis (etanol e biodiesel) consumidos no país sejam importados de outros países. Os principais motivos para o desenvolvimento de biocombustíveis no país são a redução das emissões de GEE, o estabelecimento de uma bioindústria doméstica, a criação de empregos e a promoção dos recursos sustentáveis locais.

INSTALAÇÕES DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS NO CANADÁ

O Canadá relatou a existência de 28 plantas, sendo que maioria se encontra em estágios comerciais e operacionais. Juntas, elas produzem aproximadamente 2.523 milhões de litros por ano. Atualmente, 22 empresas são responsáveis por esses projetos, sendo que as oito maiores em termos de capacidade produtiva são Green Field Global, IGPC Etanol Inc., Kawartha Etanol Inc., Suncor, Husky Energy, Terra Grain Fuels Inc., Archer Daniels Midland Co e Atlantic Biodiesel. A matéria prima utilizada varia entre milho, amido, trigo, óleo de canola e resíduo sólido municipal. Existem três plantas de demonstração produzindo etanol celulósico e metanol a partir de biomassa de madeira e resíduos de cultivos. A Enerkem Inc. comissionou sua primeira planta em 2009, em Westbury, para testar e validar a tecnologia metanol-etanol. Em 2012, ela começou a produzir metanol celulósico e agora produz 5 milhões de litros por ano. A Woodland Biofuels Inc. e Iogen Corporation comissionaram as outras duas instalações, em 2011 e 2012, respectivamente. A Woodland Biofuels Inc. construiu sua planta de demonstração no Centro de Inovação Bioindustrial (*Bioindustrial Innovation Centre*), em Ontario, para testar sua tecnologia ponta-a-ponta de biomassa-etanol. A planta produz 2 milhões de litros de etanol por ano. A planta da Iogen Corporation foi construída em Ottawa, utilizando uma

combinação de técnicas termais, químicas e bioquímicas para converter resíduos de cultivos em etanol celulósico. Essa planta de demonstração produz 2 milhões de litros de etanol por ano.

Empresa/data	Biocombustível	Matéria prima	Capacidade	Tipo de planta	Status
Husky Energy (Minnesota)/ 2008	Etanol	Milho/amido	130 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
GreenField Global (Chatham) /1998	Etanol	Milho/amido	195 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
GreenField Global (Johnstown) / 2008	Etanol	Milho/amido	260 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
IGPC Etanol Inc. / 2007	Etanol	Milho/amido	170 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Suncor (St. Clair) / 2006	Etanol	Milho/amido	400 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
GreenField Global (Varenes) / 2007	Etanol	Milho/amido	175 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Husky Energy (Lloydminster) / 2006	Etanol	Trigo e outros cereais/amido	130 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Terra Grains Fuels Inc.	Etanol	Trigo e outros cereais/amido	150 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Archer Daniels Midland Co/ 2012	Biodiesel	Óleo de Canola	265 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional
Atlantic Biodiesel	Biodiesel	NA	170 milhões de litros/ano	Comercial	Operacional

Fonte: respostas nacionais ao questionário

BIOPRODUTOS

De acordo com as respostas do país ao questionário, a participação atual dos bioprodutos no mercado é de menos de 5%. As oportunidades mais promissoras estão ligadas aos produtos *drop-in* e, atualmente, a maior parte da produção é integrada aos biocombustíveis.

VISÃO GERAL DAS INSTALAÇÕES DE BIOCMBUSTÍVEIS AVANÇADOS

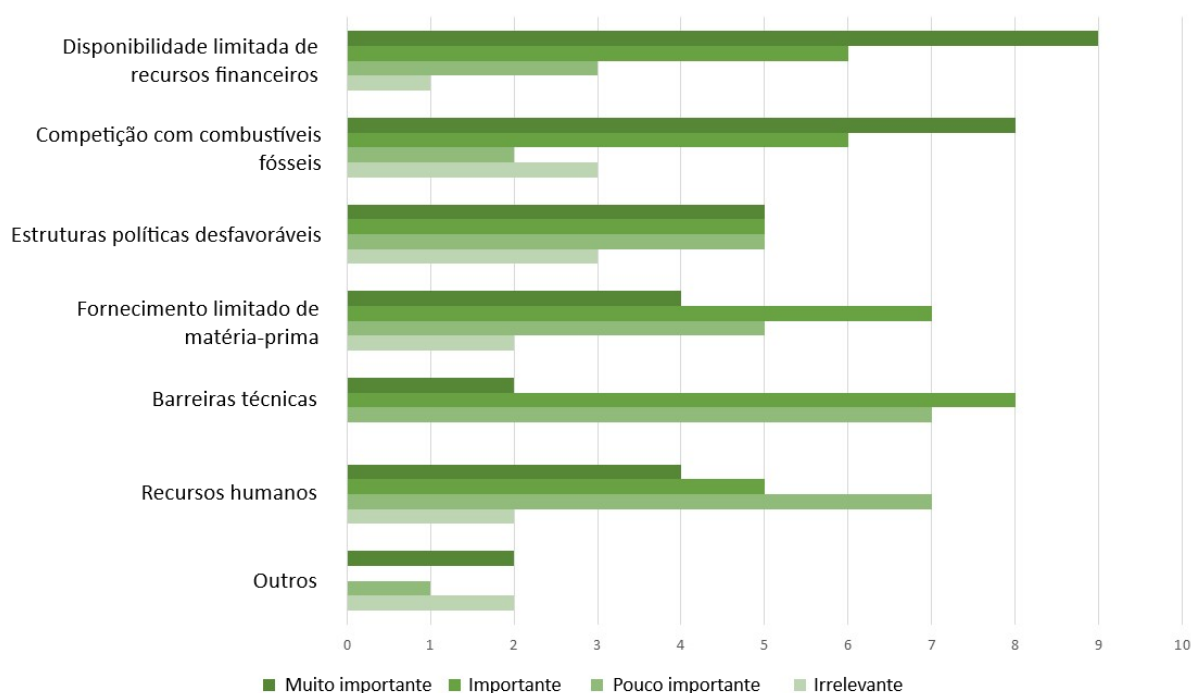
Enquanto um número significativo de países na BfP e SBIC/MI produzem biocombustíveis avançados, menos de metade das instalações relatadas se encontram em estágio comercial – 68 das 159 existentes. As plantas piloto e de demonstração representam a maioria dos projetos – 91 no total – indicando que ainda existem desafios tecnológicos e econômicos para escalonar essas instalações e consolidar um mercado 2G. Outros fatores e barreiras, como as estruturas regulatórias e a disponibilidade de recursos financeiros, também afetaram o desenvolvimento de biocombustíveis avançados nos países selecionados. Essas questões serão melhor exploradas nessa seção.

6. BARREIRAS AO CRESCIMENTO

Um conjunto de barreiras limitam o desenvolvimento e continuidade de mercados para biocombustíveis e bioprodutos, restringindo a contribuição para um futuro de baixo-carbono. Em todas as regiões, os países indicaram dois fatores centrais atrasando o desenvolvimento da bioeconomia: disponibilidade limitada de recursos financeiros (seja para P&D, apoio para demonstração ou para investimentos) e a competição com alternativas fósseis, que frequentemente se beneficiam de subsídios, reduções tarifárias e regulação favorável. Na América do Norte, no Brasil, em alguns países da UE, na Índia e na Indonésia, estruturas políticas e regulatórias desfavoráveis são salientadas como um fator de peso afetando negativamente a bioeconomia. Moçambique, UE, México, Uruguai e os países da América do Norte indicam também que existem limitações no que diz respeito à disponibilidade de matérias primas, que podem ser insuficientes, caras ou inadequadas. Barreiras técnicas e de recursos humanos não foram mencionadas como um assunto particularmente relevante para a maioria dos países, sendo que normalmente essas dificuldades estão relacionadas às limitações da cadeia de suprimentos local, que, por sua vez, estão relacionadas às estruturas inadequadas de políticas, tarifas de importação, riscos de taxas de câmbio etc.

A Figura 15 resume as respostas dos países sobre as barreiras que limitam os mercados de biocombustíveis e bioprodutos, em ordem de importância. Aquelas que receberam as maiores notas são discutidas abaixo com exemplos específicos e insights iniciais sobre oportunidades para superá-las.

Figura 15. Resumo das barreiras ao desenvolvimento dos mercados para biocombustíveis e bioprodutos



Fonte: respostas nacionais ao questionário

Limitação de recursos financeiros

Os custos do desenvolvimento de biocombustíveis avançados e bioprodutos, seja no laboratório, estágio piloto, de demonstração ou comercial, são substanciais e frequentemente ligados a grandes incertezas, o que normalmente desanima os esforços privados para a comercialização dessas tecnologias. Os financiamentos públicos são, assim, fundamentais para catalisar a atividade do setor privado na área de biocombustíveis avançados e a falta (ou inadequação) de recursos financeiros ou apoio para P&D pode impedir que os desenvolvedores de tecnologias consigam avançar, diminuir os custos de produção e escalonar suas tecnologias. Essa barreira é menos relevante para

o desenvolvimento de biocombustíveis de 1G, que já estão, em geral, comprovados e já encontram uma maior disponibilidade de recursos comerciais em taxas competitivas, apesar de que mesmo esses sofreram uma retirada de investimentos entre 2006 e 2015.

Do ponto de vista do governo, um número de questões pode limitar a disponibilidade e/ou eficácia de subvenções ou outros mecanismos financeiros, como: recursos limitados, outras prioridades e a percepção de risco do financiador público. Os governos se veem desafiados a utilizar os recursos da forma mais eficiente para mudar a percepção de riscos para projetos de bioeconomia avançados e atrair investimentos para as plantas comerciais. Mostramos abaixo alguns países que tiveram sucesso parcial nessa tarefa.

Projetos de biocombustíveis avançados e bioprodutos têm custos substanciais, limitando o alcance de financiamentos públicos. Os governos devem usar de forma eficiente seus recursos, mudando a percepção de risco desses projetos para biocombustíveis avançados e biorrefinarias, levando a decisões de investimento.

Apesar de grandes avanços alcançados nos projetos piloto e de demonstração, esses têm tido dificuldades para escalar até as plantas comerciais. Nos EUA, por exemplo, a bioeconomia avançada se beneficiou de USD 1,7 bilhão entre 2007 e 2014 (UNCTAD, 2016), sendo que ~USD 200 milhões/ano em subvenções vieram principalmente do Departamento de Energia (*Department for Energy - DOE*) entre 2012-2016 e ~USD 66 milhões/ano foram de empréstimos fornecidos pelo Departamento de Agricultura (*United States Department for Agriculture - USDA*) por meio da Seção 9003 da Lei de Agricultura (*Farm Bill*) (CRS, 2017). Entretanto, os investimentos foram principalmente para projetos de plantas piloto e de demonstração, do que as comerciais, devido aos seus altos custos de capital e riscos. Apesar do grande apoio público, somente uma pequena parte dos projetos conseguiu chegar à escala comercial nos EUA.

O escalonamento de projetos também é uma dificuldade relevante na UE, onde o Banco Europeu de Investimento (BEI) identificou que os maiores empecilhos financeiros são vistos na mudança da escala piloto para de demonstração; e da escala de demonstração para a comercial (EIB, 2017).

O BNDES obteve sucesso ao catalisar ~USD 300 milhões de investimentos do setor privado ao fornecer R\$ 2,5 bilhões (~USD 720 milhões) em empréstimos concessionais para 4 empresas privadas construírem plantas de escala comercial de biocombustíveis avançados e bioprodutos em duas edições do Plano de Ação Conjunta para o setor sucroenergético - PAISS em 2011 e 2014. Os representantes do BNDES relatam que o esquema teve seis vezes mais inscrições de projetos altamente qualificados, demandando R\$ 15 bilhões (~USD 4 bilhões), a maior parte dos quais não foi selecionada por limitações orçamentárias, reforçando a necessidade de apoio público.

Para piorar a falta de apoio público, os investimentos públicos e privados em biocombustíveis convencionais ou avançados caíram globalmente desde a metade dos anos 2000, como mostrado na Figura 2, especialmente no Brasil, UE e EUA – por razões semelhantes – mas pode-se ver sinais de recuperação. Na UE, os investimentos nos biocombustíveis como um todo pararam desde a crise global, o que diminuiu os orçamentos governamentais e realocou fundos para tecnologias mais estabelecidas e com maior custo-benefício, como a solar e eólica. Finalmente, nos EUA os investimentos para biocombustíveis convencionais e avançados caíram principalmente no setor privado, uma vez que as empresas se tornaram mais avessas a riscos desde 2007, apesar do suporte público ter permanecido relativamente estável nos últimos 5 anos. Entretanto, essa tendência no setor privado está se revertendo lentamente, sendo que novas plantas 2G da POET, Red Rock e Fulcrum devem ser inauguradas nos próximos anos. No Brasil, os investimentos na bioeconomia vêm crescendo desde 2015 e devem crescer ainda mais intensamente já que a legislação recentemente aprovada do RenovaBio (Lei 13.576/2017) aumenta a demanda para biocombustíveis de mais baixo-carbono.

Competição com as alternativas de fontes fósseis

Os biocombustíveis e bioprodutos necessariamente competem com os combustíveis fósseis e com seus produtos quando a utilização da bioeconomia não é obrigatória. A competição normalmente favorece as alternativas de fontes

fósseis, já que elas se beneficiam de décadas de amadurecimento industrial, custos de produção geralmente mais baixos, raramente incluem os custos das externalidades e se beneficiam, ainda, de uma variedade de subsídios ao redor do mundo. Os subsídios são de particular importância para o favorecimento dos produtos de fontes fósseis, e frequentemente estão ligados a políticas econômicas e sociais. Globalmente, eles foram estimados em USD 548 bilhões/ano pela IEA¹⁰ e em ~USD 5 trilhões/ano (6,5% do PIB mundial) em uma pesquisa mais recente do Fundo Monetário Internacional (Coady, Parry, Sears, & Shang, 2017)¹¹ – dependendo de como se define o que é subsídio. De modo inverso, as energias renováveis se beneficiam, de forma geral, de cerca de um quarto dos subsídios aos combustíveis fósseis (REN21, 2017).

Como exemplo, os subsídios têm sido tradicionalmente utilizados nos países da América Latina e do Caribe para manter os preços locais de combustíveis fósseis abaixo dos preços de mercado internacionais e, assim, diminuir o impacto dos preços globais de energia na inflação. Essas políticas têm beneficiado a produção e consumo de gasolina e impedido o desenvolvimento de mercados locais para biocombustíveis, fazendo com que agora vários países se comprometam com a diminuição progressiva dos subsídios para combustíveis fósseis. Até o fim de 2016, mais de 50 países firmaram esse compromisso, incluindo os países do G20 e da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (IISD, 2017).

O processo de retirada dessas iniciativas é inerentemente difícil devido à rede de aspectos ambientais, sociais e econômicos envolvidos, mas a revisão desses incentivos representa uma oportunidade para melhor alocar os recursos públicos de acordo com os objetivos de cada país e, assim, é um esforço válido. Maior orientação sobre como modificar subsídios pode ser oferecida pela Global Subsidies Initiative (GSI)¹².

¹⁰ A IEA considera somente a diferença entre um preço referência do mercado e o preço para o consumidor final.

¹¹ A avaliação do FMI inclui os custos das externalidades ligadas ao consumo na sua estimativa de subsídios após a tarifação.

¹² Liderado pelo Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável, o GSI apoia processos internacionais, governos nacionais e organizações da sociedade civil a alinhar os subsídios com o desenvolvimento sustentável.

Competição entre alimentos e biocombustíveis

Apesar de não ter sido apontada pelos países como uma barreira, a competição da produção de alimentos com a de combustíveis é uma preocupação constante entre aqueles que elaboram políticas públicas e tem influenciado o avanço do mercado de biocombustíveis até um certo grau. Na Europa, em particular, a Diretriz ILUC (EU/2015/1513) coloca um limite da contribuição volumétrica de biocombustíveis produzidos a partir de cultivos de solos agrícolas – justificada pela preocupação de que essa produção poderia causar problemas nos custos de alimentos e induzir uma mudança no uso do solo, compensando negativamente as possíveis contribuições para uma economia de baixo carbono. Apesar de que os biocombustíveis podem, de fato, ter esse efeito indesejado, é importante ressaltar que os impactos indiretos na mudança do uso do solo (iLUC) dependem do contexto específico de cada país e de um número de variáveis tais como as práticas agrícolas e de manejo das matérias primas.

Uma colaboração da força tarefa da IEA Bioenergia, IRENA e da FAO, o estudo “Bioenergia para o Desenvolvimento Sustentável” (*Bioenergy for Sustainable Development*) (IEA Bioenergy, 2017), identifica as melhores práticas que podem ser adotadas para minimizar os impactos na segurança alimentar, em particular: (i) a identificação e limitação das melhores áreas adequadas para a produção de biocombustíveis, por meio de mecanismos como o zoneamento agroecológico ou contratos de compromisso de compra e venda para agricultura, (ii) intensificação agrícola e planejamento do uso da terra para aumentar a produtividade por unidade de solo; (iii) recuperação de terras degradadas e uma sistema de produção integrada (e.g. rotação de culturas, culturas flexíveis ou cultivos intercalares), usando a mesma área para produção de cultivos energéticos e alimentares; (iv) utilização dos resíduos de cultivo e processamento que não são necessários para proteção do solo, cama ou alimentação dos animais como matéria prima para a produção de biocombustíveis, e (v) uso de resíduos de processos e produção florestal como matéria prima, considerando princípios de manejo sustentável.

A Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisões Bioenergéticas (*Bioenergy Decision Support Tool*) (UNEP, 2018) tem sido utilizada para medir os efeitos dos biocombustíveis na segurança alimentar. A ferramenta permite que os países insiram variáveis como recursos locais, matéria prima, cadeia de valor e valor adicionado à economia para definir potenciais caminhos para o desenvolvimento sustentável de bioenergia enquanto, ao mesmo tempo, define riscos e oportunidades e como melhor monitorá-los e avaliá-los. A Indonésia aplicou a ferramenta para entender melhor se a produção de biodiesel de óleo de palma estava impactando os itens de consumo alimentar (e.g. arroz e óleo de cozinha) já que suas metas para biocombustíveis irão causar um aumento de dez vezes no uso de biodiesel até 2020. A avaliação concluiu que a política não teria nenhum impacto significativo no preço e disponibilidade de alimentos.

Estrutura de políticas desfavorável

A complexa rede de mandatos, subsídios, incentivos fiscais, subvenções e outros instrumentos que atuam direta ou indiretamente contra a bioeconomia, ou em favor de tecnologias e setores competidores, será definida aqui como estrutura de políticas desfavorável. Os países que se referiram a essa barreira na Figura 15 geralmente destacam as políticas que favorecem algum biocombustível específico em detrimento de outro, políticas conflitantes entre diferentes departamentos governamentais, falta de uma estrutura de longo prazo e estável para aumentar a certeza para os investidores e uma falta subjacente de entendimento comum sobre as prioridades do país.

Políticas voltadas para o incentivo de biocombustíveis nem sempre geram um ambiente em geral favorável. A maior parte dos mandatos para misturas, subsídios ou isenção de impostos existentes, por exemplo, ou são agnósticos em relação aos combustíveis ou favorecem os biocombustíveis de primeira geração e, assim, podem agir contra o desenvolvimento de biocombustíveis mais avançados, que são tipicamente menos competitivos. Para equilibrar o jogo entre biocombustíveis de 1G e 2G, os estrategistas podem avaliar políticas complementares como mandatos específicos e créditos fiscais para biocombustíveis avançados, para diminuir as incertezas dos investidores em relação a demanda e custos, respectivamente. No fim, os investidores vão continuar relutantes se não conseguirem enxergar lucros e oportunidades no longo prazo.

