

# Governança, Setores e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em Bioeconomia a partir do Mapeamento de Atores Internacionais

*Adriana Mesquita Corrêa Bueno*  
*Danielle Alencar Parente Torres*

## Introdução

O termo bioeconomia tem sido amplamente discutido e difundido nos últimos 10 anos como um importante campo que contribuirá para a orientação do processo de transição de uma economia dependente de combustíveis fósseis para uma economia sustentável, de base biológica e com matriz energética limpa e renovável. Atualmente, os produtos e processos gerados a partir dos combustíveis fósseis ainda são mais eficientes e baratos do que os chamados produtos de base biológica (ou bioprodutos<sup>1</sup>); e o investimento em Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I), sobretudo do setor público, mostra-se essencial para o desenvolvimento de novas tecnologias<sup>2</sup>, processos e políticas públicas que fundamentem a bioeconomia.

De forma simples, a bioeconomia é a conversão de biomassa<sup>3</sup>, por meio de processos inovadores e biotecnológicos, em bioprodutos utilizáveis (alimentos, biocombustíveis, bioquímicos, forragem, etc.), quer como matéria-prima, quer como produto final. Para a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), a bioeconomia transforma o conhecimento advindo das ciências da vida em produtos novos, sustentáveis, ecoeficientes e competitivos. Em uma das publicações consideradas como referência nos estudos da bioeconomia, *The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda. Main findings and policy conclusions* (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2009b), a OCDE destaca os três grandes elementos constitutivos da bioeconomia: conhecimento biotecnológico, biomassa renovável e integração entre aplicações. Já para a União Europeia (UE), a bioeconomia [...] abrange todos os setores e sistemas que dependem de recursos biológicos (animais, plantas, microrganismos

<sup>1</sup> Não há um consenso quanto a uma definição sobre bioprodutos na literatura. Neste livro, bioprodutos referem-se a produtos derivados de biomassa, especialmente biomassa oriunda de materiais renováveis agrícolas, marinhos e florestais, processamento de alimentos, estrume animal e resíduos orgânicos industriais e municipais. Esse tipo de produto constitui alternativa para os produtos convencionais derivados de petróleo (Coutinho; Bomtempo, 2011).

<sup>2</sup> Cabe mencionar que a bioeconomia possui grande potencial para estimular a convergência de novos processos científicos e tecnológicos com processos produtivos baseados em conhecimentos tradicionais (Silva et al., 2018).

<sup>3</sup> De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (2008, p. 67), “[q]ualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos”. Cabe mencionar que, para a Ecologia, biomassa possui um conceito distinto do apresentado e utilizado aqui.

e biomassa derivada, incluindo resíduos orgânicos), suas funções e princípios. Inclui e interliga: ecossistemas terrestres e marinhos e os serviços que fornecem; todos os setores de produção primária que usam e produzem recursos biológicos (agricultura, silvicultura, pesca e aquicultura); e todos os setores econômicos e industriais que usam recursos biológicos e processos para produzir alimentos, rações, produtos de base biológica, energia e serviços. (European Commission, 2018, p. 4, tradução nossa).

Também pode ser definida como a economia em que os pilares básicos de produção, como materiais, químicos e energia, são derivados de recursos biológicos renováveis. Nessa “nova” economia, a transformação da biomassa possui papel central na produção de alimentos, fármacos, fibras, produtos industriais e energia. A utilização de insumos de base biológica ou biomassa para fabricação de produtos não é algo novo. Um exemplo de bioeconomia bastante reconhecido é o da produção de etanol de cana-de-açúcar que ocorre no Brasil desde o final da década de 1970. A diferença é que, a partir dos anos 2000, há uma ampliação dos tipos de produtos desenvolvidos e há uma ênfase no uso do conhecimento. Ou seja, a diferença entre a bioeconomia tradicional e a proposta atual é que esta última tem por base o uso intensivo de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, como os produzidos pela biotecnologia, genômica, biologia sintética, bioinformática e engenharia genética, que contribuem para o desenvolvimento de processos com base biológica e para a transformação de recursos naturais em bens e serviços (Torres et al., 2017). Já para a *Global Bioeconomy Summit* (GBS) – importante fórum global sobre o tema que será abordado na seção sobre fóruns globais deste capítulo –, a bioeconomia caracteriza-se pela produção, utilização e conservação de recursos biológicos, incluindo aqueles relacionados a conhecimento, ciência, tecnologia e inovação, para fornecer informação, produtos, processos e serviços em uma economia sustentável (Global Bioeconomy Summit, 2018).