Oferecer mais certeza aos investidores é um dos principais desafios para os estrategistas, especialmente quando tentam equilibrar os interesses de vários setores e os diversos públicos. De forma crucial, raramente são oferecidos aos biocombustíveis os benefícios advindos de compromissos de volumes e preços garantidos, e.g. acordos de compra de longo prazo, que são comuns para a eletricidade renovável. Além disso, os investimentos em biocombustíveis são muito suscetíveis a flutuações nos preços das *commodities* (preço do petróleo e de alternativas de biocombustíveis), e a flutuações de políticas, e.g. as políticas de controle de preços no Brasil ou os créditos aos biocombustíveis nos EUA. Em conjunto, essa volatilidade gera uma variabilidade no fluxo de receitas dos produtores de biocombustíveis e faz com que os investimentos em biocombustíveis sejam mais incertos e, assim, menos prováveis de acontecer, quando comparados com outras formas de energia renovável.

O compromisso brasileiro com o controle dos preços da gasolina descrito acima demonstra as dificuldades inerentes em se equilibrar a indústria local de biocombustíveis com as estratégias de controle de inflação macroeconômicas. A Diretriz da UE sobre a Mudança Indireta no Uso do Solo (*Indirect Land Use Change (iLUC) Directive*) de 2015 (EU/2015/1513) introduziu uma meta não obrigatória de 0,5% de participação de biocombustíveis avançados no setor de transporte dos países membros até 2020, que foi criticada em relação à viabilidade desses valores, o que, por sua vez, diminuiu a certeza dos investidores. Nos EUA, os mandatos e créditos sofreram várias revisões ao longo do tempo, com grandes mudanças nos volumes obrigatórios e volumes com isenção. As exigências obrigatórias de volume são altas, mas a capacidade produtiva não tem sido capaz de atingir suas metas. A EPA tem reduzido os volumes obrigatórios de forma recorrente; em 2010, por exemplo, o volume obrigatório de mistura de etanol foi definido pela EPA em 25 milhões de litros em vez dos 946 milhões de litros originalmente previstos no mandato (Carriquiry, Du, & and Timilsina, 2011). Além disso, a atual estrutura dos EUA vai até 2022, adicionando incertezas para além desse período. Isso, combinado à falta de sucesso das plantas de 2G, devido ao estágio inicial das tecnologias, reduz a certeza para os investidores.

Por trás dessas circunstâncias desfavoráveis aos setores da bioeconomia vivenciadas em vários países da Plataforma, está uma falta de entendimento comum sobre as prioridades para a bioeconomia em cada país. Poucos países têm coordenado os departamentos e agências governamentais para: avaliar quais tecnologias e produtos podem auxiliar mais no alcance das metas nacionais (e.g. redução de emissões, geração de empregos, valor adicional gerado) e para priorizar caminhos e planos coerentes e combinados para apoiar essas prioridades. Nesse sentido, o Grupo de Coordenação para Inovação em Baixo Carbono do Reino Unido (*Low-carbon Innovation Co-ordination Group - LCICG*) e sua Avaliação das Necessidades de Inovação Tecnológica do setor de Bioenergia do Reino Unido (*Technology Innovation Needs Assessments -TINA*)¹³, se destacam como um exemplo de melhor prática global a ser explorado por outros países da Plataforma.

O problema dos impostos sobre biocombustíveis na Índia

O Mercado indiano para biocombustíveis é relativamente novo, como mostra a Tabela 2, apesar de ter se beneficiado de impostos zero desde 2007 e zero VAT nos estados de West Bengal, Uttar Pradesh, Uttarakhand, Chhattisgarh e Rajasthan. Uma mudança recente no regime de impostos ameaça deixar o biodiesel substancialmente mais caro que o diesel tradicional, já que pretende adicionar um imposto sobre bens e serviços (*Goods and Services Tax - GST*) de 18% sobre esse produto. A Associação Indiana para o Biodiesel já informou que assim que o biodiesel é misturado ao diesel, os impostos podem ser tão altos quanto 20-30% dependendo do estado, fazendo com que o litro de biodiesel seja ~EUR 0,01 mais caro que o diesel (Biofuels International, 2017). Como resultado desse problema fiscal e outras dificuldades, a mistura proposta de 20% de biodiesel no diesel não foi atingida, ressaltando a necessidade de uma revisão das políticas que impedem que essa frágil indústria acabe.

No que diz respeito aos setores não-energéticos, a Holanda é o único país que relatou estruturas de políticas desfavoráveis limitando o mercado para bioprodutos. Esse é o caso especialmente para bioprodutos que utilizam os

¹³ Mais detalhes disponíveis em: <https://www.carbontrust.com/resources/reports/technology/tinas-low-carbon-technologies/>

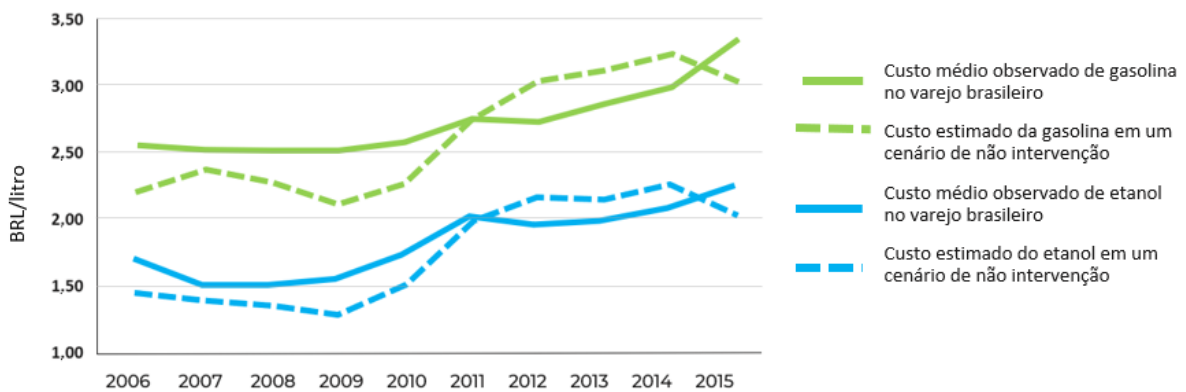
resíduos agrícolas como matéria prima uma vez que esses resíduos devem obedecer a Diretriz de Resíduos (*Waste Framework Directive - 2008/98/EC*). Com regras restritivas para o transporte, gestão e licenciamento, a diretriz sobre resíduos aumenta os custos de coleta e logística da matéria prima, diminuindo o potencial econômico das instalações para bioprodutos.

A via de mão dupla do controle de preços da gasolina no Brasil

O governo federal do Brasil controla os preços da gasolina doméstica tipo A desde o início dos anos 2000s, com a Petrobras, uma empresa governamental que controla os direitos exclusivos de refino no país. O resultado dessa intervenção pode ser dividido em duas fases diferentes, com efeitos diferentes no mercado nacional de etanol. Por trás desses efeitos está o fato de que a frota de veículos de passageiros é composta na sua maioria por veículos flex, sendo que o consumidor final normalmente usa uma regra genérica de que o consume de etanol só vale a pena financeiramente quando ele custa ~30% menos que a gasolina – dado a sua menor performance por litro quando comparado à gasolina.

Entre 2006 e 2010, os preços da gasolina foram mantidos acima das medias internacionais, estimulando a produção de etanol hidratado já que essa prática permitiu que o combustível fosse vendido em uma média de 9% acima do preço que teria em um cenário sem intervenções. Entre 2011 e 2014, a Petrobrás protegeu os consumidores finais da volatilidade do mercado internacional de petróleo, tomando um prejuízo nas vendas de gasolina, em um esforço governamental para controlar a inflação. Como resultado, os produtores de etanol foram forçados a vender o biocombustível por um preço, em média, 7% menor do que fariam em um cenário sem intervenção (Costa & Burnquist, 2016). Recentemente, entretanto, dada a fraca performance financeira da Petrobrás no último período, os subsídios foram retirados, fazendo com que o preço da gasolina ultrapassasse as estimativas de mercado, permitindo a recuperação econômica da empresa. Esses períodos distintos são ilustrados na Figura 16.

Figura 16. Preços observados vs. estimativas de mercado para gasolina e etanol no Brasil



Fonte: Adaptado de (Costa & Burnquist, 2016).

Apesar das vantagens econômicas advindas da política de controle de preços, como o controle da inflação, ela limitou de forma evidente o crescimento da indústria de etanol no país ao reduzir as margens de lucros entre 2011-2014. Na direção contrária, o governo aumentou a obrigatoriedade de mistura de etanol em 2015, garantindo uma demanda estável para os anos seguintes, iniciando um novo ciclo de confiança dos investidores.

Oferta limitada de matérias primas

A oferta insuficiente, cara ou inadequada de matérias primas foi levantada por alguns países como barreira significativa a maiores desenvolvimentos da bioeconomia. Em essência, os custos de produção de biocombustíveis são elevados pela necessidade de se reunir matéria prima que se encontra frequentemente dispersa (e.g. resíduos agrícolas) na

escala necessária para o funcionamento de uma planta de escala comercial – o que demanda uma rede logística ou acordos de entrega múltiplos – e de forma a garantir um fornecimento estável ao longo do ano com as qualidades necessárias para processamento. Complicando ainda mais o cenário, os resíduos agrícolas têm papel importante na qualidade do solo e são frequentemente deixados no campo para criar uma barreira protetora contra a chuva, vento e sol. A coleta excessiva desses resíduos para geração de biocombustíveis pode ter, assim, um efeito negativo na sustentabilidade agrícola, apesar de não existir um consenso científico ou políticas públicas para recomendar os níveis adequados de remoção desses resíduos.

Considerando as variáveis acima, quem for desenvolver projetos e os investidores precisam ter certeza sobre os custos da matéria prima, sua escala e qualidade antes de tomar qualquer decisão de investimento, dado que reviravoltas negativas podem prejudicar a viabilidade dos negócios das plantas produtivas de biocombustíveis. O desafio é particularmente maior para as plantas que dependem de matéria prima coletada nos seus arredores (como as plantas americanas que dependem do resíduo do milho das propriedades agrícolas vizinhas), quando comparadas às plantas que recebem uma oferta estável de matéria prima dos portos (como as plantas holandesas que processam amido ou óleo de palma importado).

As plantas americanas como a DuPont, POET-DSM, e Abengoa Bioenergy nos estados de Iowa e Kansas demonstram o tamanho do desafio e um vislumbre de soluções sendo desenvolvidas. Operando desde 2014-2015 no Cinturão do Milho americano, as três plantas comerciais demandam ~1.000 – 1.500 caminhões de resíduos de milho por dia. As empresas gastam ~USD 15 por tonelada de resíduo, trabalhando com terceiros subcontratados para partir, empilhar, ensacar e estocar os resíduos em um raio de 35-45 milhas das plantas, (Kemp, 2015), o que corresponde a ~1/3 do custo final do etanol que produzem.

Os custos com
matéria prima
podem ser 1/3 do
preço final do etanol
celulósico nos EUA

7. STATUS DOS INSTRUMENTOS DE APOIO PARA SUPERAR AS BARREIRAS

Dentro e fora da BfP e SBIC/MI, vários esforços têm sido feitos para apoiar o avanço da bioeconomia por meio da inovação, mas muito mais será necessário para que os objetivos determinados pela BfP sejam alcançados. Essa seção detalha a abordagem atual dos países membros da BfP e da SBIC/MI para apoiar a bioeconomia.

Para permitir a comparação e discussão dos instrumentos de suporte entre os diferentes países¹⁴, essa seção classifica esses instrumentos em três famílias amplas listadas abaixo e ilustradas na Figura 17, muitas vezes vistos trabalhando em conjunto para levar uma tecnologia até a comercialização. Essa seção tem como foco as duas primeiras famílias, nas quais a maioria das respostas dos países da BfP e da SBIC/MI se encaixam, apesar de reconhecermos o valor das políticas para que facilitam esse apoio.

- **Technology-push (desenvolvimento tecnológico)** – quando as políticas ajudam a reduzir o custo da pesquisa e desenvolvimento para incentivar novas ideias e reduzir os custos da tecnologia, ajudando as tecnologias em estágios iniciais a passar pelo “vale da morte” que existe entre o desenvolvimento inicial e a fase de demonstração.
- **Market-pull (incentivo mercadológico)** – quando a política ajuda a criar ou aumentar a demanda de mercado para a tecnologia.
- **Possibilitando o apoio** – quando a política lida com barreiras existentes no ambiente institucional para facilitar maiores inovações e implementação.

Figura 17. As três famílias principais de políticas para inovação push, pull e possibilitando o apoio



Fonte: (Carbon Trust & Element Energy, 2014)

¹⁴ A comparação de instrumentos de apoio entre diferentes países não pode ser feita de forma perfeita já que cada país tem uma estrutura de apoio e políticas para a inovação única, resultante de fatores históricos e preferências nacionais. Além disso, percebemos que as definições dos diferentes tipos de políticas não são utilizadas de forma consistente, limitando a habilidade de comparação do sucesso de cada política entre países diferentes. Ainda assim, a classificação apresentada aqui deve ser útil para guiar o leitor no processo de desenvolvimento de pacotes de apoio balanceados.

O leitor é convidado a analisar de forma crítica as informações apresentadas nessa seção, uma vez que uma estratégia de apoio a inovação bem-sucedida irá, normalmente, incluir um portfólio equilibrado de intervenções nessas três categorias, que os mecanismos devem estar alinhados com o nível de maturidade de tecnologias específicas (se são voltados para uma tecnologia específica) ou grupos de tecnologias (se forem agnósticos em relação as tecnologias). A escolha do equilíbrio adequado é essencial e exige que os estrategistas aloquem esforços sistemáticos para lidar com as barreiras que limitam diferentes tecnologias, grupos de tecnologias, ou subcomponentes enquanto equilibram, também, as necessidades das partes interessadas relevantes.

A Tabela 66 resume as respostas dos países para o setor de biocombustíveis e revela que: (i) muito mais suporte se encontra disponível para biocombustíveis (especialmente 1G) do que para bioprodutos; e (ii) os instrumentos de apoio se encontram concentrados na família *market pull*, que podem ser inadequados para levar as tecnologias da bioeconomia avançada até o mercado. Para citar alguns, os mandatos, incentivos fiscais e apoio para investimento são os instrumentos de apoio mais utilizados atualmente.

As respostas pertinentes aos bioprodutos não são mostradas em formato de tabela, já que são significativamente limitadas. Em resumo, existe pouco conhecimento sobre o apoio *tech-push* disponível para bioprodutos, sendo que a maioria dos recursos para P&D vem do setor privado. Os instrumentos *market pull* também são relativamente escassos para os bioprodutos, sendo que Moçambique, Itália e Holanda oferecem uma combinação de subsídios, rotulagens e cotas que, mesmo não direcionadas exclusivamente para os bioprodutos, podem ser vistas como encorajadoras do mercado de bioprodutos – como será detalhado abaixo. Os mecanismos de apoio ao investimento para os bioprodutos foram identificados na UE, França, Itália, Holanda, Brasil, Paraguai e Uruguai, sendo a maior parte de *venture funds*, subvenções para investimentos e finanças preferenciais.

Uma visão geral dos instrumentos de apoio para a bioeconomia revela que (i) muito mais apoio está disponível para biocombustíveis do que para bioprodutos; e (ii) o apoio está mais concentrado nos instrumentos de *market pull*, que podem ser inadequados para levar tecnologias da bioeconomia avançada até o mercado.

Tabela 6. Instrumentos de apoio facilitando o desenvolvimento de biocombustíveis

Região/ País	Technology Push				Market Pull								
	Subvenções para P&D	Apoio para demonstração	Subsídios	Outros	Leilões	Rotulagem	Mandatos	Compras públicas	Cotas	Subsídios	Incentivos fiscais	Outros	Apoio de investimentos
África													
Egito													
Marrocos													
Moçambique													
Ásia													
China													
Índia													
Indonésia													
Filipinas													
Europa													
Dinamarca													
UE													
Finlândia													
França													
Itália													
Holanda													
Noruega													
Suécia													
Reino Unido													
América Latina													
Argentina													
Brasil													
México													
Paraguai													
Uruguai													
América do Norte													
Canadá													
EUA													

LEGENDA:	
<i>Desconhecido ou não-respondido</i>	
<i>Não</i>	
<i>Sim</i>	

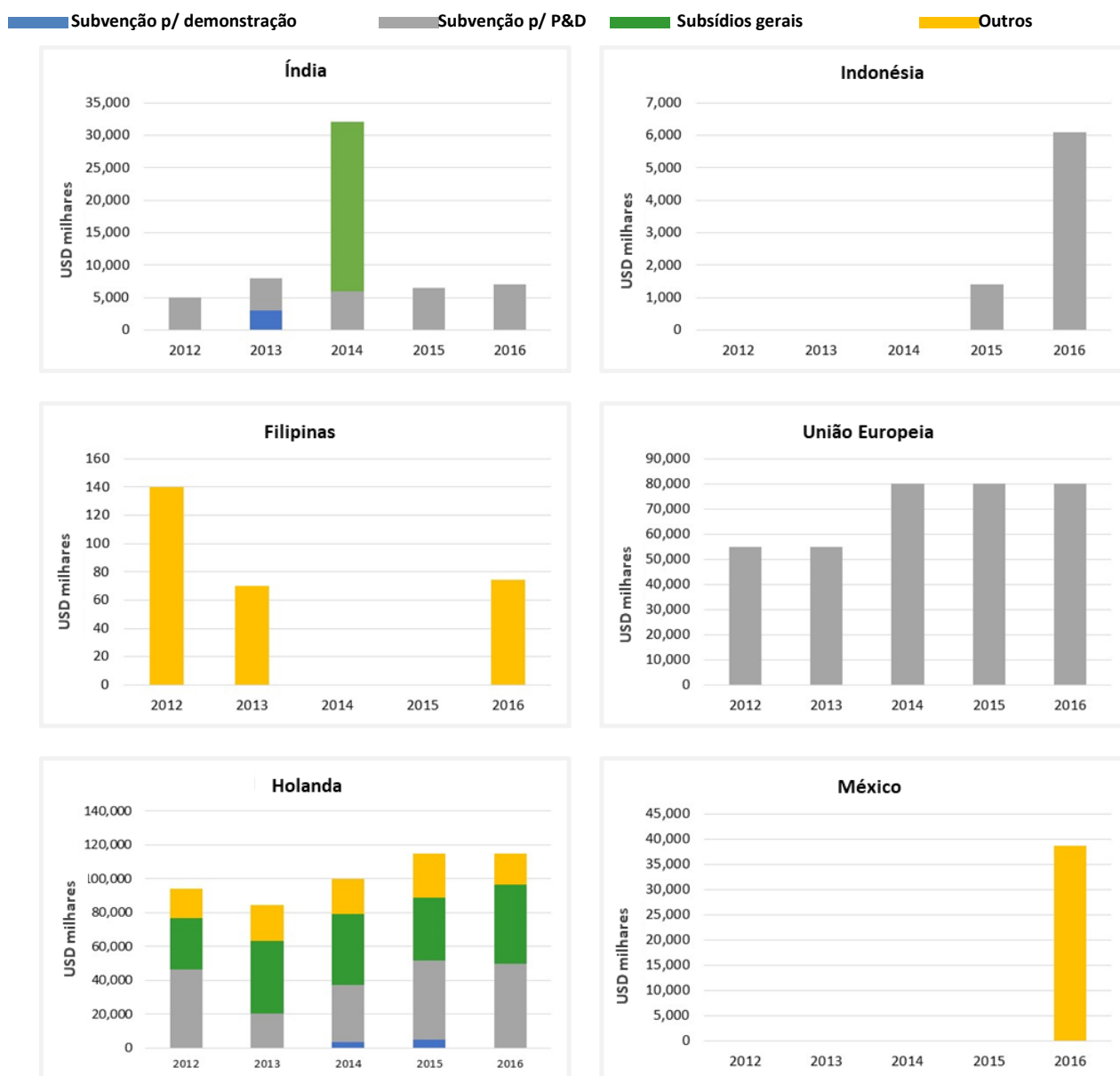
Fonte: respostas nacionais ao questionário; (Biofuels Digest, 2015); (GAIN, 2017a). Notas: O Brasil utiliza leilões bimestrais desde 2005 para garantir que existe produção de biodiesel para as misturar com diesel fóssil, de acordo com a Lei nº 11.097/2005.

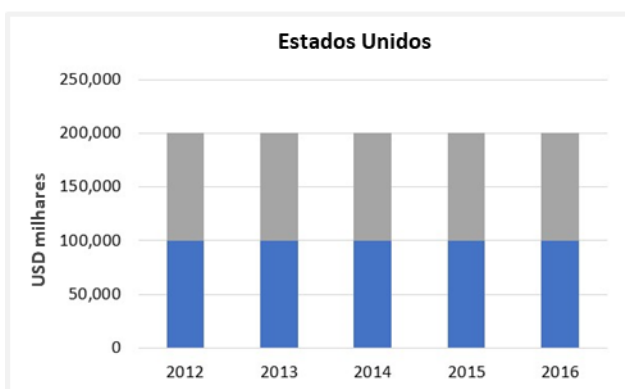
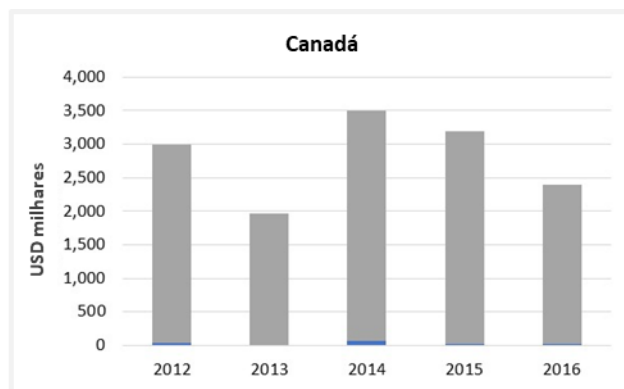
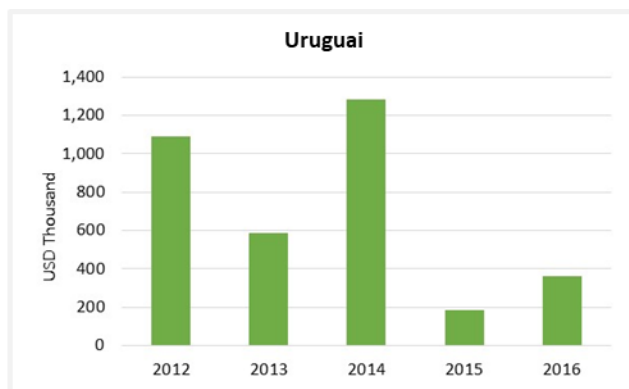
Instrumentos de desenvolvimento tecnológico (*technology push*)

Apesar da dominância de instrumentos *market pull* revelada na Tabela 6, quantidade significativas de recursos foram dedicados ao apoio à pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD&D) tecnológicos, em particular a partir de instrumentos de subvenções para os biocombustíveis avançados. Pouco recurso público parece ser dedicado para a PD&D de bioprodutos, área na qual os esforços ainda se concentram no setor privado.

Os instrumentos *tech push* são tipicamente efetivos para levar os estágios iniciais das tecnologias (como os biocombustíveis de segunda e terceira geração) até a fase de demonstração e comercialização e, assim, são essenciais se os países da BfP e SBIC/MI quiserem atingir os objetivos indicados na Figura 1. A Figura 18 mostra a divisão entre recursos alocados para subvenções para P&D, subvenções para demonstração, subsídios gerais e outros recursos para P&D – como relatados pelos países membros. Depois, mais detalhes são fornecidos para subvenções globais em P&D e demonstração e para países/regiões selecionados.

Figura 18. Apoio para P&D disponível para biocombustíveis e bioprodutos por país (2012-2016)





Fonte: respostas nacionais ao questionário. Nota: os seguintes países não apresentaram valores: Egito, Marrocos, Moçambique, China, Dinamarca, Finlândia, França, Itália, Noruega, Suécia, Reino Unido, Argentina, Brasil e Paraguai.

Subvenções para P&D

As subvenções para P&D são instrumentos efetivos para acelerar as diferentes fases da inovação, desde o desenvolvimento dos estágios iniciais até os estágios mais avançados de validação da tecnologia. Eles também se mostraram bem-sucedidos na redução de riscos da tecnologia e consequente potencialização dos investimentos privados para estágios subsequentes, de certa forma diminuindo a necessidade de recursos públicos à medida que as tecnologias avançam até o estágio comercial. Como mostrado na Figura 18, o total de subvenções para P&D variou de uma média de USD 55 milhões em 2012 até USD 59 milhões em 2016, liderado pelos EUA e pela UE, que dedicaram uma média de USD 200 milhões/ano e USD 70 milhões/ano respectivamente nesse período de cinco anos.

Nos EUA, as subvenções para P&D partem principalmente da USDA e DOE, para desenvolver tecnologias de biorrefinarias, escalonar a produção de biocombustíveis avançados e químicos e coprodutos de base biológica. Outros apoios do governo vieram do Departamento de Defesa, que direcionou esforços para as biorrefinarias para produzir biocombustíveis para avião e marinhos do tipo *drop in*. Em 2016, por exemplo, USD 90 milhões foram alocados pelo DOE, com seu Escritório de Eficiência Energética e Energias Renováveis (*Office of Energy Efficiency and Renewable Energy - EERE*), para desenvolver plantas piloto e de demonstração para produção de biocombustíveis a partir de matérias primas celulósicas, de algas ou biogás, sendo que os bioprodutos foram desenvolvidos como coprodutos (EERE, 2017). A

Tabela 7 resume as principais subvenções em P&D dos EUA em apoio ao desenvolvimento de biocombustíveis avançados e bioprodutos.

Tabela 7. Resumo das subvenções para P&D de biocombustíveis avançados

Programa	Status do Projeto	Orçamento
EUA		
Programa de Assistência a Biorrefinarias	Projetos em andamento	USD 99-232,5 milhões
Assistência financeira para projetos de biorrefinarias integradas	Projetos em andamento	>USD 45 milhões
Piloto inovadoras e Escalonamento da Produção Demonstrativa para Biocombustíveis Avançados	Projetos em andamento	USD 40 milhões
Avanços no Desenvolvimento da Produção Sustentável de Algas (ASAP)	Finalizados	USD 21 milhões / 2012-2014
Avanços na Produtividade da Biomassa de Algas (ABY2)	Projetos em andamento	USD 15 milhões/ 2016
Agência de Pesquisa Avançada de Projetos (ARPA-E)	Projetos em andamento	USD 306 milhões / 2017
Pesquisa e Desenvolvimento de Biomassa	Finalizados	USD 118 milhões / 2009-2012
Reino Unido		
Esquema de Subvenção para Empreendedores na área de Energia	Projetos em andamento	GBP 60 milhões (~USD 84 milhões)/ 2013-2017
SUPERGEN	Projetos em andamento	GBP 3.5 milhões no total (~USD 4,9 milhões)
Fundo para Carbono: O Desafio de Pirólise (The Carbon Trust: The Pyrolysis Challenge)	Finalizados	GBP 12 milhões (~USD 16 milhões)/ 2009-2016
Conselho para Estratégia Tecnológica (<i>Technology Strategy Board - TSB</i>): várias chamadas	Projetos em andamento	Subvenção de GBP 5-400k (~USD 7k-563k)
Instituto de Tecnologias para Energia (<i>Energy Technologies Institute - ETI</i>): várias competições	Projetos em andamento	Subvenção de GBP 5-25 milhões (~USD 7-35 milhões)
UE		
ERA-NET plus: Bioenergia para Sustentar o Futuro (ERA-NET Plus: Bioenergy Sustaining the Future - BESTF)	Projetos em andamento	EUR 52 milhões (~USD 64 milhões) / 2013-2016
NER 300	Projetos em andamento	EUR 2.1 bilhões (~USD 2,5 bilhões)/ 2010-2016
Horizon 2020	Projetos em andamento	EUR 80 bilhões (~USD 98 bilhões)/ 2012-2020
Biobased Industries PPP	Projetos em andamento	EUR 81 milhões (~USD 100 milhões)/ 2017

EU CORDIS FP7	Encerrado, substituído pelo Horizon 2020	EUR 50 bilhões (~USD 61 bilhões) / 2007-2013
EU CORDIS FP6	Encerrado, substituído pelo FP7	EUR 17,5 bilhões (~USD 21 bilhões)/ 2002-2006
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (<i>European Regional Development Fund - ERDF</i>)	Projetos em andamento	EUR 279 bilhões (~USD 344 bilhões)/ 2012-2020
INTERREG IVA Programme	Projetos em andamento	EUR 283 milhões (~USD 349 milhões)/ 2014-2020

Brasil

PAISS Agrícola (Plano de Apoio Conjunto à Inovação Tecnológica Agrícola no Setor Sucroenergético)	Projetos em andamento	USD 1 bilhão
---	-----------------------	--------------

Canadá

Programa de Inovação em Bioprodutos Agrícolas (Agricultural Bioproducts Innovation Programme - ABIP)	Encerrado	CAD 145 milhões (~USD 112 milhões)
--	-----------	------------------------------------

Fonte: adaptado de (Arup URS Consortium, 2014), (CRS, 2012), (DOE, 2018a)

Na UE, os fundos são originários do Programa de Framework de Pesquisa e Tecnologias Energéticas Estratégicas (*Research Framework and Strategic Energy Technologies Programme - SET*) e tem tido foco principalmente no desenvolvimento das tecnologias e na validação tecnológica pré-comercial. Desde 2014, o Programa Horizon 2020 tem direcionado investimentos para o setor, principalmente por meio de subvenções. Em 2016, USD 80 milhões foram investidos em projetos de biocombustíveis avançados. Atualmente, existem 19 projetos para biocombustíveis avançados e outros 20 para bioprodutos (European Commission, 2018). Outros países com alocação bem menor de subvenções para P&D são a Holanda, Índia e Canadá – com uma média de USD 17 milhões/ano, USD 5 milhões/ano e USD 2,7 milhões/ano respectivamente, para o desenvolvimento de novas matérias primas e testes de novas tecnologias.

O Canadá foi um dos poucos países que tem um programa de subvenções dedicado para P&D de bioprodutos – o Programa de Inovação para Bioprodutos Agrícolas (*Agricultural Bioproducts Innovation Programme*), que alocou USD 44,5 milhões entre 2006-2011 para atividades de transferência e pré-comercialização de tecnologias para bioprodutos (AAFC, 2011). O país desenvolveu diferentes fontes de financiamento para biocombustíveis avançados e bioprodutos, como as Subvenções de Parcerias Estratégicas do Conselho do Canadá de Pesquisa em Ciência e Engenharias (*Natural Sciences and Engineering Research Council Canada – NERSC Strategic Partnership Grants*) e o Programa de Investimentos na Indústria de Transformação Florestal do Recursos Naturais Canadá (*Natural Resources Canada's (NRC) Investments in Forest Industry Transformation Programme*). Outros países como a Holanda combinaram as subvenções para P&D com outros mecanismos. Na Holanda, os programas para projetos de origem biológica MKB Innovatieregeling Regio en Topsectoren (MIT) e o the Stichting Topconsortium voor Kennis-en Innovatie Biobased Economy (TKI-BBE) forneceram fundos para projetos de bioprodutos e biorrefinarias, respectivamente. Ainda, o Ministério Holandês para Assuntos Econômicos (*Dutch Ministry of Economic Affairs*) ofereceu subvenções de P&D para o Programa BE-Basic, uma iniciativa público-privada com foco no desenvolvimento de bioquímicos e bioprodutos.

Assim como na Holanda, a Índia combinou subvenções para P&D com subvenções para plantas de demonstração para apoiar projetos de biocombustíveis avançados. O Departamento de Biotecnologia e o Departamento para Ciência e Tecnologia financiaram um número significativo de projetos de biocombustíveis avançados no país. Apesar dos dados sobre subvenções no Brasil não serem amplamente divulgados, o BNDES e FINEP, com o programa PAISS deram, cada, R\$ 100 milhões (~USD 30 milhões) em subvenções direcionadas ao desenvolvimento de biocombustíveis avançados e tecnologia para bioprodutos, divididos igualmente entre os dois setores. Essas subvenções, combinadas a empréstimos e outros instrumentos de financiamento, que ainda serão discutidos, abriram oportunidades em todos os níveis do

TRL, em particular para pilotos de escala laboratorial.

Subvenções para demonstração tecnológica

As subvenções financiadas pelo setor público têm sido utilizadas com sucesso pelos países membros da BfP para apoiar o setor privado na demonstração de tecnologias inovadoras – empurrando-as na direção da viabilidade comercial. Essas subvenções são, muitas vezes, a parte crucial de apoio necessária para tirar as tecnologias do “vale da morte” demonstrado na Figura 17, então é de interesse dos governos separar uma parte de seus recursos para tais instrumentos e garantir que esses recursos são utilizados da forma mais eficiente e efetiva possível, catalisando os investimentos do setor privado. Exemplos selecionados de programas de incentivo à etapa de demonstração do Reino Unido, UE, EUA e Canadá são resumidos abaixo para ilustrar como esses instrumentos foram utilizados, além de seus desafios e resultados esperados.

A Competição de Demonstração de Biocombustíveis Avançados do Departamento de Transportes do Reino Unido (*Department for Transport Advanced Biofuel Demonstration Competition*) foi lançada em 2014 e encoraja empresas e consórcios a aplicar para subvenções para possibilitar a demonstração de tecnologias de biocombustíveis 2G, a partir de cultivos não alimentares, que já foram comprovadas em laboratório. Um total de GBP 25 milhões (~USD 35 milhões) ficou disponível como *match funding* (um financiamento que iguala o valor conseguido de outras formas pelo candidato) – o que significa que entre 45-65% do valor de cada projeto poderia ser financiado pela subvenção (dependendo das características do projeto) e os candidatos eram incentivados a conseguir o restante dos recursos em capital privado. Até 2017, os três projetos contemplados eram: (i) Celtic Renewables Limited (GBP 10.925.000/~USD 15 milhões) para financiar uma nova planta para produção de biocombustíveis a partir dos coprodutos do Whisky escocês, com planos para três outras plantas comerciais na Escócia no futuro (ii) Advanced Plasma Power Limited (GBP 10.958.194/~USD 15 milhões), desenvolvendo biocombustíveis a partir de resíduos comuns residenciais; e (iii) Nova Pangaea Limited (GBP 3.000.000/~USD 4 milhões) desenvolvendo biocombustíveis de a partir de resíduos florestais. Juntos, esses projetos são vistos como marcos para reduzir a dependência do Reino Unido de energia importada, gerando mais de 5 mil novos empregos até 2030, abrindo mercados internacionais e adicionando valor à economia do Reino Unido – espera-se que os biocombustíveis de resíduos gerem GBP 130 milhões (~USD 183 milhões) de valor bruto adicionado para a economia do Reino Unido até 2030 (UK GOV, 2015).

Subvenções financiadas pelo setor público para demonstrações podem ser alocadas por meio de competições com critérios específicos técnicos, de geração de valor, potencial de negócio e redução de emissões. O critério de *match funding* também pode ser utilizado para garantir o melhor retorno por investimento público.

As subvenções da UE têm sido alocadas para os projetos mais promissores também. A partir do 7^a *Framework Programme* da Comissão Europeia, a Holanda, Alemanha e Dinamarca desenvolveram um projeto de EUR 9,2 milhões (~USD 11 milhões) para testar a pirólise poligeração para a produção de óleo combustível, vapor, eletricidade e ácidos orgânicos usando biomassa de madeira (European Commission, 2016b). As subvenções da UE cobrem 50% dos custos do projeto e os outros 50% foram financiados pelo governo holandês por meio da Topsector Energie (TKI-BBE and Overijssel Energy Fund). O consórcio do projeto foi composto pelas empresas Bruins & Kwast Recycling BV - BKR (fornecedora da matéria prima), Biomass Technology Group -BTG, Stork Thermeq, HoST Bioenergy Installation e Amandus Kahl GmbH & Co. KG - AK (fornecedores da tecnologia), R&R Consult -RRC (modelagem e otimização da combustão do combustível líquido), Biomass to Liquid - BTL (design da planta de pirólise) e AkzoNobel (usuário industrial final). Nesse programa, os projetos têm como objetivo desenvolver novas tecnologias e fortalecer a indústria da UE e sua competitividade. O projeto foi concluído em 2015 e a planta de pirólise da Empyro está em operação. Em 2012, a Holanda recebeu um prêmio de EUR 199 milhões (~USD 245 milhões) da New Entrants' Reserve 300 (NER300) UE para construir uma refinaria de biomassa de larga escala como parte do projeto Woodspirit, de EUR 500 milhões (~USD 617 milhões), liderado pela BioMCN, uma líder na produção de bio-metanol (BioMCN, 2012). O NER300 não estipula uma porcentagem fixa e o financiamento cobriu uma parte relevante dos custos, estimada a partir dos custos

operacionais cumulativos dos cinco primeiros anos de operação. Atualmente, o projeto está pausado, aguardando novos investimentos. Os investimentos em biocombustíveis são vistos como uma maneira de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis, apoiar a descarbonização do setor de transporte e criar empregos – as estimativas apontam para 300 mil novos empregos até 2030 (Harrison, et al., 2014).

O Programa de Apoio aos Biocombustíveis Avançados (*Advanced Biofuels Support Programme*) do DOE dos EUA tem, consistentemente, dedicado ~USD 100 milhões/ano em subvenções para apoiar que o setor privado pilote e demonstre tecnologias de biocombustíveis avançados, bioprodutos e biorrefinarias. Entre seus principais sucessos, o Project Liberty, em Iowa, ilustra como o apoio do DOE foi essencial para catalisar os investimentos do setor privado e levar uma tecnologia promissora até o estágio de produção comercial em uma planta com potencial de escalonamento. Em 2013, uma empresa privada (POET-DSM) solicitou o apoio do DOE para demonstrar o conceito de uma biorrefinaria incluindo um processo estado-da-arte de conversão de resíduos pós colheita de milho (sabugo, palha, caules) em etanol celulósico. Uma vez selecionada no processo do DOE, a empresa recebeu uma subvenção de USD 100 milhões, equivalente a ~40% do valor total do projeto, para apoiar o design e construção de sua instalação pioneira. Quando o plano de design avançou, ficou claro que a empresa precisaria de mais P&D, o que a levou a utilizar parte da subvenção (com um limite de USD 5 milhões) para esses fins, antes da construção começar efetivamente. Depois de conseguir passar pelos desafios da P&D e de garantir capital privado suficiente para igualar o valor recebido do DOE, a POET conseguiu inaugurar a planta em setembro de 2014, com capacidade produtiva de até 94 milhões de litros/ano. Aprendizados importantes foram adquiridos com tal projeto de demonstração, incluindo melhorias no design e na logística de coleta diária de matéria prima e na rota de conversão – sendo que tudo isso levou a reduções de custos substanciais para os projetos subsequentes da POET. Além disso, espera-se que a instalação aumente o resultado econômico de Iowa em USD 24,4 bilhões e crie mais de 13.500 empregos no estado nos próximos 20 anos (DOE, 2018b).