Philp (2018) considera a bioeconomia como o desafio do século para os formuladores de políticas, envolvendo três níveis de escala: 1) regional, que também pode ser chamada de local, e envolve modelos de negócio e políticas públicas sustentáveis para biorrefinarias<sup>4</sup>; 2) nacional, com foco na substituição do barril de petróleo, por meio da convergência da química verde e da biotecnologia

<sup>4</sup> De acordo com Silva et al. (2018), biorrefinarias são unidades industriais destinadas à utilização de fontes renováveis (biomassa, por exemplo) como insumos, que têm abordagem integrada, gerando tantos produtos de elevado volume (bioenergéticos) quanto produtos de menor volume, mas maior valor agregado (produtos químicos).

industrial; e 3) global, voltado para preocupações sobre a sustentabilidade da biomassa. Correntemente, cientistas, pesquisadores e formuladores de políticas buscam responder a três grandes questões transversais, que estão presentes na transição da economia baseada em combustíveis fósseis para a bioeconomia: o equilíbrio entre sustentabilidade e aspirações econômicas, a atenção limitada para medir o progresso e o desafio de uma oferta limitada de recursos (Staffas et al., 2013).

Até 2018, mais de 50 países já haviam desenvolvido estratégias de políticas relacionadas ao aperfeiçoamento da bioeconomia, dos quais 14 e a UE elaboraram uma estratégia de política dedicada à bioeconomia (German Bioeconomy Council, 2018; Organisation for Economic Cooperation and Development, 2018). Em anos recentes, o termo “bioeconomia azul”, relativo ao potencial dos recursos e compostos marinhos como matéria-prima alternativa para bioprodutos, vem ganhando força, em especial na UE e em países como Brasil, Espanha, França, Itália e Reino Unido. O financiamento público de PD&I é fundamental para melhorar o ecossistema de inovação para a bioeconomia. Nesse cenário, as estratégias da UE – e, em especial, da Alemanha, país que busca ser líder global nas discussões sobre bioeconomia –, e dos Estados Unidos demonstram que a promoção de elos entre a pesquisa básica e a aplicada e o apoio a alianças de pesquisa multidisciplinares são essenciais para uma boa transição para uma bioeconomia baseada no conhecimento.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), enquanto importante instituição de pesquisa, inovação e desenvolvimento da agropecuária no Brasil, já em seu VI Plano Diretor – PDE (2014), incluiu um eixo de impacto voltado para a bioeconomia, a saber: inserção estratégica e competitiva na bioeconomia. O VII PDE, aprovado em 2020, manteve o direcionamento estratégico para a bioeconomia, pois introduziu um objetivo estratégico (OE) específico para a temática, que considera as oportunidades de mercado dentro da bioeconomia. O OE é definido como: “[des]envolver tecnologias e conhecimentos que contribuam para a bioeconomia, por meio da utilização de recursos de base biológica para geração de bioprodutos, bioinsumos e energia renovável” (Embrapa, 2020).

Isso posto, além desta introdução, o presente capítulo divide-se em duas partes principais: a primeira descreverá brevemente as estratégias e políticas relacionadas à bioeconomia na UE e em países selecionados (Estados Unidos, Malásia, China, Alemanha e Itália); a segunda examinará o tratamento do tema no âmbito de cinco fóruns globais selecionados – Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), GBS, OCDE, Organização das Nações Unidas

para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal). Finalmente, as considerações finais buscarão explorar as potencialidades da bioeconomia para o Brasil e, no limite, para a Embrapa, sobretudo no que tange ao estabelecimento de parcerias internacionais para o desenvolvimento da bioeconomia nacional.

## Estratégias e Políticas de Bioeconomia de Países Selecionados e da União Europeia

Ao considerar os três níveis de escala de Philp (2018) – regional, nacional e global –, pode-se afirmar que acompanhar o cenário internacional e o desenvolvimento da bioeconomia em outros países é fundamental para compreender onde o Brasil está no que se refere ao desenvolvimento tecnológico e à implantação de estratégias e políticas facilitadoras da bioeconomia, aonde quer ir e como chegar lá. Para o Brasil, e especificamente para seu setor agropecuário, a promoção de P&D e de inovações em intensificação sustentável, agricultura e silvicultura climaticamente inteligente, agricultura de precisão e pecuária mostra-se essencial para a construção de uma bioeconomia sustentável. O avanço na bioeconomia não pode prescindir de parcerias estratégicas internacionais, sobretudo com outros países ricos em recursos biológicos e naturais, assim como Canadá, Estados Unidos e Nova Zelândia, e aqueles que estão à frente das discussões globais sobre o tema, como é o caso de Alemanha e da UE.

Considerando-se as publicações da OCDE (2009, 2018), não há consenso quanto à definição de bioeconomia ou de economia de base biológica.<sup>5</sup> O conceito pode ser usado de forma política, pouco precisa, ou de forma científica, mais precisa. Na visão de Staffas et al. (2013), após análise das estratégias e políticas de bioeconomia de seis países (Alemanha, Austrália, Canadá, Estados Unidos, Finlândia e Suécia) e da UE, o enfoque em bioeconomia objetiva melhorar a economia de uma nação e fornecer novas possibilidades de emprego e negócios, enquanto a sustentabilidade e a disponibilidade de recursos são aspectos secundários. Entretanto, em janeiro de 2015, por ocasião da reunião do *Global Forum for Food and Agriculture* (GFFA) em Berlim, 62 ministros da Agricultura recomendaram que

<sup>5</sup> O conceito de bioeconomia está focado nos métodos de conversão de matérias-primas em produtos de valor agregado. Já para a economia de base biológica, o foco está nas matérias-primas e não nos processos de conversão (Staffas et al., 2013).

a FAO coordenasse um trabalho internacional sobre bioeconomia sustentável. Na ocasião, havia a preocupação de deixar clara a importância de se falar de bioeconomia com sustentabilidade. Para viabilizar essa discussão, o Ministério Federal da Alimentação e Agricultura da Alemanha (BMEL) forneceu apoio à FAO para começar a trabalhar nas diretrizes de bioeconomia sustentável. Um dos resultados dessa demanda foi a criação do Grupo Internacional de Trabalho sobre Bioeconomia Sustentável pela FAO, que será mais bem detalhado na seção Orientação de Políticas e Estudos de Caso Relacionados à Bioeconomia nos Fóruns Globais deste capítulo.

A seguir, buscar-se-á descrever sucintamente as estratégias e políticas dos Estados Unidos, da Malásia, da China, da Alemanha, da Itália e da UE.

## Estados Unidos

Para os Estados Unidos, a bioeconomia baseia-se no uso de pesquisa e inovação nas ciências biológicas para criar atividade econômica e benefício público (Estados Unidos, 2012). Ou, de maneira mais detalhada, representa a infraestrutura, a inovação, os produtos, a tecnologia e os dados derivados de processos e da ciência biologicamente relacionados, os quais impulsionam o crescimento econômico, melhoram a saúde pública, a agricultura e os benefícios de segurança (Estados Unidos, 2019a). Atualmente, a bioeconomia dos EUA representa cerca de 5% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, totalizando mais de US\$ 950 bilhões (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2020).

No que se refere à governança, o tema da bioeconomia tem sido liderado pela própria Presidência desde a administração de Barack Obama (2009–2017), cujo gabinete coordenou a elaboração de um projeto de bioeconomia nacional. Intitulado National Bioeconomy Blueprint, o documento delineou cinco objetivos estratégicos para uma bioeconomia que gere crescimento econômico, a saber: 1) apoiar os investimentos em P&D que fornecerão a base para a futura bioeconomia dos EUA; 2) facilitar a transição de bioinvenções do laboratório de pesquisa para o mercado, incluindo um foco maior em ciências translacionais<sup>6</sup> e

<sup>6</sup> Expressão cunhada inicialmente nos EUA e com aplicação voltada para o campo da saúde. Objetivava promover pesquisa interdisciplinar e acelerar a troca bidirecional entre ciência básica e clínica para mover os achados de pesquisa básica do laboratório para ambientes aplicados envolvendo pacientes e populações. Atualmente, pesquisas translacionais estão se ampliando para além das fronteiras médico-biológicas e sanitário-industriais, incorporando aspectos econômicos, sociológicos, jurídicos e éticos. Para mais detalhes, ver Guimarães (2013).

regulatórias; 3) desenvolver e reformar regulamentações para reduzir barreiras, aumentar a velocidade e a previsibilidade de processos regulatórios e reduzir custos, protegendo a saúde humana e ambiental; 4) atualizar os programas de treinamento e alinhar os incentivos das instituições acadêmicas com o treinamento dos alunos para as necessidades da força de trabalho nacional; e 5) identificar e apoiar oportunidades para o desenvolvimento de parcerias público-privadas e colaborações pré-competitivas, nas quais os concorrentes reúnam recursos, conhecimento e experiência para aprender com os sucessos e fracassos (Estados Unidos, 2012).