O Canadá também desenvolveu várias iniciativas diferentes para apoiar os biocombustíveis de 1G e 2G, especialmente por meio da NRC, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC) e Sustainable Development Technology Canada (SDTC). Alguns programas incluem a Iniciativa de Capital para Biocombustíveis da ecoAgricultura (*ecoAgriculture Biofuels Capital Initiative*), Ecoenergia para os Biocombustíveis (*EcoEnergy for Biofuels*), e o Fundo NextGen para Biocombustíveis (*NextGen Biofuels Funds - NGBF*), que apoiam a estratégia de combustíveis renováveis do país, lançada em 2007 – todos os programas se encerraram entre 2011 e 2017. Uma iniciativa apoiando os biocombustíveis avançados era o NGBF, estabelecido em 2007 para desenvolver instalações de demonstração (as primeiras do tipo) para produzir biocombustíveis avançados e bioprodutos. O fundo cobriu 40% dos custos do projeto (limitados a USD 200 milhões) e poderia ser pagado de volta até dez anos depois da entrega do projeto. O fundo não teve tanta adesão, com 17 candidatos, dois projetos cancelados e dois totalmente financiados (Sears & Vodden, 2017). Os projetos bem-sucedidos do NGBF incluem o Projeto Enerkem Alberta Biofuels, que converte resíduo sólido municipal em etanol celulósico e o projeto AE Cote-Nord RTP, que converte resíduos de madeira e floresta em óleo combustível renovável. No total, a indústria canadense de combustíveis renováveis gera CAD 4 bilhões (~USD 3 bilhões) para a economia do país e mais de 1.000 empregos diretos e indiretos por ano (Renewable Industries Canada, 2018).

Os exemplos acima mostram que as subvenções para projetos de demonstração podem ser vantajosas e gerar muito mais valor do que os custos para o governo. Entretanto, essas subvenções enfrentam o principal desafio advindo do fato que os projetos de demonstração são, normalmente, intensivos em capital, demandando valores totais altos, mesmo quando os programas colocam um limite para a porcentagem dos custos do projeto que pode ser apoiada (como no caso dos exemplos do Reino Unido e da UE), o que quer dizer que os programas de incentivo não conseguem apoiar muitos projetos ao mesmo tempo. Isso, por sua vez, aumenta a ênfase no escrutínio dos projetos para garantir que aqueles selecionados são os que melhor podem gerar os resultados desejados (em termos de produção de biocombustíveis, geração de empregos, geração de valor adicionado, redução das emissões de GEE etc.), apesar de existirem grandes incertezas quanto esses possíveis resultados devido à própria natureza inovadora dessas tecnologias.

Instrumentos de atração ao mercado (*market pull*)

Como pode ser visto na Tabela 6, os instrumentos *market pull* são populares nos países membros da BfP, particularmente naqueles com foco nos biocombustíveis em vez dos bioprodutos. Além disso, existe uma preferência

clara por mandatos baseados nos volumes, cotas, incentivos fiscais e mecanismos de suporte ao investimento. Notavelmente, todos esses instrumentos são eficientes para apoiar tecnologias relativamente maduras, já que criam uma demanda para biocombustíveis, que normalmente é atendida por tecnologias comerciais de conversão de como etanol 1G ou biodiesel. Esses instrumentos podem ser, entretanto, limitados na sua capacidade de levar tecnologias em estágio inicial de desenvolvimento até o mercado, já que essas não são, normalmente, comercialmente viáveis, ou então mais caras de serem produzidas em escala comercial – enfrentando dificuldades para competir com biocombustíveis 1G. Esquemas regulatórios como o californiano LCFS; o mandato RenovaBio do Brasil; e o Clean Fuel Standard (CFS) do Canadá são exemplos de mandatos que conseguem colocar os biocombustíveis de 2G no mercado, ao oferecer um incentivo indiferente ao combustível para os produtos com menor intensidade de carbono. Essa seção olha mais em detalhes para os principais instrumentos *market pull*, oferecendo uma visão geral do status e perspectivas nos países/regiões selecionados.

Mandatos & cotas

Os mandatos estabelecem um mercado para os biocombustíveis na base de exigências volumétricas ou padrões de intensidade de carbono, equilibrando algumas externalidades dos combustíveis fósseis e criando a demanda por alternativas de baixo carbono em vez de estabelecer um imposto direto sobre o carbono. Eles são a forma mais popular de instrumentos *market pull* para biocombustíveis entre os países da BfP e outros¹⁵. Atualmente, quatorze países nas Américas possuem mandatos ou metas já estabelecidas ou sendo consideradas, doze na Ásia-Pacífico, onze na África e dois no Oceano Índico (Biofuels Digest, 2018). Globalmente, os mandatos significativos estabelecidos pelos EUA, Brasil, UE e China (todos grandes mercados com metas de 15-27% para 2020-2022) têm sido os principais direcionadores de demanda para os biocombustíveis 1G, em particular.

Os mandatos equilibram algumas externalidades dos combustíveis fósseis ao criar demanda para alternativas de baixo carbono, em vez de se estabelecer um imposto direto sobre o carbono.

Tabela 8. Mandatos de biocombustíveis no setor de transportes por país e tipo de combustível

Região / País	Bioquerosene para avião	Biodiesel	Etanol celulósico	Etanol	HVO
África					
Egito					
Marrocos					
Moçambique		7%		15%	
Ásia					
China				10% em 9 províncias	
Índia	Menos de 5 %	Entre 11% e 30%	Entre 5% e 10%	5%	Entre 31% e 50%
Indonésia	Menos de 5 %	10%		3%	
Filipinas		5%		10%	

¹⁵ Mandatos também existem em alguns estados australianos, no Vietnã, Coreia do Sul, Tailândia, Fiji, Malásia, Nigéria, Sudão, Angola, Zâmbia, Malawi, Quênia, Colômbia, Panamá, Peru, Costa Rica e Jamaica (GRFA, 2017b).

Região / País	Bioquerosene para avião	Biodiesel	Etanol celulósico	Etanol	HVO
Europa					
Dinamarca		5,75% do conteúdo energético (agnóstico quanto ao tipo de combustível, mas limitando a contribuição dos combustíveis derivados de cultivos alimentares)			
UE	Menos de 5 %	10% do conteúdo energético (agnóstico quanto ao tipo de combustível, mas limitando a contribuição dos combustíveis derivados de cultivos alimentares)			Mais de 50%
Finlândia					
França		7,7%	Menos de 5 %	7,5%	Menos de 5 %
Itália		7% do conteúdo energético (agnóstico quanto ao tipo de combustível, mas limitando a contribuição dos combustíveis derivados de cultivos alimentares)			
Holanda	Menos de 5 %	7,75% do conteúdo energético (agnóstico quanto ao tipo de combustível, mas limitando a contribuição dos combustíveis derivados de cultivos alimentares)			Menos de 5 %
Noruega			4% etanol 1G e 1,5% mistura adicional de biocombustíveis avançados de qualquer tipo (recebem peso duplo)		
Suécia					
Reino Unido		4,75% do conteúdo energético (agnóstico quanto ao tipo de combustível, mas limitando a contribuição dos combustíveis derivados de cultivos alimentares)			
América Latina					
Argentina		12%		12%	
Brasil		10%	Entre 11% e 30%	27%	Menos de 5 %
México		Menos de 5 %	Menos de 5 %	Entre 5% e 10%	Menos de 5 %
Paraguai		1%	Menos de 5 %	25%	
Uruguai		Entre 5% e 10%		Entre 5% e 10%	
América do Norte					
Canadá		2%		5%	
EUA		Entre 11% e 30%	Entre 5% e 10% (agnóstico quanto ao tipo de combustível)		Entre 11% e 30%

LEGENDA:	
Sem mandatos	

Fonte: respostas nacionais ao questionário; (IEA, 2017d); (GAIN, 2017e); (GRFA, 2017b); e (MME, 2017).

Na Europa, o uso disseminado de mandatos é devido a: (i) o Pacote de Energia e Mudanças Climáticas da UE (*EU's Energy and Climate Change Package*), que inclui uma meta de no mínimo 10% para energia renovável no setor de transporte para todos os países membros até 2020; (ii) A Diretriz de Qualidade dos Combustíveis (*Fuel Quality Directive*), de 2009, que define uma meta de redução de emissões de GEE até 2020 para o transporte rodoviário e maquinário móvel. Em 2015, a Diretriz sobre Mudança Indireta no Uso do Solo (*iLUC Directive - EU/2015/1513*) foi aprovada, limitando a forma na qual a meta de 10% para o setor de transportes pode ser atingida, limitando o uso de biocombustíveis derivados de cultivos alimentares e aumentando o foco nos biocombustíveis avançados (IEA, 2017c).

Os mandatos na América Latina têm, historicamente, focado na mistura volumétrica de biocombustíveis de 1G, apesar de que a aprovação recente no Brasil do RenovaBio deve mudar a demanda da região para abordagens focadas na intensidade de carbono que favorecem os biocombustíveis com maior potencial de redução das emissões de GEE (como será discutido abaixo). O mandato brasileiro de mistura do etanol na gasolina existe desde 1993, e requer, atualmente, que 27% de etanol de cana-de-açúcar seja misturado na gasolina - esse percentual variou ao longo dos anos e se encontra, atualmente, em seu maior nível (MAPA, 2017). O mandato para mistura de biodiesel existe desde 2005, passando para 5% em 2014, atualmente em 8% e com planos de crescimento até 10% em 2019 (ANP, 2017). Similarmente, desde os meados dos anos 2000s, a Argentina tem um mandato agnóstico de 12% de mistura de renováveis no setor de transporte – etanol ou biodiesel; enquanto que o Paraguai exige uma mistura de 24% de etanol e 1% de biodiesel para os combustíveis de transporte (IEA, 2017d).

Os mandatos asiáticos focam nos combustíveis 1G, apesar de desafiados por falhas na cadeia de suprimentos. A Índia anunciou planos para estabelecer um mandato de 22,5% de mistura de etanol na gasolina (The Economic Times, 2016), apesar de que uma série de limitações pode impedir o alcance da mistura de 5% exigida nos últimos anos. A Indonésia tem uma meta mais realística de mistura de 1% para etanol e 10% para biodiesel (IEA, 2017d); e as metas Filipinas de 10% para etanol e 5% para biodiesel têm sido alcançadas (GAIN, 2017d). Finalmente, a China obriga uma mistura de 10% para o etanol (van Dyk, et al., 2016), apesar de que não se sabe em qual medida ela tem sido cumprida.

Os mandatos têm um papel fundamental na construção de demanda para biocombustíveis na América do Norte nas duas últimas décadas, particularmente motivados por especificidades ao nível dos estados ou províncias. Enquanto que os mandatos volumétricos tradicionais tem sido a base dos mandatos norte americanos, a Califórnia lidera uma iniciativa agnóstica em relação ao combustível e com foco na intensidade de carbono, que também deve ser adotada pelo Canadá e outros estados americanos. O mandato federal existente no Canadá exige a mistura de 5% de etanol na gasolina nacional e 2% de mistura de biodiesel no diesel fóssil e no óleo para aquecimento desde 2010, com algumas províncias estabelecendo mandatos mais altos, incluindo misturas de etanol de 7,5% em Saskatchewan, e 8,5% em Manitoba. A partir dessas políticas, o consumo de etanol canadense dobrou entre 2010 (1,8 milhões m³) e 2014 (3,2 milhões m³) (Moorhouse & Wolinetz, 2016). A nova estrutura política do Canadá – o Padrão para Combustíveis Limpos (*Clean Fuel Standard*)¹⁶ – foi anunciado em dezembro de 2017 e se encontra em processo de consulta pública; uma primeira versão da lei deve ser publicada até o fim de 2018. A nova abordagem deve colocar requerimentos de intensidade de carbono no ciclo de vida para os produtores de combustíveis, importadores e distribuidores em todos os setores,¹⁷ induzindo-os a misturar biocombustíveis com a menor intensidade de carbono aos combustíveis fósseis para gerar créditos de *compliance*. Até 2025-2030, o Canadá pretende eliminar gradativamente seus mandatos volumétricos para biocombustíveis em favor de abordagens mais flexíveis.

Os mandatos e as regulamentações governamentais também têm um papel importante no aumento da demanda por biocombustíveis nos EUA. O Padrão de Combustíveis Renováveis (*Renewable Fuels Standard - RFS*), criado pelo Ato de Independência e Segurança Energética (*Energy Independence and Security Act - EISA*) em 2007, exige uma mistura volumétrica de biocombustíveis em todo o suprimento de combustível do país – que deve crescer de 49 bilhões de litros em 2011 para 136 bilhões de litros em 2022 (EPA, 2018b). Outros incentivos adicionais em nível estadual também têm sido cruciais para aumentar a demanda por biocombustíveis nos EUA. Em particular, o padrão californiano para combustíveis de baixo-carbono¹⁸, estabelecido em 2007 – o primeiro do mundo focado na intensidade de carbono para incentivar o mercado na direção de misturar de biocombustíveis para atingir suas metas de redução de emissões de carbono e gerar créditos de *compliance* - o que atrai uma boa parte da produção de biocombustíveis americana para o estado.

¹⁶ <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/canadian-environmental-protection-act-registry/publications/clean-fuel-standard-regulatory-framework.html>

¹⁷ Combustível líquido, gasoso ou sólido para os setores de transporte, indústria e residencial.

¹⁸ <https://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/lcfs.htm>

De certa maneira semelhantes aos mandatos, os instrumentos de cotas¹⁹ são utilizados para biocombustíveis na Dinamarca, França, Noruega, Argentina, Brasil e Paraguai. No Brasil, por exemplo, as cotas são utilizadas para limitar o volume importado de biocombustíveis, permitindo a importação de 1,2 bilhão de litros isentos de impostos em 2017, válido por dois anos (MDIC, 2017).

Vantagens e desvantagens da abordagem com mandatos

Como mostrado acima, os mandatos existentes são baseados em volumes específicos para mistura de biocombustíveis, criando um mercado para certos produtos e tecnologias de conversão. Ao contrário, as abordagens focadas na intensidade de carbono, que não tem preferência sobre a tecnologia, liderado pelo padrão de baixo-carbono da Califórnia, estão sendo cada vez mais adotadas, e devem ser implementadas logo no Brasil e no Canadá (por meio dos programas RenovaBio e Clean Fuel Standard, atualmente nos estágios regulatórios finais). Uma avaliação da BfP e SMIC/MI das respostas nacionais ao questionário, além de percepções coletadas nas entrevistas com os países mais relevantes mostra que existem vantagens e desvantagens para cada abordagem, muitas incertezas em relação aos resultados e ideias para unificar as duas abordagens.

Um mandato baseado em volume oferece a certeza da demanda ao longo do tempo e, assim, aumenta a confiança dos investidores. Ele permite que o país foque seu apoio nas tecnologias com maior potencial para se alcançar as metas nacionais além da redução de emissões de GEE (como geração de valor agregado), a partir de avaliações de como cada tecnologia pode contribuir para o alcance dessas metas. De forma contrária, algumas tecnologias de mandato selecionadas podem não ser a alternativa mais eficiente em termos de custos para reduzir as emissões de GEE e descarbonizar os setores. Essa abordagem pode, assim, direcionar o desenvolvimento do setor para um caminho que não é necessariamente favorável para metas específicas do país no longo prazo – reforçando a importância de se analisar de maneira completa os cenários de custos e benefícios do apoio a cada tecnologia, antes do estabelecimento desses mandatos, e de se unir os mandatos com políticas *push* focadas em tecnologias.

Uma abordagem focada na intensidade de carbono também oferece a certeza em relação à demanda ao longo do tempo e também aumenta, até certo ponto, a confiança dos investidores – limitada pela incerteza sobre a capacidade de uma rota de conversão de produzir um biocombustível final (produto) que consegue ser melhor que os outros em termos de preço e redução das emissões. Ou seja, os mandatos criam uma vantagem econômica para os produtos biocombustíveis com maior potencial de redução de GEE, mas essa vantagem deve ser comparada com o desempenho de outros produtos em termos da intensidade de carbono e custos produtivos. Em essência, existem mais variáveis e incertezas a serem consideradas na decisão sobre investimento. A abordagem da intensidade de carbono abre mercados para além das barreiras geográficas de um só país, e facilita a descarbonização mais eficiente, em termos de custos, dos setores com mandatos uma vez que os certificados são valorizados e negociados a partir de seus potencial para redução de emissões. Na direção contrária, as tecnologias que reduzem as emissões de forma mais eficiente em relação aos custos, pode não ser aquelas com melhor valor comercial para os países, e.g. se a demanda criada por um mandato baseado na intensidade de carbono é atendida por combustíveis estrangeiros, ou pela indústria local que não consegue competir com os líderes mundiais, ou pode não gerar um número relevante de empregos ou valor agregado.

Entrando nas vantagens e desvantagens de mandatos específicos, a Diretriz de Energias Renováveis da UE permite que biocombustíveis de 2G (resíduos, material celulósico não alimentício e material lignocelulósico) recebam créditos duplos na contagem para a meta de 10% de transporte renovável e 20% para energia renovável. Essa contagem dupla tem como objetivo encorajar a diversificação no uso de matérias primas e novas tecnologias para as misturas, mas limita a demanda para biocombustíveis 1G, sendo que países como a Noruega colocaram um teto na contribuição de biocombustíveis de 1G para evitar os riscos de iLUC atribuídos a eles. Em 2017, dez países membros da UE apoiaram a contagem dupla (UDSA, 2017a), com variações na definição de quais seriam as matérias primas válidas. Quando eles não são compensados de maneira adequada, os mecanismos de contagem dupla podem ameaçar a integridade da meta geral, reduzindo, de fato, a participação total de energia renovável alcançada nesse mandato. Outras críticas ao mecanismo de contagem dupla incluem o fato de que ele pode afetar negativamente as decisões de investimentos em biocombustíveis 1G, muitas vezes pelos mesmos *players* responsáveis por trazer os biocombustíveis 2G até o mercado; e que ele pode gerar um favorecimento para as tecnologias mais estabelecidas, como a de resíduos, em detrimento daquelas tecnologias de biocombustíveis 2G nos estágios iniciais. Realmente, mais de 90% dos biocombustíveis de contagem dupla em 2014 vieram de óleos de cozinha e gordura animal (Pelkmans, et al., 2014).

¹⁹ Determina o volume misturado aos biocombustíveis, que deve receber isenção fiscal.

Ainda assim, o Relatório sobre o Progresso das Energias Renováveis da UE de 2017 (European Commission, 2017b) ressalta o aumento da participação de biocombustíveis de 2G, de 1% para 23% em 2015, particularmente devido ao uso de óleo de cozinha. As abordagens que são indiferentes à tecnologia e matéria prima, como na Califórnia e logo no Brasil e Canadá, enfrentam outros desafios. A Califórnia obteve sucesso em atrair o suprimento de biocombustíveis de outros estados americanos, devido ao preço melhor pago aos biocombustíveis, resultando em um mecanismo de redução de GEE eficiente em relação aos custos e em um incentivo poderoso para levar tecnologias com menor intensidade de carbono ao Mercado. O Brasil e Canadá devem replicar esse sucesso com políticas semelhantes. Um desafio para esses três esquemas, entretanto, será o quanto que esse apoio consegue efetivamente levar tecnologias 2G ao mercado, i.e. quão mais competitivos os biocombustíveis vão se tornar, e se isso será suficiente para equilibrar seus custos produtivos normalmente mais altos. Esse desafio reforça a importância de unir esses mandatos com outras políticas de apoio *push* e demonstra a intenção do Brasil e do Canadá em trazer flexibilidade aos seus esquemas, permitindo que o nível de apoio seja adaptado às necessidades dos mercados de biocombustíveis à medida que esses se desenvolvem.