A administração de Donald Trump (2017–2020) deu continuidade às ações no campo da bioeconomia e, em outubro de 2019, a Casa Branca sediou a *Cúpula da Casa Branca sobre Bioeconomia da América* (em inglês: *White House Summit on America's Bioeconomy*). No encontro, enfatizou-se que a bioeconomia é uma prioridade estratégica nacional de P&D do governo Trump e é considerada uma das Indústrias do Futuro (*Industries of the Future – IoT*). As principais conclusões da cúpula indicaram que é preciso construir a força de trabalho em bioeconomia do futuro, promover e salvaguardar a infraestrutura e os dados críticos da bioeconomia, aproveitar todo o ecossistema de inovação dos EUA e identificar oportunidades e desafios regulatórios (Estados Unidos, 2019a).

Segundo o relatório *Bioeconomy policy (Part III): update report of national strategies around the world* (German Bioeconomy Council, 2018), a visão de bioeconomia norte-americana mudou de uma perspectiva inicial mais holística de bioinovação e inovação de ponta em todos os setores da economia, o que a aproximava da visão europeia, para uma mais baseada em agricultura e recursos biológicos. As forças motrizes da bioeconomia nos EUA são o crescimento econômico, os benefícios sociais, a saúde e o meio ambiente, bem como a oportunidade para que os EUA se tornem uma nação líder no campo. Nesse contexto, três tecnologias são apontadas como bases da bioeconomia americana: engenharia genética, sequenciamento de DNA e manipulações automatizadas de biomoléculas.

O governo dos Estados Unidos tem focado em três setores para promover o impulso à bioeconomia: saúde, energia e agricultura. Em saúde, o país entende que a maioria das terapias de sucesso serão derivadas de moléculas – proteínas, anticorpos, vacinas e célula – especificamente direcionadas às causas dos agentes que provocam doenças. Quanto ao setor energético, as inovações agrícolas já utilizam técnicas de melhoramento e de biotecnologia para desenvolver novas

variedades para a produção de energia e novos processos que melhoram a conversão da biomassa em energia e químicos. Os próximos passos serão na direção de avançar para melhor entendimento do potencial de microrganismos e plantas para produzir combustíveis, químicos intermediários<sup>7</sup> e outros biomateriais. Finalmente, no setor agropecuário, espera-se que os avanços na biotecnologia combinados ao melhoramento genético desenvolvam variedades com outros traços desejáveis, como melhora no valor nutricional, melhora na resistência às doenças e maior produtividade. O maior conhecimento da biodiversidade, das culturas e dos ecossistemas tem o potencial de transformação no manejo e nas práticas agrícolas.

Para alcançar a almejada posição de liderança em bioeconomia e confirmá-la como prioridade estratégica nacional de P&D, o governo norte-americano indicou uma série de áreas de pesquisa para fomento com recursos públicos e privados. Com atenção especial para a área da saúde, o documento de prioridades orçamentárias de P&D para o ano fiscal de 2021<sup>8</sup> indica que a P&D americana priorize padrões baseados em evidências e pesquisas para estabelecer rapidamente a segurança e a eficácia de microrganismos, plantas e animais para produtos desenvolvidos por meio da edição de genes, para melhor acelerar a adoção de produtos biotecnológicos e o uso socialmente responsável. Além disso, a P&D deve possibilitar biotecnologia, ômicas<sup>9</sup>, biossegurança e análise de dados a fim de impulsionar o crescimento econômico em vários setores, incluindo saúde, produtos farmacêuticos, fabricação e agricultura (Estados Unidos, 2019b). Já o documento de prioridades orçamentárias de P&D e ações transversais para o ano fiscal de 2022<sup>10</sup>, publicado em agosto de 2020, indica que a P&D deve se concentrar em ações que possibilitem previsões e análises de coleções abrangentes de dados epidemiológicos, clínicos e genômicos capazes de impulsionar a resiliência da cadeia de suprimentos e o crescimento econômico em setores como saúde e produtos farmacêuticos, biologia de engenharia, nanobiotecnologia, agricultura, e Indústria do Futuro, incluindo fabricação avançada (Estados Unidos, 2020).

<sup>7</sup> Em química, diz-se que uma substância é um intermediário quando, em um processo de síntese, ela é produzida como etapa intermediária da obtenção de outra substância.

<sup>8</sup> Iniciou em 1º de outubro de 2020 e terminou em 30 de setembro de 2021.

<sup>9</sup> Neologismo da língua inglesa (*omics*) que se refere a um campo de estudo em biologia cujas palavras terminam em -ômica – como genômica, proteômica e metabolômica, por exemplo.

<sup>10</sup> Iniciou em 1º de outubro de 2021 e terminará em 30 de setembro de 2022.

Dessa forma, depreende-se que o principal vetor da bioeconomia norte-americana é a inovação biotecnológica; o governo tem um papel importante ao investir em P&D e também ao criar políticas que estimulem a produção e o consumo de produtos advindos da bioeconomia. É o caso do BioPreferred Program, programa de compras governamentais criado em 2002, sob coordenação do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Usda), que busca promover a produção e o consumo de bioprodutos. Por meio da Farm Bill<sup>11</sup> de 2014, o programa foi ampliado para estimular o desenvolvimento econômico, criar novos empregos e fornecer novos mercados para commodities agrícolas. O programa possui dois componentes principais: requisitos obrigatórios de compra para agências federais e seus contratados e uma iniciativa de rotulagem voluntária para produtos de base biológica.

Relativamente ao primeiro componente, a lei federal, o Regulamento de Aquisição Federal e as Ordens Executivas Presidenciais determinam que todas as agências federais comprem produtos de base biológica em categorias identificadas pelo Usda. Até o momento, o Usda identificou 109 categorias (por exemplo, produtos de limpeza, carpetes, lubrificantes, tintas) de produtos de base biológica para os quais as agências e seus contratados têm exigências de compra. O programa BioPreferred fornece ferramentas de aquisição, o Catálogo BioPreferred e recursos de treinamento para auxiliar no atendimento aos requisitos de compras de base biológica.

Já o segundo componente visa facilitar a identificação de produtos de base biológica por parte dos consumidores. O rótulo *USDA Certified Biobased Product*, exibido em um produto certificado pelo departamento, foi desenvolvido para fornecer informações úteis aos consumidores sobre o conteúdo de base biológica do produto. Uma empresa com um produto de base biológica que atenda aos critérios do Usda pode solicitar a certificação, permitindo que seu(s) produto(s) exiba(m) o rótulo *USDA Certified Biobased Product*. Essa etiqueta garante ao consumidor que o produto contém uma quantidade verificada de ingredientes biológicos renováveis. De acordo com um relatório independente publicado em 2015, o impacto do programa BioPreferred e da bioeconomia nos EUA pode ser resumido da seguinte forma: existência de 40 mil produtos de base biológica no mercado (estimativa conservadora), US\$ 369 bilhões em valor

<sup>11</sup> Trata-se da Lei Agrícola dos EUA. A primeira Farm Bill (Agricultural Adjustment Act – AAA) data de 1933 e foi aprovada no âmbito do New Deal, visando dar assistência financeira para agricultores no imediato pós-crise de 1929. A Lei Agrícola é válida para períodos aproximados de 5 anos e, atualmente, encontra-se em sua 12ª edição (2019–2023).

adicionado à economia norte-americana (2013)<sup>12</sup>, emprego direto de 1,5 milhão de norte-americanos e de 4 milhões de empregos indiretos (ano de 2013) e redução do consumo da ordem de 300 milhões de galões de petróleo por ano (Golden et al., 2015).

Guo e Song (2019) identificam sete grandes barreiras que dificultam a expansão da bioeconomia nos Estados Unidos. São elas: incapacidade de produzir matérias-primas de biomassa suficientes com uma relação custo-efetividade desejável e impactos ambientais mínimos; ineficiência das atuais tecnologias de refino de biomassa; falta de bioprodutos de contrapartida em comparação com produtos derivados de petróleo quanto a custo e desempenho; incerteza do mercado de bioenergia e bioprodutos; preparação social inadequada para biocombustíveis e bioprodutos; inconsistência das políticas de bioeconomia; e envolvimento de grandes investimentos de capital de risco em infraestruturas e instalações de bioeconomia.