Incentivos fiscais

Os incentivos fiscais têm sido utilizados como um mecanismo *market pull* por vários países na Ásia, América Latina e Europa para atingir as metas de penetração de biocombustíveis – associados ou não aos mandatos. Praticamente nenhum país relata utilizar os incentivos fiscais para apoiar bioprodutos não energéticos, com exceção da Itália, Holanda, Paraguai e Uruguai, que afirmam ter incentivos que encorajam de forma indireta esses produtos. Os incentivos fiscais podem ser desenhados como um instrumento de *market pull* que ajuda a equilibrar o jogo para alguma tecnologia específica, subcomponentes, tipos de produtos biocombustíveis, ou mesmo biocombustíveis pela sua origem, diminuindo ou eliminando a taxa sobre eles. Também podem se tornar instrumentos *tech push* quando os incentivos fiscais são oferecidos para facilitar os avanços das tecnologias em estágios iniciais, por exemplo para esforços de P&D ou *start ups* inovadoras.

Na China, a Administração Geral de Alfândega impôs um imposto de consumo de ~USD 1,16/litro sobre os combustíveis com menos de 30% de conteúdo de biodiesel (GAIN, 2017a). Desde 2007, a indústria de biodiesel da Índia se beneficia de imposto e VAT zero nos estados de West Bengal, Uttar Pradesh, Uttarakhand, Chhattisgarh e Rajasthan. Essas isenções se encontram ameaçadas desde 2017, com a implementação iminente de um novo regime de impostos, que inclui um imposto sobre bens e serviços de 18% sobre o biodiesel. Nas Filipinas, os biocombustíveis importados ou locais que são utilizados para a meta de misturas não são tarifados. O país também oferece isenções para as matérias primas (tais como coco, jatropha, cana-de-açúcar e mandioca) utilizadas para a produção de biocombustíveis.

Os incentivos fiscais brasileiros afetaram significativamente a indústria de biocombustíveis da América Latina, tendo um papel importante para manter a demanda de etanol na gasolina para o setor de transporte. As medidas tarifárias principais do país que apoiam o setor são: (i) um desconto significativo no IPI para veículos flex, principalmente a partir de 2009 – quando o incentivo foi utilizado para proteger a indústria automobilística da crise global; e (ii) um imposto menor aplicado ao etanol quando comparado à gasolina nos programas federais do CIDE e PIS/COFINS, bem como nos impostos estaduais de ICMS, como demonstrado para alguns estados na Tabela 9.

Tabela 9. ICMS para alguns estados selecionados por combustível

Estado	Gasolina	Etanol hidratado	Diesel
Alagoas	29%	25%	18%
Bahia	28%	20%	18%
Goiás	30%	22%	15%
Minas Gerais	29%	14%	15%
Rio de Janeiro	34%	25%	16%
São Paulo	25%	12%	12%

Fonte: Adaptado de (USDA, 2017b)

Na Argentina, os biocombustíveis são isentos das principais tarifas aplicadas aos combustíveis fósseis, e os produtores locais se beneficiam do adiantamento do reembolso do VAT e depreciação acelerada do capital de investimento. Desde 2014, A lei argentina 23996 suspendeu o imposto de 19% no biodiesel local vendido na bomba – uma medida originalmente temporária, mas que continuava válida até a publicação desse relatório. Em julho de 2017, a Argentina reduziu o imposto sobre exportação de biodiesel para 0%, exceto para as exportações de óleo de soja, que continuam sendo taxados em 27% (USDA, 2017c). Em maio de 2017, a Argentina reduziu os impostos de importação de veículos flex de 35% para 5%, buscando encorajar uma maior penetração dessa tecnologia em sua frota (USDA, 2017c).

Até o fim do ano de 2016, os EUA ofereciam créditos de impostos para combustíveis que contivessem biodiesel, dividindo o benefício entre os responsáveis pelas misturas (USD 0,27 por litro misturado de diesel fóssil), produtores (USD 0,27 por litro produzido), e pequenos produtores (um adicional de USD 0,1 para até 56 milhões de litros). A lei também ofereceu um crédito de impostos para biodiesel que poderia ser utilizado como seguro. Com a extinção desse crédito, o Ato de Combustíveis Renováveis e Criação de Empregos Americano foi introduzido pelo Congresso em 2017 para voltar com o crédito somente para os produtores americanos, e estendê-lo até 31 de dezembro de 2020. Essa medida previne o subsídio de produtores estrangeiros que exportam biodiesel para mistura nos EUA, favorecendo exclusivamente o biodiesel produzido nos EUA.

Incentivos fiscais para bioprodutos na Holanda

Incentivos fiscais também podem ser úteis para empurrar as tecnologias na jornada inovadora. Criado pelo Ministério Holandês de Assuntos Econômicos e Políticas Climáticas, e implementado pela Dutch Enterprise Agency (RVO.nl), o esquema permite que empresas de qualquer tamanho e setor reduzam o investimento em P&D das suas obrigações fiscais. Apesar de não ser específica para bioprodutos, o esquema pode beneficiar empresas com uma isenção total de EUR 1,2 bilhão (~USD 1,4 bilhão) em 2018, incluindo descontos para custos de salários em P&D e outras despesas tanto na Holanda quanto em outros países membros da UE (RVO, 2018). Essas despesas devem estar diretamente relacionadas a P&D, o que quer dizer que custos com a equipe administrativa, trabalho terceirizado, melhorias e financiamento para aquisição de propriedades não se qualificam para esse apoio.

Dois tipos de projeto são elegíveis nesse esquema: projetos de desenvolvimento de produtos tangíveis, processos produtivos ou softwares e pesquisa científica e técnica para geração de novos conhecimentos. As reivindicações podem ser feitas a partir dos custos e gastos ou a partir de um valor fixo. As deduções chegam a 32% para os primeiros EUR 350.000 (~USD 432.098) do custo total de P&D (compostos de salários, custos e gastos) e de 14% para os custos restantes; as start-ups recebem uma dedução de 40% para os primeiros EUR 350.000 (~USD 432.098) do custo total de P&D. Os dados mais atuais disponíveis indicam que a contribuição do esquema para investimentos em P&D de empresas de base biológica foi de EUR 115 milhões (~USD 141 milhões) em 2012 e EUR 104 milhões (~USD 128 milhões) em 2013 (Biomass Research, 2016).

Rotulagem

Embora existam cerca de ~500 selos ecológicos no mundo, eles são menos comuns para os bioprodutos (European Commission, 2017c). Rótulos, padrões, normas e certificações têm sido utilizadas para verificar reivindicações dos produtores e para construir a confiança entre consumidores e produtores, e, assim, facilitar o desenvolvimento, procura e compra de biocombustíveis avançados e bioprodutos. Os principais esquemas de rotulagem para biocombustíveis e bioprodutos incluem o Roundtable for Sustainable Biomass Standard (RSB), International Sustainability and Carbon Certification (ISCC+), Better Biomass e BioPreferred Label.

Introduzido em 2011 pelo USDA como um selo voluntário para bioprodutos, o BioPreferred Label indica testes realizados por terceiros e a verificação do conteúdo de base biológica. Para receber o selo, o produto deve conter um mínimo de 25% de conteúdo de base biológica, sendo que esse mínimo pode ser mais alto para diferentes categorias

de produtos. O selo é um requisito obrigatório para compras governamentais em várias agências do governo e seus empreiteiros, tendo certificado mais de 2.500 produtos em 100 categorias diferentes até dezembro de 2015 (USDA, 2016), aumentando a utilização de bioprodutos.

O selo holandês Better Biomass também foi criado em 2011, para garantir que os recursos utilizados para combustível, aquecimento, energia e produção química sigam critérios de sustentabilidade em toda a cadeia de suprimentos. A certificação é emitida depois que partes independentes fazem auditorias e garantem que os critérios são seguidos e é válido por 5 anos. A certificação Better Biomass é um dos esquemas voluntários para se atingir requisitos de compliance de sustentabilidade na Diretriz de Energias Renováveis. Outros países como a Itália possuem seus próprios critérios de rotulagem e certificação, dentro do Pacote para Economia Circular para apoiar os bioprodutos. Outros esforços como a inclusão de critérios biológicos dentro do selo Ecolabel da UE estão sendo feitos.

Instrumentos de apoio para investimentos alternativos

Além dos incentivos fiscais, uma série de instrumentos existem para atrair investimentos para os setores de biocombustíveis e bioprodutos. Dentro da BfP e SBIC/MI, as subvenções de investimentos e garantias de empréstimos são as formas preferidas para direcionar investimentos para o setor de biocombustíveis, como demonstrado na Tabela 10. O apoio para investimentos em bioprodutos ainda é limitado, principalmente a fundos de investimentos da EU, por meio de incentivos fiscais e finanças preferenciais na Itália, Holanda e Paraguai, e uma quantidade marginal de subvenções para investimento na França, Itália e Paraguai.

Tabela 10. Subvenções para investimento e garantias de empréstimos são as formas preferidas para direcionar investimentos para os biocombustíveis

Região/ país	Subvenções de investimentos	Garantia de empréstimos	Finanças preferenciais	Fundos de investimento	Outros
África					
Egito					
Marrocos					
Moçambique					
Ásia					
China					
Índia					
Indonésia					
Filipinas					
Europa					
Dinamarca					
UE					
Finlândia					
França					
Itália					
Holanda					
Noruega					
Suécia					
Reino Unido					
América Latina					
Argentina					
Brasil					
México					
Paraguai					
Uruguai					

América do Norte					
Canadá					
EUA					

LEGENDA:	
<i>Desconhecido ou não respondido</i>	
<i>Não</i>	
<i>Sim</i>	

Fonte: respostas nacionais ao questionário

As garantias de empréstimos têm sido utilizadas para financiar projetos de plantas de etanol de larga escala. Elas são particularmente populares nos EUA, onde o DOE e USDA financiaram o desenvolvimento, construção e readequação de projetos por meio de um modelo híbrido de *equities* garantido por subvenções e empréstimos. Em 2015, o DOE criou seu Escritório do Programa de Empréstimos para Energia (*Energy Loans Programme Office - LPO*) para lidar com barreiras de financiamento atrapalhando a chegada de novas tecnologias aos estágios comerciais. O LPO gerencia mais de USD 30 bilhões de empréstimos, garantias de empréstimos e compromissos condicionais (DOE, 2018c). Os empréstimos para bioenergia e biocombustíveis são emitidos pelo Title XVII Programme. Atualmente, existe um projeto de etanol celulósico em Hugoton, Kansas, com a Abengoa Bioenergy, cuja garantia de empréstimo vale USD 134,4 milhões (DOE, 2017). Outro apoio para investimentos inclui um contrato de USD 42 milhões com o Defence Production Act (DPA) Title III Programme para um Projeto de Produção Drop-in de Biocombustíveis Avançados (*Advanced Drop-in Biofuels Production Project*), em 2013 (DPA, 2018). As empresas Red Rock Biofuels, Fulcrum Bioenergy e Emerald Biofuels foram comissionadas para construir biorrefinarias que produzem, em conjunto, 37 milhões litros/ano para atender as necessidades militares e de transporte (DPA, 2018) – por um preço médio de USD 0,91/litro.

Na UE, as garantias de empréstimos não foram tão populares quanto nos EUA e foram oferecidas principalmente por meio do InnovFin- EU Finanças para Inovadores (*Finance for Innovators*). O programa foi estabelecido pela Comissão Europeia e o BEI como um Instrumento para Compartilhar Riscos (*Risk Sharing Finance Facility*), facilitando o acesso a recursos financeiros para empresas inovadoras dentro do programa Horizon 2020. Até 2014, mais de EUR 1,4 bilhão (~USD 1,7 bilhão) havia sido alocado em garantias de empréstimos, que mobilizaram EUR 37,2 bilhões adicionais (~USD 45,9 bilhões) por meio de investimentos privados (EIB, 2017). Esse programa apresenta instrumentos de empréstimo diferentes (e.g. para empresas pequenas e médias, Intermediárias e Grandes Projetos) que vão de EUR 25 mil (~USD 30 mil) até EUR 25 milhões (~USD 30 milhões) (Horizon 2020, 2018). Apesar de não existirem dados mostrando quanto desse valor foi direcionado para biocombustíveis avançados ou bioprodutos, esses tipos de projeto são elegíveis para o financiamento. Outro mecanismo de garantia desenvolvido pela UE é o Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos (*European Fund for Strategic Investments - FEIE*). Ele foi criado pelo BEI e a Comissão Europeia para lidar com falhas de investimentos em áreas prioritárias e projetos estratégicos, incluindo infraestrutura para energia e transporte e renováveis, que poderiam beneficiar projetos de 1G e 2G (apesar de que não é claro exatamente como). O FEIE é um fundo de EUR 21 bilhões (~USD 25 bilhões) sendo que EUR 16 bilhões (~USD 19 bilhões) são oferecidos pela UE e EUR 5 bilhões (~USD 6 bilhões) pelo BEI. O esquema de garantias deve liberar mais EUR 315 bilhões (~USD 388 bilhões) em 2018 (EIB, 2018).

No Brasil, o BNDES tem sido o maior veículo para apoio de investimento para a bioeconomia avançada, por meio de dois instrumentos financeiros principais: (i) PAISS; e (ii) Programa para Energias Renováveis (PRORENOVA). Com duas edições, 2011 e 2014, o PAISS forneceu um total de R\$ 2,5 bilhões (~USD 720 milhões) em empréstimos concessionais para 4 grandes projetos implementando instalações de escala comercial de biocombustíveis e bioprodutos de segunda geração (BNDES, 2018a) (BNDES, 2018b), e alavancando mais ~USD 300 milhões em investimentos privados das empresas Granbio, Raizen, Solorzyme e Amyris. O PRORENOVA direcionou BRL 4 bilhões (~USD 1,2 bilhões) em empréstimos para financiar a renovação e expansão da capacidade de plantio e colheita de cana-de-açúcar, aumentando a produção de biocombustíveis 1G e levando a uma maior disponibilidade de matéria prima para os combustíveis 2G. O programa tem ainda R\$ 5 bilhões (~USD 454 milhões) para o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar em 2017/2018.

Outra fonte potencial de apoio para investimentos na bioeconomia pode vir da emissão de títulos verdes para financiar

a comercialização de tecnologias já demonstradas, tanto 1G quanto 2G. Alguns especialistas dos países membros da BfP e SBIC/MI comentaram a necessidade de se operacionalizar a utilização dos títulos verdes, incluindo a necessidade de um trabalho com instituições financeiras para esse fim, garantindo padrões claros e adequados para investimentos em bioenergia.

Estimulando os biocombustíveis por meio da taxaço do carbono

A taxaço do carbono determina um preço para o CO₂ emitido por combustíveis fósseis com o propósito de reduzir as emissões de GEE. Esse aumento nas obrigaçoes financeiras oferece um incentivo financeiro para a troca para alternativas mais limpas, como os biocombustíveis de 1G e 2G. A taxaço do carbono tem sido implementada na UE desde os anos 1990, sendo que países como Dinamarca, França, Noruega e Suécia possuem tarifas para a compra e venda de combustíveis fósseis. Em 2015, o preço da tonelada de CO₂ equivalente (tCO₂e) passou de USD 4 para USD 132 nesses países (Partnership for Market Readiness, 2017). Os resultados variam de país para país, sendo que a Dinamarca atingiu uma alta reduço de custos devido ao conteúdo de biocombustíveis na gasolina e no diesel.

No fim dos anos 2000, outros países além dos europeus estabeleceram a taxaço do carbono. Em 2008, A Columbia Britânica, no Canadá, estabeleceu um preço de USD 10/ tCO₂e na compra, venda e uso de combustíveis fósseis, que hoje vale USD 35/ tCO₂e. Os preços serão aumentados em USD 5/ tCO₂e por ano até que atinjam o valor de USD 50/ tCO₂e em 2021 (British Columbia, 2018). Uma taxaço de carbono nacional também foi introduzida em 2018, inicialmente de USD 10/ tCO₂e, aumentando em USD 10/ tCO₂e por ano até chegar ao valor de USD 50/ tCO₂e em 2022. As receitas advindas das taxaçoes provinciais e nacionais podem ser utilizadas para reduzir outros impostos ou financiar o crescimento de iniciativas de baixo-carbono.

Existem também iniciativas globais utilizando a taxaço do carbono para reduzir as emissões. A Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) criou o Sistema de Compensação e Reduço de Carbono para a Aviação Internacional (CORSIA) para neutralizar as emissões de CO₂ do setor após 2020. O esquema voluntário estará totalmente operacional em quatro anos e permite o uso de biocombustíveis como créditos para o alcance das metas de reduço. Apesar de que os detalhes sobre a contabilidade dos biocombustíveis ainda precisam ser definidos, fica claro que tanto a taxaço quanto a compensação de carbono podem oferecer incentivos para estimular a produço de biocombustíveis.

8. CONCLUSÕES

O panorama apresentado nos permite tirar conclusões a respeito do status e das perspectivas da bioeconomia em países/regiões selecionados, assim como listar recomendações para avanços dos formuladores de políticas. Para que a bioeconomia cumpra o papel previsto nos cenários IEA (2DS) ou IRENA (ReMap), será necessário um esforço sem precedentes em inovação e aceleração tecnológica a nível mundial. Além da bioeconomia, objetivos de descarbonização de longo prazo demandam a implementação de uma gama de esforços de mitigação complementares, em paralelo e em todos os setores econômicos, tais como a eletrificação de veículos e outras tecnologias de energia renovável.

Atingir as metas da BfP tem implicações bem conhecidas e desafiadoras para os biocombustíveis e que ainda não foram quantificadas para os mercados de bioprodutos. Biocombustíveis 1G estão no caminho para atingirem as metas da BfP, mas um avanço significativo é necessário para que a produção de biocombustível 2G e 3G esteja no caminho. Aproximadamente 131 bilhões de litros de biocombustíveis são produzidos anualmente ao redor do mundo, dos quais >99% podem ser classificados como 1G. Para atingir o cenário 2DS da IEA seria um necessário um aumento de 69% na produção global de biocombustíveis, alcançando 222 bilhões de litros até 2025, dos quais ~26% em rotas 2G ou 3G – isso se traduz em aumentar a escala global de produção de biocombustíveis 2G e 3G de ~ 1 bilhão de litros/ano para 57 bilhão de litros/ano até 2025. Em 2030, a produção global de biocombustíveis precisa alcançar 500 bilhões de litros para estar alinhada com o cenário ReMap da IRENA.

A competição entre biocombustíveis e combustíveis fósseis é desequilibrada e políticas específicas são necessárias para nivelar o ambiente de competição. A competição entre os dois setores é desleal porque biocombustíveis (especialmente de 2G e 3G) tipicamente tem custos mais altos de produção quando comparados às alternativas fósseis, que ainda se beneficiam de uma gama de subsídios diretos ou indiretos – evidenciando a falta de reconhecimento das externalidades positivas inerentes à bioeconomia. A recessão econômica global no início da década e os preços baixos do petróleo vistos nos últimos anos acrescentam um outro obstáculo ao desafio. Como resultado, investimentos globais na bioeconomia avançada diminuíram acentuadamente nos anos recentes, com biorrefinarias lutando para manter viabilidade financeira frente às alternativas fósseis. Futuras inovações e desenvolvimento de biorrefinarias integradas produzindo bioprodutos, biocombustíveis, eletricidade e calor de processo podem ser parte da solução para elevar a lucratividade de negócios existentes – demandando que os governos tenham uma abordagem holística ao apoiarem a bioeconomia.