## Malásia

A Malásia define a bioeconomia como “a produção sustentável de recursos biológicos renováveis e sua conversão em alimentos, rações, produtos químicos, energia e produtos de saúde e bem-estar por meio de tecnologias inovadoras e eficientes” (Malásia, 2018, p. 2). A bioeconomia engloba todas as indústrias e setores econômicos que produzem, gerenciam e utilizam recursos biológicos. Isso inclui agricultura, silvicultura, pesca, produção de alimentos, saúde, produtos químicos e energia renovável.

Em 2012, o governo malaio publicou uma estratégia holística de implementação voltada para investimento e estímulo à indústria da bioeconomia no país: o Bioeconomy Transformation Programme (BTP)<sup>13</sup>, sendo o primeiro país da Associação de Nações do Sudeste Asiático (Association of Southeast Asian Nations – Asean) a fazê-lo. A governança do tema de bioeconomia é coordenada pelo National Bioeconomy Council (NBC), lançado em outubro de 2012 e presidido pelo primeiro-ministro malaio. A implementação da bioeconomia é de

<sup>12</sup> Em 2015, o valor de mercado da bioeconomia norte-americana atingiu US\$ 415 bilhões, correspondendo a 2,3% do PIB do país (Guo; Song, 2019). Atualmente, os EUA contam com mais de 3 mil empresas que fabricam e distribuem bioprodutos e biocombustíveis.

<sup>13</sup> Este programa, juntamente com o de transformação digital, compõe o programa de transformação econômica da Malásia, que objetiva tornar a bioeconomia do país global e de alta renda.

responsabilidade de uma agência de desenvolvimento voltada exclusivamente para o tema: a Bioeconomy Corporation. A agência é supervisionada pelo Ministry of Agriculture and Food Industries (Mafi), é considerada parte do Minister of Finance Incorporated & Federal Lands Commissioner e é governada pelo NBC.

O BTP é uma plataforma mantida pelo governo da Malásia para que o setor privado maximize oportunidades comerciais com indústrias de base biológica com foco em três setores: agricultura (agrobiotecnologia tropical), saúde e biotecnologia industrial. Na área de agricultura, o país contava, em 2017, com 34 projetos-gatilho nas subáreas de insumos agrícolas de base biológica, bioingredientes de alto valor, variedades alimentares de alto valor e insumos hortícolas de alto valor. Ademais, o setor de agrobiotecnologia representa cerca de US\$ 657 milhões da Renda Nacional Bruta (Gross National Income) e é responsável pela geração de quase 15 mil empregos no país. Além desses setores, química, biocombustíveis/bioenergia, biorrefinarias, alimentação animal, pesca, indústria de alimentos e bebidas, florestas, saúde, conhecimento e inovação e indústria farmacêutica são setores constantes do BTP, os quais são monitorados ou mensurados pelos respectivos órgãos da governança de bioeconomia no país, por meio do NBC e da Bioeconomy Corporation (Bracco et al., 2018).

A biomassa agrícola para produtos de alto valor, em particular a biomassa de óleo de palma, também é um pilar importante da economia malaia, que resultou na elaboração da Estratégia Nacional de Biomassa (NBS – do inglês National Biomass Strategy) 2020, uma estratégia inclusiva desenvolvida com todos os *stakeholders* no produto: indústria, governo e academia. É um modelo nacional por meio do qual a Malásia pode alavancar sua biomassa disponível em um portfólio diversificado de usos de maior valor para criar novas indústrias e empregos. Lançada em 2011, a NBS 2020 abrange todos os tipos de fontes de biomassa, como óleo de palma, silvicultura, borracha, culturas dedicadas, resíduos urbanos, etc.

A estratégia malaia objetiva estimular a inclusão social e econômica, a aceleração do desenvolvimento de capital humano, o crescimento verde, a sustentabilidade e a resiliência. A fim de mensurar e quantificar o alcance do BTP, a Malásia desenvolveu uma metodologia inovadora denominada Índice de Contribuição da Bioeconomia (BCI – do inglês Bioeconomy Contribution Index), que mensura fluxos econômicos e receitas. O BCI combina cinco parâmetros: valor agregado, exportações de produtos de base biológica, investimentos em bioeconomia, emprego e produtividade (Malásia, 2017).