A maioria dos países dentro da BfP e SBIC/MI tem metas de redução das emissões de GEE até 2030 ou além, justificando esforços para equilibrar o campo a favor da bioeconomia avançada. Não é claro em que medida cada país está se movendo individualmente para atingir suas respectivas metas, apesar de que os investimentos decrescentes e avanços modestos na produção de biocombustível 2G indicam que a bioeconomia não está contribuindo com tais metas tanto quanto poderia. Os países, porém, declaram suas intenções de estabelecer bioindústrias e reconhecem o valor de fazê-lo – incitando os formuladores de políticas a elaborarem planos de apoio à bioeconomia a partir de análises de custos e benefícios bem embasadas.

Os países membros da BfP e SBIC/MI mostram realidades diversas na produção e consumo de biocombustível e bioprodutos, basicamente devido a variáveis como o histórico econômico, motivações sociais ou ambientais, clima, disponibilidade de terra, a existência de cadeias de suprimentos e incentivos regulatórios atuais que induzam o consumo. O mercado para biocombustíveis é muito concentrado nos EUA, Brasil e Reino Unido – responsáveis por ~85% da produção global – apesar de que a produção chinesa - ~3% da produção global – também a difere do restante do mundo. Entre os biocombustíveis avançados, 68 instalações comerciais são relatadas em funcionamento em países da BfP e SBIC/MI, sendo a maior parte na América do Norte e Europa. Vinte e quatro instalações de demonstração e sessenta e seis instalações piloto também são relatadas em operação, embora ainda muito geograficamente concentradas. Os padrões de consumo de biocombustível estão muito alinhados à produção, com a exceção de países como o Canadá, Reino Unido e França – responsáveis por grandes importações. Poucos países reportaram parcelas de bioprodutos em seus mercados, citando incertezas significativas em termos de volume e valor de mercado.

As principais barreiras relatadas que limitam o desenvolvimento da bioeconomia avançada são: disponibilidade limitada de recursos financeiros, competição com alternativas fósseis, estruturas de política desfavoráveis e limitações

de oferta de matéria prima. Os países estão implementando mecanismos para superar tais barreiras até certo ponto, mas muito mais apoio será necessário para levar a bioeconomia avançada até os objetivos declarados pela BfP. Os formuladores de políticas podem se beneficiar amplamente de lições aprendidas nas políticas de inovação de baixo-carbono.

Vários esforços foram postos em prática para apoiar a bioeconomia avançada em sua jornada de inovação, mas muito mais será necessário para levar a bioeconomia avançada até os objetivos declarados pela BfP. Um panorama das respostas dos países em torno de instrumentos atualmente implementados para apoiar a bioeconomia revela que: (i) muito mais apoio está disponível para biocombustíveis (particularmente 1G) do que para bioprodutos; e (ii) o apoio é principalmente concentrado em instrumentos de incentive mercadológico, que podem ser insuficientes para levar tecnologias de biocombustível avançadas em seus primeiros estágios para o mercado, requerendo então um portfólio mais amplo de políticas para a bioeconomia.

Sete recomendações são destacadas abaixo para ajudar os formuladores de políticas a superar barreiras e promover o apoio necessário para atingir o crescimento da bioeconomia avançada.

9. RECOMENDAÇÕES – SUPERANDO BARREIRAS PARA APROVEITAR OPORTUNIDADES

Reconhecendo o status global e regional da bioeconomia, o desafio colocado pelos objetivos coletivos audaciosos da BfP, as barreiras reportadas pelos países e tendo como inspiração a experiência existente de políticas de apoio à bioeconomia e inovações de baixo-carbono em geral, um conjunto de recomendações para os formuladores de políticas está listado abaixo. Embora recomendações sejam muitas vezes relativamente auto evidentes, elas não são implementadas de forma consistente, em detrimento dos potenciais bioeconômicos nacionais. Estas formam, então, uma referência importante a partir da qual os formuladores de políticas podem desenhar pacotes de políticas de apoio apropriados, que tenham chances máximas de apoio governamental no longo prazo e resultados eficientes.

(i) Estabelecer objetivos claros e priorizar tecnologias (ou grupos de tecnologia no caso de abordagens agnósticas às tecnologias) de acordo com seu potencial de atingir tais objetivos.

Uma estratégia de inovação de sucesso começa com objetivos claros estabelecidos no mais alto nível de governo. Estes objetivos precisam se alinhar com as prioridades nacionais do país e.g. crescimento econômico, geração de empregos, mitigação das emissões, geração de renda ou redução da pobreza. Definir objetivos nacionais demanda esforços consideráveis para garantir que exista adesão transversal entre níveis de governo, agências relevantes, o setor privado e representantes da sociedade civil – percebendo que estes podem ser sinérgicos ou complementares a quaisquer outros objetivos que o país já possa ter estabelecido. Uma vez estabelecidos, os objetivos devem passar pela seleção dos mecanismos de política a serem usados, e eventualmente pela escolha dos programas a serem estabelecidos em apoio à bioeconomia avançada. Pacotes de políticas de apoio (e alocação de recursos) são justificados na medida em que mapeiam estas metas e geram benefícios ao país que superam seus custos.

(ii) Mapear o mercado local de biocombustível e tecnologias produtoras de bioprodutos e seu potencial de desenvolvimento para melhor compreender como tecnologias (ou grupos de tecnologias no caso de abordagens agnósticas às tecnologias) podem gerar resultados alinhados com os objetivos nacionais.

Um entendimento profundo do panorama das tecnologias de produção disponíveis (ver Figura 1 – note que pode ser diferente de país para país) e seu potencial para avançar o desenvolvimento é essencial para os formuladores de políticas quantificarem até qual ponto tecnologias (ou grupos de tecnologias) podem ajudar a atingir objetivos nacionais. Em princípio, isso significa desenvolver cenários de desenvolvimento de tecnologia para simular em que medida as tecnologias (ou grupos de tecnologias) podem contribuir para o alcance dos objetivos nacionais dentro de parâmetros realistas, e.g. se tecnologias de biocombustível 2G fossem amplamente aplicadas para usar uma parcela realista dos resíduos agrícolas disponíveis em um país, quanto GEE poderia ser mitigado compensando combustíveis do transporte? Quantos empregos esta indústria poderia gerar? Quanto valor adicionado poderia criar localmente e em exportações? Para responder a estas perguntas, é recomendado aos formuladores de políticas que identifiquem lacunas nas cadeias de abastecimento (e.g. desafios logísticos ou falta de oferta adequada de matéria prima) e usem pressupostos realistas para estimar até qual ponto estas podem ser superadas ao longo do tempo.

Fundamentalmente, esta recomendação irá permitir aos formuladores uma percepção inicial de como tecnologias ou grupos de tecnologias podem contribuir aos objetivos nacionais se forem realisticamente ampliados. Com tais respostas, os países podem priorizar objetivamente tecnologias (ou grupos de tecnologias no caso de abordagens agnósticas às tecnologias), matérias primas e mesmo regiões dentro de um país, baseado na sua probabilidade de contribuir com as metas.

(iii) Entender as necessidades de apoio para tecnologias (ou grupos de tecnologias em caso de abordagens agnósticas às tecnologias) prioritárias e as políticas disponíveis que as permitam atingir seu potencial.

Tendo estabelecido metas e desenvolvido um bom entendimento do potencial de diferentes tecnologias em contribuir com estas metas, os governos podem avaliar quais instrumentos de política podem ser aplicados para permitir que as tecnologias (ou grupos de tecnologias) atinjam seu potencial total de comercialização. Assim, respondendo: Quais barreiras estão impedindo o avanço de tecnologias ou grupos de tecnologia? E quais instrumentos de política podem ser implementados? Como superar barreiras existentes para a comercialização em grande escala da bioeconomia avançada?

As barreiras são frequentemente diferentes entre tecnologias e seus níveis de prontidão, exigindo que os formuladores de políticas as identifiquem com cuidado, assim como de qual maneira estas barreiras interagem umas com as outras e quais são mais relevantes para o campo de biocombustíveis e bioprodutos quando comparados às alternativas fósseis. Políticas de apoio devem ser destinadas a eliminar as principais barreiras, e muito provavelmente precisarão envolver uma combinação de incentivo à tecnologia, atração de mercado e políticas de apoio favoráveis. Um pacote de políticas de apoio não deve deixar nenhuma barreira de lado, se ela pode limitar o desenvolvimento do mercado.

(iv) Simular o custo e benefício de diversas opções de pacotes de políticas de apoio, montando cenários de políticas alternativas para lidar com as barreiras identificadas, alocando custos e benefícios (alinhados com os objetivos nacionais) para cada intervenção.

Uma vez que as barreiras e necessidades de apoio estejam bem mapeadas, os formuladores de políticas podem desenvolver cenários específicos de opções de pacotes de políticas de apoio alinhados com as necessidades de tecnologias ou grupos de tecnologias (no caso de abordagens agnósticas às tecnologias). Para que as decisões de política estejam bem informadas, é recomendado que os formuladores estimem os custos de cada intervenção em tais cenários, junto com os benefícios resultantes de cada apoio, e.g. implementar um incentivo fiscal para P&D em biocombustível avançado pode custar 10 milhões de dólares/ano para o governo, mas pode resultar em benefícios na forma de geração de valor adicionado, criação de empregos, diminuição de custos de biocombustíveis avançados aos consumidores e mitigação de GEE.

Para fins de ilustração, a Tabela 11 abaixo mostra uma comparação hipotética e simplificada entre dois cenários diferentes de políticas de apoio tendo como objetivo grupos de tecnologias (para abordagens agnósticas às tecnologias) e tecnologias específicas. Os números para custos, valor adicionado e mitigação de GEE apresentados para cada instrumento de política são meramente ilustrativos e apresentados em termos comparáveis para exemplificar como tais variáveis podem ser consideradas em uma análise multicritério. O cenário 1 tem como resultado uma opção menos cara, e gera valor adicionado de 2,7 vezes seu custo, mitigando emissões a uma média de 32.6 dólares/tCO₂eq. O pacote de apoio no cenário 2 custa ~7% a mais, resulta em 5% mais valor adicionado, e mitiga as emissões a um custo médio de 26.7 dólares/tCO₂eq. Embora não exista uma escolha certa ou errada neste exemplo, esse tipo de análise fornece evidências tangíveis sobre as quais podem se basear escolhas de políticas.

Uma análise multicritérios dos custos e benefícios de pacotes de apoio fornece evidências tangíveis sobre as quais podem se basear escolhas de políticas.

Tabela 1. Framework de análise hipotético comparando custos de diferentes cenários de apoio para tecnologias prioritárias ou grupos de tecnologias

	Tecnologias ou grupos de tecnologia (se combustivel-agnostico) <i>Pode ser definido por rotas de conversão ou produto</i>	Necessidades das áreas prioritárias ou tecnologias <i>Quais são as barreiras retendo cada tecnologia?</i>	Instrumento hipotético de apoio a ser aplicado <i>Para permitir que a tecnologia atinja seu conjunto de metas</i>	Custos de implementar instrumento de apoio no período (USD)	Potencial de gerar valor adicionado (USD) <i>Assumindo que o potencial total é atingido em um espaço de tempo comparável</i>	Potencial para mitigar emissões de GEE (tCO₂e) <i>Assumindo que o potencial total é atingido em um espaço de tempo comparável</i>
1	Qualquer combustível 2G (tecnologia-agnostico)	Dificuldade em competir contra o etanol 1G	Mandatos permitindo contagem dupla para biocombustíveis 2G	-	500 milhões de dólares em 20 anos	5 MtCO ₂ e em 20 anos
	Etanol 2G do bagaço da cana-de-açúcar	Apoio à demonstração necessário para justificar investimentos	Bolsas de apoio à demonstração combustível-agnostico disponíveis por meio de competições abertas	50 milhões de dólares/ano por 10 anos	1 bilhão de dólares em 20 anos	10 MtCO ₂ e em 20 anos
	Biocombustíveis de algas	Apoio à P&D necessário para passar do laboratório para escala piloto e reduzir custos	Apoio à incubação por meio de aceleradores de tecnologia	25 milhões de dólares/ano por 10 anos	200 milhões de dólares em 20 anos	5 MtCO ₂ e em 20 anos
	Bioplásticos	Dificuldade em concorrer contra alternativas fósseis	Incentivos fiscais para bioprodutos	-	300 milhões de dólares em 20 anos	3 MtCO ₂ e em 20 anos
Subtotal				750 milhões de dólares em 10 anos	2 bilhões de dólares em 20 anos	23 MtCO₂e em 20 anos
2	Qualquer combustível 2G (tecnologia-agnostico)	Dificuldade em competir contra o etanol 1G	Mandatos que incentivem combustíveis com intensidade de carbono mais baixa	-	500 milhões de dólares em 20 anos	10 MtCO ₂ e em 20 anos

Etanol 2G do bagaço da cana-de-açúcar	Apoio à demonstração necessário para justificar investimentos	Financiamento preferencial com proteção contra risco cambial para investidores estrangeiros	50 milhões de dólares/ano por 10 anos	1.2 bilhões de dólares em 20 20 anos	5 MtCO ₂ e em 20 anos
Biocombustíveis de algas	Apoio à P&D necessário para passar do laboratório para escala piloto e reduzir custos	Bolsas de apoio à P&D para laboratórios de universidades	20 milhões de dólares/ano por 10 anos	200 milhões de dólares em 20 anos	10 MtCO ₂ e em 20 anos
Bioplásticos	Dificuldade em concorrer contra alternativas fósseis	Bolsas de apoio à P&D para desenvolver rotas de conversão de baixo custo	20 milhões de dólares/ano por 5 anos	200 milhões de dólares em 20 anos	5 MtCO ₂ e em 20 anos
Subtotal			800 milhões de dólares por 10 anos	2.1 bilhões de dólares em 20 anos	30 MtCO₂e em 20 anos

Notas: Números para tecnologias prioritárias, barreiras, soluções, custos, valor adicionado e mitigação de GEE são meramente ilustrativos e apresentados por uma questão de transmitir o conceito de comparação de custos e benefícios de pacotes de apoio alternativos.

Lições da experiência reportada por países na BfP e SMIC/MI em apoio à bioeconomia avançada nos mostram que os cenários de apoio devem:

- **Ser construídos em consulta às partes interessadas para que nasçam com pressupostos realistas e consensuais.** Embora seja normalmente impossível atingir um consenso entre uma ampla gama de partes interessadas com relação a variáveis e pressupostos que formam a proposta de análise de custo e benefício, os formuladores de políticas devem navegar entre as incertezas e interesses para produzir uma análise robusta e crível.
- **Equilibrar instrumentos de incentivo mercadológico e desenvolvimento de tecnologias,** uma vez que biocombustíveis avançados e tecnologias de bioproduto estão em sua maioria nos primeiros estágios de prontidão, e são, portanto, incapazes de superar as alternativas fósseis na competição. A análise acima demonstra que os mandatos existentes para biocombustíveis (mesmo os baseados em intensidade de carbono agnósticos às tecnologias) são mais prováveis de serem atendidos por tecnologias de biocombustível já estabelecidas comercialmente.
- **Considerem que os orçamentos públicos limitados podem ser complementados com co-financiamento de agentes privados.** Frameworks e programas de política podem atrair financiamento adicional do setor privado ainda cedo na cadeia de inovação ao visarem os altos riscos de fracasso de atividades intensivas em capital. Isso pode ser feito de várias maneiras, e.g.:
 - Competições de inovação que selecionem os melhores projetos com base em critérios robustos tais como potencial de geração de valor adicionado, menor custo dólar/tCO₂ evitada, e co-financiamento privado;
 - Incentivos fiscais para empresas investindo em P&D de bioeconomia resultando em benefícios mensuráveis;

- Fornecendo financiamento atrativo para os investimentos mais arriscados na forma de empréstimos, mecanismos de garantia ou cobertura de risco cambial;
- Criando títulos públicos ou “verdes” para ampliar a disponibilidade de recursos para inovação de baixo carbono, garantindo que os critérios de títulos verdes sejam desenvolvidos para incluir uma ampla gama de projetos de bioeconomia sustentável de baixo carbono.
- **Incluam instrumentos que efetivamente ajudem empresas e tecnologias a superarem o “vale da morte” em direção à comercialização.** Políticas de atração de mercado que garantam demanda de mercado (tais como mandatos) muitas vezes não são suficientes para que tecnologias de bioeconomia avançada avancem em direção à comercialização. Instrumentos complementares de incentivo mercadológico (como apoio ao investimento) são frequentemente necessários para levar as tecnologias da demonstração para a comercialização. Ao estimar os custos de tais apoios, note que biorrefinarias são caras e requerem valores significativos. Os exemplos mostrados acima revelam que grandes somas alocadas pelos governos não são capazes de dar apoio a um grande número de instalações em operação comercial (e.g. ~720 milhões de dólares fornecidos em co-financiamento com o BNDES foram suficientes para por em operação comercial 4 plantas de biocombustíveis e bioprodutos avançados – apesar de alavancar outros ~300 milhões de dólares em investimentos privados).
- **Incluam apoio a bioprodutos em pacotes de apoio a políticas de incentivo mercadológico e desenvolvimento tecnológico,** reconhecendo seu valor no alcance de objetivos nacionais e sua capacidade de melhorar o *business case* para a bioeconomia como um todo, em particular a partir de biorrefinarias integradas. Tecnologias de bioproduto requerem políticas de incentivo, uma vez que estão em sua maioria nos estágios iniciais de desenvolvimento e poderiam se beneficiar muito de inovações e reduções de custo e.g. esquemas de incentivo fiscal para P&D e políticas de atração, onde governos poderiam oferecer o apoio necessário para levar instalações de demonstração para o estágio comercial, e garantindo a demanda por bioprodutos, e.g. por meio de políticas de contratos públicos.
- Em paralelo aos cenários de políticas de apoio à bioeconomia, considerem o impacto da **remoção de subsídios diretos e indiretos e outras formas de apoio aos combustíveis fósseis e indústrias de base fóssil.** Mesmo que os subsídios aos combustíveis fósseis envolvam uma rede complexa de objetivos sociais e econômicos, os formuladores são instados a avaliar o impacto que remover subsídios (mesmo parcialmente) poderia ter em indicadores socioeconômicos, em conjunto com a medida em que o apoio à bioeconomia avançada pode compensar com impacto positivo em tais indicadores. Exemplos de intervenções com relação fóssil a serem consideradas incluem incentivos de redução de impostos para indústrias de combustíveis fósseis ou a incorporação de externalidades da emissão de carbono à produção baseada em fósseis por meio de um imposto de carbono – mesmo se somente para os produtos ou setores que mais limitam o avanço da bioeconomia.
- **Apoiem um conjunto de tecnologias emergentes para maximizar as chances de criar indústrias bem-sucedidas.** Um amplo portfólio de apoio ajuda os países a mitigarem o risco inerente aos fracassos de tecnologia e perdas para as empresas, que estão fadados a acontecerem.

(v) Escolher um caminho a seguir envolvendo as partes interessadas certas e atribuindo responsabilidade pelas atividades

A estrutura multicritérios de avaliação proposta acima provavelmente produz resultados que não são facilmente comparáveis dado a subjetividade dos benefícios (e.g. qual é o benefício mais valioso entre criação de valor adicionado, empregos ou mitigação de GEE?) e o grande número de cenários que podem ser construídos. Seguindo as recomendações acima, os formuladores deveriam ser capazes de desenvolver alguns cenários preferenciais e produzir resultados amplamente comparáveis, permitindo a seleção de um conjunto preferencial de intervenções com políticas de apoio para seguir em frente.

Neste ponto, é recomendado que os formuladores de políticas esboquem roteiros de implementação e atribuam

responsabilidades pelas atividades para agentes específicos, como apropriado. O sucesso de uma estratégia de política de apoio dependerá fortemente do engajamento e qualidade dos atores que são envolvidos desde o início, percebendo que as partes interessadas têm diferentes motivações e barreiras à ação, dependendo de qual papel estão desempenhando: designando políticas, financiando a inovação, desenvolvendo tecnologia ou usando tecnologia. Além do mais, as partes interessadas seguem jornadas de inovação diferentes, tal como a jornada tecnológica – descrita na Figura 3 – dos primeiros estágios de P&D até a comercialização; a jornada da empresa desde *start up* até uma grande corporação; a jornada do mercado desde ausência de mercado até o mercado de tecnologia; e a jornada regulatória desde regulação hostil até regulação positiva. As intervenções propostas neste pacote selecionado de políticas devem considerar as jornadas e interesses dos agentes envolvidos e garantir que eles possam desempenhar seus papéis como requerido.

(vi) Implementar um pacote de intervenções para assegurar uma boa relação custo benefício

Respaldados por um conjunto de evidências sólidas construído na implementação dos passos colocados acima, os formuladores de políticas podem justificar a alocação de orçamentos públicos para intervenções que contemplem barreiras limitando a bioeconomia avançada e demonstrar como estas intervenções atingirão objetivos nacionais. Neste momento, a estratégia de inovação precisa ir de encontro à realidade de implementação de programas, que pode ter um impacto real em campo. Neste ponto, é recomendado que os formuladores:

- **Simulem decisões de investimento em nichos ou tecnologias bioeconômicas específicas** para entender melhor quais variáveis definem uma decisão “*go*” ou “*no go*” (que definem a adoção ou não de uma proposta), tais como risco cambial, risco político, segurança de oferta de matéria prima, disponibilidade de financiamento local, limitações de recursos humanos e retorno esperado dos investimentos. Instrumentos específicos, e.g. um mecanismo de dispersão do risco para investidores captando moeda estrangeira, ou um incentivo de impostos, podem ter um impacto maior na atração de investimentos do que um mecanismo de financiamento *per se*.
- **Incluam flexibilidade nos instrumentos de política.** A necessidade de apoio das tecnologias ou grupos de tecnologias podem mudar ao longo do caminho, devido a uma gama de variáveis de mercado. As políticas devem ser desenhadas para permitir aos governos que ajustem seu apoio de acordo com avaliações periódicas de impacto. Isto é particularmente relevante para mandatos baseados em intensidade de carbono para biocombustíveis, que precisam garantir que a vantagem competitiva que oferecem é suficiente para compensar o fato que biocombustíveis avançados tendem a ser mais caros do que biocombustíveis tradicionais.
- **Unir gastos com inovação às políticas industriais** para formar capacidades nacionais, criar indústrias que podem realmente competir por uma parcela do mercado internacional, e.g. por meio de incentivos de impostos e programas de qualificação. Países menores irão tipicamente enfrentar dificuldades para se tornarem competitivos em segmentos da cadeia de valor múltiplo, e devem agir estrategicamente para garantir que não desperdicem recursos nacionais tentando ultrapassar outros países em áreas de manufatura onde não têm esta vantagem. Tais países devem estar atentos em particular a áreas de vantagem competitiva nacional para tecnologias altamente comerciáveis.
- **Avaliar periodicamente o impacto das intervenções para demonstrar custo-benefício aos contribuintes.** Para garantir que as políticas são eficazes, e podem ser ajustadas (ou encerradas) se não tiverem o resultado esperado, os formuladores podem incluir avaliações periódicas de impacto ainda em sua implementação. A este respeito, é crucial encontrar o equilíbrio correto entre uma avaliação de impacto detalhada, que é excessivamente onerosa e robusta, e uma avaliação superficial, que é de elaboração simples, mas possivelmente enganosa. Uma avaliação periódica de impacto deve ser capaz de demonstrar continuamente o valor das políticas para atingir objetivos nacionais, e seus resultados deveriam alimentar a melhoria constante da política, por meio de alavancas incluídas desde a sua implementação, e.g. um incentivo de impostos para a construção de plantas de biocombustíveis avançados pode ser descontinuado, tão logo os investidores percebam riscos menores na construção de tais plantas.

(vii) Colaborar com iniciativas internacionais existentes usando os meios fornecidos pelo BfP e SBIC/MI, entre outras iniciativas.

Com coordenação entre eles e com agências multilaterais, os países podem identificar interesses em comum, avançar agendas específicas em programas co-criados e, por meio de pesquisa conjunta e trocas científicas, compartilhar conhecimento sobre as melhores práticas de política, engajar estrategicamente as partes interessadas públicas e privadas e disseminar os resultados entre eles mesmos. Fazendo isso, eles diminuem os custos gerais de desenvolvimento/aplicação de políticas, evitam esforços duplos, melhoram a comunicação e fundamentalmente aceleram a aplicação de tecnologia. O BfP pode também melhorar a colaboração com iniciativas existentes tais como a IEA Bioenergia, onde projetos co-criados de P&D de interesse multilateral estão em andamento com um componente de troca de informação e partilha de tarefas.

Tendo reconhecido a necessidade de um desenvolvimento significativamente maior de bioenergia e bioprodutos, e estabelecendo objetivos ambiciosos para este fim, a Declaração de Visão da Plataforma para o Biofuturo de 2017 demanda o desenvolvimento de metas bioeconômicas mais específicas, um plano de ação e um mecanismo de monitoramento. As conclusões e recomendações apresentadas acima – com o devido cuidado de evitar prescrições demasiadas – poderiam ser formatadas em um “checklist básico para a bioeconomia baixo-carbono”, a ser acordado entre os países da Plataforma para o Biofuturo e então progressivamente implementado domesticamente, com total reconhecimento das particularidades, velocidades e circunstâncias de cada país e região. As edições futuras do presente relatório poderiam acompanhar o progresso da implementação dessa agenda mínima, com atenção às lições aprendidas e reais resultados em campo, incluindo evolução da produção, investimentos, competitividade e tecnologia.

ANEXO I – QUESTIONÁRIOS NACIONAIS

10. REFERÊNCIAS

- AAFC. (2011). *Evaluation of the Agricultural Bioproducts Innovation Program (ABIP)*. Office of Audit and Evaluation. Acessível em http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/agr/A22-538-2011-eng.pdf
- Advanced Biofuels EUA (2018). *Advances Biofuels*. Acessível em: <https://advancedbiofuelsusa.info/2018/01/>
- AFDC. (2017). *Global Etanol Production*. USA Department of Energy, Alternative Fuels Data Center. Acessível em <https://www.afdc.energy.gov/data/10331>
- ANAC (2015). *Planejamento estratégico 2015-2019* Acessível em: www.anac.gov.br/A_Anac/institucional/ANAC_Planj_estrategico_2015_2016.pdf
- ANFAVEA. (2017). *Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores*. Retrieved 02 26, 2018, from <http://www.anfavea.com.br/>
- ANP. (2016). *Anuário Estatístico 2016*. Acessível em [http://www.anp.gov.br/wwwanp/publicacoes/anuario-estatistico/2441-anuario-estatistico-2016#Seção 4 é Biocombustíveis](http://www.anp.gov.br/wwwanp/publicacoes/anuario-estatistico/2441-anuario-estatistico-2016#Seção%204%20-%20Biocombustíveis)
- ANP. (2017, October 5). *Biodiesel*. Retrieved January 12, 2018, from <http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biodiesel>
- Arup URS Consortium. (2014). *Advanced biofuel demonstration competition feasibility study. 2017-06-10*. Acessado em 19 de fevereiro de 2018, em: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/383577/Advanced_Biofuel_Demonstration_Competition_-_Feasibility_Study_FINAL_v3.pdf
- Bain & Compay; ESALQ/USP; Machado, Meyer, Sendacz and Opice Advogados. (2014). *Feasibility Study on the Production of Biofuels in the WAEMU (West African Economic and Monetary Union) Executive Summary*. Sao Paulo.
- Bartlett, S. (2016, April). *Fragmented european biofuel markets: The Challenges and Opportunities ahead. Platts Agriculture Special Report*.
- Biofuel Org. (2012a). *Biofuels in Asia*. Acessado em 21 de fevereiro de 2018, em: <http://biofuel.org.uk/asia.html>
- Biofuel Org. (2012b). *Biofuel.org.uk*. Acessível em: <http://biofuel.org.uk/africa.html>
- Biofuels Digest. (2015). *Biofuels Mandates Around the World: 2015*. Acessível em: <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2014/12/31/biofuels-mandates-around-the-world-2015/>
- Biofuels Digest. (2017, 12). *Top 10 Asia Bioeconomy Trends*. Retrieved 01 03, 2018, from <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2017/12/24/top-10-asia-bioeconomy-trends/>
- Biofuels Digest. (2018). *Biofuel Mandates Around the World 2018*. Acessível em <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2018/01/01/biofuels-mandates-around-the-world-2018/>
- Biofuels International. (2017). *High taxes are holding back biodiesel in India*. Acessível em https://biofuels-news.com/display_news/12073/high_taxes_are_holding_back_biodiesel_in_india/
- Biofuture Platform. (2016, November 16). *Launch Statement of the Biofuture Platform*. Retrieved March 27, 2018, from <http://biofutureplatform.org/statements/>
- Biofuture Platform. (2017a). *Biofuture Platform Declaration*. Acessado em 2017, em: <http://biofutureplatform.org/statements/>
- Biofuture Platform. (2017b, November 17). *“Scaling up the low carbon bioeconomy: an urgent and vital challenge”*. Retrieved March 27, 2018, from <http://biofutureplatform.org/wp-content/uploads/2017/11/Biofuture-Platform-Vision-Statement-Final.pdf>
- Biomass Research. (2016). *The Biobased Economy and the Bioeconomy in the Netherlands*. Acessado em Abril de 2018, em: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/03/Netherlands%20position%20biobased%20economy_FBR%20Biomass%20Research%202016_0.pdf
- BioMCN. (2012, December). *Brussels grants a 199 milhões euros subsidy to Dutch biomass refinery initiative*. Acessado em Janeiro de 2018, em: <http://www.biomcn.eu/brussels-grants-a-199-milhões-euros-subsidy-to-dutch-biomass-refinery-initiative/>
- BioSpectrum Bureau. (2015, July 14). *Petroleum ministry prepares roadmap for accelerating biofuel program*. Acessível em Biospectrum : <https://www.biospectrumindia.com/news/18/4648/petroleum-ministry-prepares-roadmap-for-accelerating-biofuel-program-.html>
- Bloomberg New Energy Finance. (2015). *Global Trends in Clean Energy Investment*. Acessível em http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/key_findings.pdf

- Bloomberg. (2018, March 28). *Bloomberg Currencies*. Acessível em <https://www.bloomberg.com/markets/currencies>
- BNDES. (2018a). *Plano Conjunto BNDES-Finep de apoio à inovação tecnológica industrial dos setores sucroenergético e sucroquímico PAISS*. Acessado em janeiro de 2018, em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/plano-inova-empresa/plano-conjunto-bndes-finep-apoio-inovacao-tecnologica-industrial-setores-sucroenergetico-sucroquimico-paiss/plano-conjunto-bndes-finep-apoio-inovacao-tecnologica-industrial-se>
- BNDES. (2018b). *PAISS Agrícola*. Acessado em janeiro de 2018, em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/plano-inova-empresa/paiss-agricola>
- BP Global. (2017, June). *BP*. Acessível em BP Statistical Review of World Energy : <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>
- BRASKEM. (2017). *BRASKEM Im green Polyethylene*. Acessado em fevereiro de 2018, em: www.braskem.com/site.aspx/Im-greenTM-Polyethylene
- British Columbia. (2018). *British Columbia's Carbon Tax*. Acessado em abril de 2018, em <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/climate-change/planning-and-action/carbon-tax>
- Carbon Trust & Element Energy. (2014). *Accelerating the comercialisation of emerging renewable energy technologies*. Utrecht. Acessível em <http://iea-retd.org/archives/publications/re-innovationchain>
- Carbon Trust. (2012). *Technology Innovation Needs Assessment*. London. Acessível em <https://www.carbontrust.com/media/190038/tina-bioenergy-summary-report.pdf>
- Carbon Trust. (2017). *Global low carbon innovation policy best practice*. Clean Energy Solutions Center.
- Carriquiry, M., Du, X., & and Timilsina, G. (2011). Second generation biofuels: Economics and policies. *Energy Policy*, 39(7), 4222-4234. Acessado em janeiro de 2018, em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511003193>
- CE Delft (2015). Projected biofuel consumption in the Dutch transport sector for 2020 and 2030. Acessível em: <https://www.cedelft.eu/en/publications/1703/projected-biofuel-consumption-in-the-dutch-transport-sector-for-2020-and-2030>
- CEBDS (2017). Oportunidade e Desafios das metas da NDC Brasileira para o Setor Empresarial. Acessível em: <http://cebds.org/publicacoes/oportunidade-e-desafios-das-metas-da-ndc-brasileira-para-o-setor-empresarial/#.WuoGwojOXIU>
- Coady, D., Parry, I., Sears, L., & Shang, B. (2017, March). How large are global fossil fuel subsidies? *World Development*, 11-27. Acessível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X16304867>
- Costa, C. C., & Burnquist, H. L. (2016, December). Impactos do controle do preço da gasolina sobre o etanol biocombustível no Brasil. *Estudos Econômicos (São Paulo)*. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0101-416146418cchb>
- CRS. (2012, January 11). *Biofuels Incentives: A Summary of Federal Programs*. Acessado em fevereiro de 2018, em: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R40110.pdf>
- CRS. (2017). *Energy Provisions in the 2014 Farm Bill: (P.L. 113-79): Status and Funding*. Washington. Retrieved April 8 , 2018, from <https://fas.org/sgp/crs/misc/R43416.pdf>
- DOE . (2017). *Bioenergy & Biofuels Projects - Loan Programs Office* . Acessado em janeiro de 2018, em: <https://energy.gov/lpo/bioenergy-biofuels-projects>
- DOE. (2018a). *Peer Review Advanced Algal Systems*. Acessado em fevereiro de 2018, em: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/02/f48/2017_peer_review_advanced_algal_systems.pdf
- DOE. (2018b, March 27). *POET-DSM: Project Liberty*. Acessível em <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/poet-dsm-project-liberty>
- DOE. (2018c). *Loans Programs Office - Investing in American Energy*. Acessado em fevereiro de 2018, em: <https://energy.gov/lpo/loan-programs-office>
- DPA. (2018). *Defense Productio Act Title III - Advanced Drop-In Biofuels Production Project (ADBPP)*. Acessado em janeiro de 2018, em http://www.dpatitle3.com/dpa_db/project.php?id=201
- EERE. (2017). *Bioenergy Technologies Office Closed Funding Opportunities*. Acessível em <https://energy.gov/eere/bioenergy/bioenergy-technologies-office-closed-funding-opportunities>
- EIA. (2017). *U.S. Energy information Administration*. Acessível em <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.php#renewable>

- BEI. (2017). *Access to Finance Condition for Investments in Bio-Based Industries and the Blue Economy*. Acessado em fevereiro de 2018, em:
http://www.BEI.org/attachments/pj/access_to_finance_study_on_bioeconomy_en.pdf
- BEI. (2018). *What is the European Fund for Strategic Investments (FEIE)?* Retrieved April 23, 2018, from
<http://www.BEI.org/FEIE/what-is-FEIE/index.htm>
- EMBRAPA. (2015, julho 12). Matérias-primas oleaginosas para a produção de bioquerosene – oportunidades e desafios. Acessível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3344909/artigo-materias-primas-oleaginosas-para-a-producao-de-bioquerosene--oportunidades-e-desafios>
- EMBRAPA (2016). Biocombustíveis em pauta. Acessado em maio de 2018, em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18856167/biocombustiveis-em-pauta>
- EMBRAPA. (2017) Cenários sobre Contribuição do Biodiesel para ampliar a participação de biocombustíveis na Matriz Energética Brasileira em 2030. Acessado em maio de 2018, em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162254/1/DOC-22-CNPAE.pdf>
- EPA. (2018a, janeiro 12). Renewable Fuel Standard Program. Acessível em United States Environmental protection Agency: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>
- EPA. (2018b). *Overview for Renewable Fuel Standard*. Acessado em janeiro de 2018, em:
<https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>
- EPE (2016). Demanda de Energia 2050: Estudos da demanda de energia. Acessível em
<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-202/DEA%2013-15%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>
- EPE. (2013). *Demanda de Energia - PNE 2050*.
- EPE. (2017a). *RenovaBio: Biocombustíveis 2030 - Nota Técnica: Novos Biocombustíveis*. Acessado em fevereiro de 2018, em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-155/topico-165/EPE%20-%20NT3%20-%20NOVOS%20BIOCOMBUSTÍVEIS.pdf>
- EPE (2017b). Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016. Acessível em:
https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf
- Estadão (2018). Área de biorrefinarias pode gerar investimentos de R\$ 400 bilhões. Acessado em março de 2018, em:
<http://economia.estadao.com.br/blogs/coluna-do-broad/area-de-biorrefinarias-pode-gerar-investimentos-de-r-400-bilhoes/>
- ETIP Bioenergy. (2018). *Production Facilities*. Acessado em fevereiro de 2018, em:
<http://www.etipbioenergy.eu/databases/production-facilities>
- European Commission . (2018, January 12). *Projects and Results* . Acessado em janeiro de 2018, em
http://cordis.europa.eu/projects/home_en.html
- European Commission. (2016a). *Directive of the European Parliament and of the Council: on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast)* . Brussels : European Commission . Acessível em
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_en_act_part1_v7_1.pdf
- European Commission. (2016b). *Polygeneration through pyrolysis: Simultaneous production of fuel oil, process steam, electricity and organic acids*. Acessível em https://setis.ec.europa.eu/energy-research/projects-listing/EU?f%5B0%5D=field_proj_funding_countries%3A88&page=7
- European Commission. (2017a). *EU energy in figures. Statistical Pocketbook*. Brussels: European Commission. Acessível em <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2e046bd0-b542-11e7-837e-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search>
- European Commission. (2017b). *Report from the Commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Renewable Energy Progress Report*. Acessível em: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/EN/COM-2017-57-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>
- European Commission. (2017c, November 16). *Commission Expert Group on Bio-based Products*. Acessado em fevereiro de 2018, em:
<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/26451/attachments/1/translations/.../native>
- Federative Republic of Brazil . (2016). *Intended Nationally Determined Contribution Towards Achieving the Objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change* . UNFCCC . Acessível em

- (<http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Brazil/1/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>)
- GAIN (2015a). EU-28 Biofuels Annual 2015. Acessível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_7-15-2015.pdf
- GAIN (2015b). Italy's Biofuels Overview 2015. Acessível em https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Overview%202015_Rome_Italy_6-16-2015.pdf
- GAIN (2016a). Mexico sugar semi-annual. Acessível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Sugar%20Semi-annual_Mexico%20City_Mexico_9-29-2016.pdf
- GAIN (2016b). Canada Biofuels Annual 2016. Acessível em https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Ottawa_Canada_8-9-2016.pdf
- GAIN. (2017a). *China - Biofuels Demand Expands, Supply Uncertain*. Acessível em https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_1-18-2017.pdf
- GAIN (2017b). India Biofuels Annual 2017. Acessível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_New%20Delhi_India_6-27-2017.pdf
- GAIN (2017c). Indonesia biofuels annual report 2017. Acessível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Jakarta_Indonesia_6-20-2017.pdf
- GAIN (2017d). Philippine Biofuels Situation and Outlook. Acessível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Manila_Philippines_10-18-2017.pdf
- GAIN. (2017e). *Biofuel Mandates in the EU by country*. Acessível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuel%20Mandates%20in%20the%20EU%20by%20Member%20State%20in%202017_Berlin_EU-28_6-1-2017.pdf
- GAIN (2017f). Biofuels anual Argentina. Acessível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Buenos%20Aires_Argentina_7-17-2017.pdf
- GAIN (2017g). Paraguay: Biofuels Annual. Acessível em: <https://www.fas.usda.gov/data/paraguay-biofuels-annual>
- GAIN (2017h). Uruguai Biofuels Annual. Acessível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/General%20Report_Buenos%20Aires_Uruguay_6-4-2009.pdf
- Gao, Y., Skutsch, M., Masera, O., Pacheco, P., (2011) A global analysis of deforestation due to biofuel development. Acessível em: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP68Pacheco.pdf
- Godinho, R., Mancuso, R., Milanez, A., & Poppe, M. (2017). O Acordo de Paris e a Transição para o setor de transportes de baixo carbono: O papel da plataforma para o biofuturo. *Biocombustíveis*, pp. 283-340.
- Government of Canada (2017). Clean Fuel Standard: Discussion Paper. Acessível em: https://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/D7C913BB-13D0-42AF-9BC7-FBC1580C2F4B/CFS_discussion_paper_2017-02-24-eng.pdf
- Government of the Netherlands (2018). Biofuels. Acessível em: <https://www.government.nl/topics/environment/biofuels>
- GRFA. (2017a). *About the GRFA*. Global Renewable Fuels Alliance . Acessível em <http://globalrfa.org/about/>
- GRFA. (2017b). *Global Biofuel mandates*. Acessível em <http://globalrfa.org/biofuels-map/>
- Harrison, P., Malins, C., Searle, S., Baral, A., Turley, D., & Hopwood, L. (2014). *Wasted, Europes Untapped Resource* . Retrieved April 4 , 2018, from <https://www.theicct.org/publications/wasted-europes-untapped-resource>
- Horizon 2020. (2018, February 5). *InnovFin – EU Finance for Innovators* . Retrieved February 5, 2018, from <http://www.horizon2020.lu/Horizon-2020/Industrial-Leadership/InnovFin-EU-Finance-for-Innovators>
- OACI. (2018). *OACI Environmental Protection*. Acessível em OACI Environment : <https://www.OACI.int/environmental-protection/Pages/AlternativeFuels-QuestionsAnswers.aspx>
- ICCT (2017). The hidden cost of Indonesia's biodiesel mandate to consumers. Acessível em: <https://www.theicct.org/blog/staff/hidden-cost-indonesia-biodiesel-mandate>

- IEA Bioenergy Task 39. (2018, March 21). *Advanced biofuel facilities database – explanations and definitions*. Acessível em <http://demoplants.bioenergy2020.eu/explanations.html>
- IEA Bioenergy. (2017). *Bioenergy for Sustainable Development*. Acessível em <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/01/BIOENERGY-AND-SUSTAINABLE-DEVELOPMENT-final-20170215.pdf>
- IEA. (2015a). *World Energy Outlook*. OECD. Acessível em <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015.pdf>
- IEA (2015b). *India Energy Outlook*. World Energy Outlook Special Report. Acessível em: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IndiaEnergyOutlook_WEO2015.pdf
- IEA. (2017a). *Tracking Clean Energy Progress*. Paris: OECD. Acessível em <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TrackingCleanEnergyProgress2017.pdf>
- IEA. (2017b). *Technology Roadmap - Delivering Sustainable Bioenergy*. International Energy Agency.
- IEA. (2017c). *IEA Bioenergy Countries' Report: Bioenergy policies and status of implementation*. Acessível em <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2016/09/iea-bioenergy-countries-report-13-01-2017.pdf>
- IEA. (2017d). *IEA/IRENA Joint Policies and Measures Database*. Acessível em <https://www.iea.org/policiesandmeasures/renewableenergy/>
- IEA. (2018, April 2). *Energy Technology Perspectives*. Acessível em <http://www.iea.org/etp/>
- IISD. (2017). *A Guidebook to Reviews of Fossil Fuel Subsidies. From self-reports to peer learning*. Manitoba. Acessível em <https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/guidebook-reviews-fossil-fuels-subsidies.pdf>
- IRENA (2013). *Mozambique. Renewables Readiness Assessment 2012*. Acessível em: <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2013/IRENA-Mozambique-RRA.pdf>
- IRENA. (2016a). *Boosting Biofuels. Sustainable Paths to Greater Energy Security*. Acessível em http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Boosting_Biofuels_2016.pdf
- IRENA. (2016b). *Innovation Outlook Advanced Liquid Biofuels*. Acessível em http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Innovation_Outlook_Advanced_Liquid_Biofuels_2016.pdf
- IRENA. (2017). *DOUBLING BIOENERGY USE ESSENTIAL FOR GLOBAL SUSTAINABILITY*. International Renewable Energy Agency. Acessível em https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Topics/Climate-Change/IRENA_Doubling_bioenergy_use_2017.ashx
- IRENA. (2018). *Global Landscape of Renewable Energy Finance*. Acessado em março de 2018, em: <http://www.irena.org/publications/2018/Jan/Global-Landscape-of-Renewable-Energy-Finance>
- IRENA. (2018). *Renewable Energy prospects for the European Union REMap*. Acessível em: http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA_REmap-EU_2018_summary.pdf?la=en&hash=818E3BDBFC16B90E1D0317C5AA5B07C8ED27F9EF
- Kemp, L. (2015). *Cellulosic Etanol from Corn Stover. Can We Get It Right?* NRDC. Acessível em <https://www.nrdc.org/sites/default/files/corn-stover-biofuel-report.pdf>
- Kolling et al (2016). *Global Market Issues in the Liquid Biofuels Industry*. Acessível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-6482-1_3
- Latvian Presidency of the Council of the European Union . (2015). *Submission by Latvia and the European Commission on Behalf of the European Union and its Member States*. Acessível em: <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Latvia/1/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>
- MAPA . (2017, February 2). *Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento*. Acessado em janeiro de 2018, em: ASSUNTOS > SUSTENTABILIDADE > AGROENERGIA > ARQUIVOS > CRONOLOGIA DA MISTURA CARBURANTE ETANOL ANIDRO - GASOLINA NO BRASIL.PDF: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/cronologia-da-mistura-carburante-etanol-anidro-gasolina-no-brasil.pdf/view>
- Mawhood, R., Gazis, E., Jong, S. d., Hoefnagels, R., & Slade, R. (2016). *Production pathways for renewable jet fuel: a review of comercialization status and future prospects. Biofuels Bioproducts and biorefining*. doi:10.1002/bbb.1644
- MDA. (2016). *Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel*. Acessado em janeiro de 2018, em <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-biodiesel/o-que-%C3%A9-o-programa-nacional-de-produ%C3%A7%C3%A3o-e-uso-do-biodiesel-pnpb>
- MDIC. (2017, September 1). *Camex limita importação de etanol sem incidência de imposto*. Acessado em janeiro de 2018, em <http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/2712-camex-limita-importacao-de-etanol-sem-incidencia-de-imposto>

- Michalopoulos, S. (27 de Fevereiro de 2018). *What member states say about biofuels in transport*. (Euroactiv)
Acessível em Euroactiv : <https://www.euroactiv.com/section/agriculture-food/linksdossier/what-member-states-say-about-biofuels-in-transport/>
- MME. (2017). Plataforma Pernambucana de Bioquerosene, 2017. Acessado em maio de 2018, em <http://www.mme.gov.br/documents/10584/7948694/PLATAFORMA+PERNAMBUCANA+DE+BIOQUEROSE+NE+-+Consulta++P%C3%BAblica++Renovabio.pdf/b314e199-2fca-428a-9c0d-0cb90c26c636;jsessionid=F269E0B32F247657B15D529380629067.srv154>
- MME. (2017). *Resoluções CNPE 2017*. Acessível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe/cnpe-2017>
- Moorhouse, J., & Wolinetz, M. (2016). *Biofuels in Canada: Tracking progress in tackling greenhouse gas emissions from transportation fuels*. Clean Energy Canada, Simon Fraser University. Acessado em fevereiro de 2018, em: <http://cleanenergycanada.org/wp-content/uploads/2016/03/FINAL-Report-Biofuel-Policy-Review-March-2016.pdf>
- Norway Today (2018). Biofuel targets reached a few years before time. Acessível em: <http://norwaytoday.info/finance/biofuel-targets-reached-years-time/>
- Oliveira and Almeida (2014). Cenários de Mitigação de GEE do Setor de Transporte (Demanda de Energia). Acessível em: http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/Noticias/documentos/ies-brasil-2030/7_setor-de-transportes.pdf
- Olsen Klitkou and Eerola (2013). Analysis of biofuels policy in the Nordic Countries. Acessível em: http://www.topnest.no/attachments/article/12/TOPNEST_WP3_Biofuels_Policy.pdf
- Ong, H., Mahlia, T., Masjuki, H., & Honnery, D. (2012). Life cycle cost and sensitivity analysis of palm biodiesel production. *Fuel*, 98, 131-139.
- Open data for Africa. (2015). *Egypt Biofuels Production and Consumption* . Acessado em fevereiro de 2018, em: <http://egypt.opendataforafrica.org/jkfhwc/egypt-biofuels-production-and-consumption>
- Partnership for Market Readiness. (2017). *Carbon Tax Guide : A Handbook for Policy Makers*. . Washington, DC: World Bank . Retrieved April 9 , 2018, from <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/26300>
- Pelkmans et al. 2014. *Impact of promotion mechanisms for advanced and low-iLUC biofuels on biomass markets: Used cooking oil and animal fats for biodiesel (case study)*. IEA Bioenergy Task 40. August 2014. Acessível em: <http://task40.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2013/09/t40-low-iluc-UCO-august-2014.pdf>
- Pinto (2016). Opções de redução de emissões de GEE para o setor industrial. Acessível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/textogeral/OpcoesDeMitigacaoDeEmissoesdeGasesDeEfeitoEstufa.html>
- Raizen. (2018). *Etanol de segunda geracao*. Acessado em fevereiro de 2018, em: <https://www.raizen.com.br/energia-do-futuro-tecnologia-em-energia-renovavel/etanol-de-segunda-geracao>
- REN21. (2016). *Renewables 2016 Global Status Report*. Acessível em http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_FullReport_.pdf
- REN21. (2017). *RENEWABLES 2017 GLOBAL STATUS REPORT*. Acessível em http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf
- Renewable Industries Canada . (2018). *Driving Canada's low carbon economy*. Acessível em <http://ricanada.org/industry/background/>
- Research and markets. (2017). *Global Biorefinery Products Market Report 2017: Market to Reach \$714.6 Billion by 2021 From \$466.6 Billion in 2016*. Acessível em <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-biorefinery-products-market-report-2017-market-to-reach-7146-billion-by-2021-from-4666-billion-in-2016---research-and-markets-300428484.html>
- RFA. (2017, janeiro 03). *Renewable Fuels Association - Industry Statistics*. Acessível em <http://www.etanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454099103927-61e598f7-7643>
- RVO. (2018). *Manual WSBO 2018*. Acessado em abril de 2018, em <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2018/03/Manual%20WBSO%202018.pdf>
- Sears, G., & Vodden, K. (2017, April 4). *2017 Interim Evaluation of the NextGen Biofuels Fund*. Acessível em https://www.sdtc.ca/sites/default/files/sdtc_ngbf_-_interim_evaluation_nov._30_2017_-_final_report.pdf
- Sekoai, P. T., & Yoro, K. O. (2016). Biofuel Development Initiatives in Sub-Saharan Africa: Opportunities and Challenges. *Publisher of Open Access Journals*. Acessível em <http://www.mdpi.com/2225-1154/4/2/33/pdf>

- Sekretariatet (2015). National Secretariat for follow-up to the work on fossil-independent vehicle fleet 2030. Acessível em: <https://2030-sekretariatet.se/english/>
- SENER. (2016). *Prospectivas de energías renovables 2016-2030*. Mexico City: SENER. Acessível em https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177622/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2016-2030.pdf
- SER. (2014). The agreement on Energy for sustainable growth – a policy in practice. Acessível em <https://www.energieakkoordser.nl/~media/files/energieakkoord/publiciteit/agreement-on-energy-policy-in-practice.ashx>
- Shikida, P. F., Finco, A., & Cardoso, B. F. (2016). A Comparison Between Etanol and Biodiesel Production: The Brazilian and European Experiences. In *Liquid biofuels Emergence Development and propects*. Springer.
- SVEBIO (2016). Bioenergy the Swedish experience. How bioenergy became the largest energy source in Sweden. Acessível em: https://www.svebio.se/app/uploads/2017/06/Bioenergy_Swedish_experice_3rded_web-1.pdf
- The Economic Times. (2016). *Etanol blending to go up to 22.5%, says Nitin Gadkari* . Acessível em <https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/etanol-blending-to-go-up-to-22-5-says-nitin-gadkari/articleshow/53012327.cms>
- U.S. DOE (2017). Bioenergy technologies office FY 2016 Successes. Acessível em: <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/downloads/bioenergy-technologies-office-fy-2016-successes>
- UK GOV. (2015, September 7). *Advanced Biofuels Demonstration Competition: grant award*. Acessado em janeiro de 2018, em: <https://www.gov.uk/government/speeches/advanced-biofuels-demonstration-competition-grant-award>
- UN Comtrade (2016). United Nations Comtrade Database. Retrieve April 2018, from <https://comtrade.un.org/>
- UNCTAD. (2016). *Second Generation Biofuel Markets: State of Play, Trade and Developing Country Perspectives*. Acessado em janeiro de 2018, em: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditcted2015d8_en.pdf
- UNEP. (2018). *Bioenergy Decision Support Tool*. Acessível em http://bioenergydecisiontool.org/bio_tool.htm
- UNFCCC. (2014). *Egyptian Intended Nationally Determined Contribution*. Acessado em 2018, em: <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Egypt%20First/Egyptian%20INDC.pdf>
- UNFCCC. (2016). *Morocco's Natinally Determined Contribution*. Acessado em 2018, em: <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Morocco%20First/Morocco%20First%20NDC-English.pdf>
- UNICA (2016). União da Indústria de Cana-de-açúcar. Acessível em: <http://www.unica.com.br/setorsucroenergetico/>
- USDA. (2016). *Fact Sheet Overview USDA BioPreferred Program* . Acessado em fevereiro de 2018, em: <https://www.usda.gov/media/press-releases/2016/02/18/fact-sheet-overview-usdas-biopreferred-program>
- USDA. (2017a). *Biofuel Mandates in the EU by Member State in 2017*. Acessível em https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuel%20Mandates%20in%20the%20EU%20by%20Member%20State%20in%202017_Berlin_EU-28_6-1-2017.pdf
- USDA. (2017b). *Brazil Biofuels Annual*. Acessível em https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_9-15-2017.pdf
- USDA. (2017c). *Argentina Biofuels Annual*. Acessível em https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Buenos%20Aires_Argentina_7-17-2017.pdf
- van Dyk, J. S., Li, L., Leal, D. B., Hu, J., Zhang, X., Tan, T., & Saddler, J. (2016). *The Potential of Biofuels in China*. IEA Bioenergy. Acessível em <http://task39.sites.olt.ubc.ca/files/2013/05/The-Potential-of-biofuels-in-China-IEA-Bioenergy-Task-39-September-2016.pdf>
- Verheye, W. (2010). GROWTH AND PRODUCTION OF OIL PALM. *SOILS, PLANT GROWTH AND CROP PRODUCTION*. Zaia, C., & Souza, C. R. (31 de Janeiro de 2018). *Etanol de milho avança no Centro-Oeste*. Acessível em Valor Economico: <http://www.valor.com.br/agro/5290501/etanol-de-milho-avanca-no-centro-oeste>
- Ziolkowska, J. R. (2014). Prospective technologies, feedstocks and market innovations for etanol and biodiesel production in the US. *Biotechnology Reports*, 94-98.
- Zion Market Research. (2017). *Biofuels Market Analysis by Type (Bioetanol, Biodiesel), and by Form (Solid, Liquid, and Gaseous) - Global Industry Perspective, Comprehensive Analysis, and Forecast, 2016 – 2022*. Acessível em <https://www.zionmarketresearch.com/news/biofuels-market>

SOBRE APEX-BRASIL

A Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil) atua para promover os produtos e serviços brasileiros no exterior e atrair investimentos estrangeiros para setores estratégicos da economia brasileira.

Para alcançar os objetivos, a Apex-Brasil realiza ações diversificadas de promoção comercial que visam promover as exportações e valorizar os produtos e serviços brasileiros no exterior, como missões prospectivas e comerciais, rodadas de negócios, apoio à participação de empresas brasileiras em grandes feiras internacionais, visitas de compradores estrangeiros e formadores de opinião para conhecer a estrutura produtiva brasileira entre outras plataformas de negócios que também têm por objetivo fortalecer a marca Brasil.

A Agência também atua de forma coordenada com atores públicos e privados para atração de investimentos estrangeiros diretos (IED) para o Brasil com foco em setores estratégicos para o desenvolvimento da competitividade das empresas brasileiras e do país.

Para mais informações, visite: www.apexbrasil.com.br



SOBRE A PLATAFORMA PARA O BIOFUTURO

A Plataforma para o Biofuturo é um esforço internacional de 20 países, lançado em novembro de 2016 para promover uma bioeconomia avançada de baixo-carbono que seja sustentável, inovadora e escalonável. Ela facilita diálogos sobre políticas, colaboração e busca aumentar a conscientização entre os *policy-makers*, o setor privado e a academia. Seus membros são Argentina, Brasil, Canadá, China, Dinamarca, Egito, Finlândia, França, Índia, Indonésia, Itália, Marrocos, Moçambique, Holanda, Paraguai, Filipinas, Suécia, Reino Unido, os EUA e Uruguai, e entre outras instituições parceiras estão a IRENA, IEA, FAO, UNCTAD, UNIDO e UNSE4ALL. Atualmente ela é coordenada pelo governo do Brasil, como Facilitador Interino da Plataforma.

Para mais informações, visite: www.biofutureplatform.org

Contato: facilitator@biofutureplatform.org

SOBRE OS RESPONSÁVEIS PELO RELATÓRIO



WayCarbon é uma empresa de base tecnológica que trabalha para solucionar os desafios da sustentabilidade. Com onze anos de mercado, a WayCarbon é referência em assessoria sobre mudanças globais do clima, gestão de ativos ambientais e no desenvolvimento de estratégias e negócios visando a ecoeficiência e a economia de baixo carbono. Empregamos conhecimento e tecnologia para apoiar nossos clientes a superarem os desafios de um mundo em rápida transformação.

Para maiores informações, visite: www.waycarbon.com



O Carbon Trust é um grupo de profissionais independentes, experts em ações para a redução do carbono, com a missão de acelerar a transição para uma economia sustentável de baixo carbono. Trabalhamos com governos ao redor do mundo, projetando políticas inteligentes e implementando programas transformadores de inovação e eficiência energética; com centenas de corporações líderes em seus setores para repensar suas estratégias de utilização de recursos, buscando maior eficiência, sustentabilidade e credibilidade em suas comunicações; e com centenas de empresas com soluções inovadoras, por meio de uma estratégia de investimento em tecnologias limpas que visa consolidar soluções de ponta no mercado. Como um grupo com fins não lucrativos, reinvestimos os lucros na nossa missão.

Para maiores informações, visite: www.carbontrust.com

Equipe responsável pelo relatório:

Felipe Bittencourt, Diretor, WayCarbon

Fernando Salina, Consultor, WayCarbon

Isabela Aroeira, Gerente Regional, WayCarbon

João Lampreia, Gerente Sênior, Carbon Trust

Leisa Cardoso de Souza, Consultora Independente



biofutureplatform.org