A partir dos três setores priorizados pelo BTP, a estratégia malaia orienta investimento em pesquisa e desenvolvimento em áreas de pesquisa relacionadas à bioeconomia: em agrobiotecnologia tropical, as áreas são bioingredientes de alto valor, variedades alimentares de alto valor, insumos agrícolas de base biológica e insumos hortícolas de alto valor. Em saúde, as áreas de pesquisa concentram-se em células-tronco e medicina regenerativa, biofarmacêuticos, triagem molecular, descoberta de drogas, materiais de base biológica e instrumentos médicos. Finalmente, em biotecnologia industrial, o país prioriza P&D em biomateriais, produtos químicos de base biológica de fontes renováveis, matéria-prima de base biológica para insumos industriais e biorremediação.

## China

A China não possui uma estratégia de bioeconomia e não tem utilizado esse termo em suas discussões, porém tem utilizado bastante o termo bioindústria. Optou-se por incluir a China nessa discussão por ser um país extremamente importante no cenário mundial, o qual, embora não utilize o termo nem possua uma estratégia para bioeconomia, tem trabalhado o tema, conforme será observado a seguir.

A China elabora periodicamente seus Planos para Desenvolvimento Econômico e Social, que são planos com 5 anos de duração em que são definidos seus principais objetivos, tarefas e medidas para o desenvolvimento econômico e social do país. Esses planos servem como um guia para as instituições de mercado e é uma base importante para o governo no exercício de suas obrigações, além de servir como uma visão comum a ser compartilhada pelo povo chinês. A partir desses planos, foi possível identificar as áreas prioritárias para o país, que são as áreas de biotecnologia e bioindústria (The People's..., 2016).

O 13º Plano para o Desenvolvimento Econômico e Social, possui uma governança que pode se dizer *top-down*, ou seja, esse plano foi elaborado a partir das recomendações do Comitê Central do Partido Comunista e depois submetido à aprovação do parlamento chinês. Apesar das definições não terem tido ampla discussão, o plano é executado pelos diversos atores do governo chinês, incluindo as universidades e as instituições de um modo geral (The People's..., 2016). O documento estratégico também se preocupa em estabelecer uma governança adequada dos processos e estimula a coerência entre as políticas existentes, além de monitoramento e avaliação constante das

atividades. Ao mesmo tempo, preconiza o estabelecimento de uma plataforma nacional de informação sobre biomassa para produção mais eficiente e promoção da utilização de biomassa.

A trajetória chinesa em bioeconomia iniciou-se a partir de suas ações para o desenvolvimento da biotecnologia no país. Na década de 1980, a prioridade foi o desenvolvimento da engenharia genética com objetivos variados, como o desenvolvimento de vacinas e o melhoramento de plantas. Em seguida, o governo ampliou sua prioridade para biotecnologia de um modo mais geral. Em 2006, a biotecnologia tornou-se a prioridade máxima, cujo objetivo era o desenvolvimento de produtos diversos que possibilitassem independência de propriedade intelectual. Houve aumento de vendas e a criação de dez grandes empresas chinesas de biotecnologia. É em 2010 que a bioindústria aparece como uma indústria estratégica emergente e, a partir de então, começa o seu rápido desenvolvimento. Em 2012, foram definidas seis áreas ou setores prioritários: 1) biomedicina; 2) engenharia biomédica; 3) bioagricultura; 4) manufaturas de base biológica; 5) proteção ambiental de base biológica; e 6) serviços biotecnológicos (KPMG..., 2016). Em seu 13º Plano para o Desenvolvimento Econômico e Social (2016–2020), a China pretendia promover um movimento de inovação baseada em ciência, trazendo novas forças para a promoção do crescimento. Além das seis áreas consideradas prioritárias em 2012, a bioenergia também entrou nas prioridades da bioindústria. A seguir, será feito um pequeno detalhamento dessas sete áreas.

A primeira área entre os destaques da biociência é a biomedicina, que inclui a medicina tradicional chinesa, a biofarmacêutica e os instrumentos médicos. Nessa área, o objetivo é atender à demanda por novas terapias para tratamento e cura de doenças. Outra área que se destaca é a engenharia biomédica cujo foco está em instrumentos de alta performance, biomateriais para medicina e novos produtos para diagnóstico. Há uma busca de desenvolvimento de novos instrumentos e registro de propriedade intelectual. Podemos interpretar essas subdivisões das áreas/setores como áreas de pesquisa, necessárias para o desenvolvimento de novos produtos e do setor de um modo geral (Wang et al., 2018).

Na bioagricultura, outra área que está entre as prioridades, de acordo com Wang et al. (2018), a China tem utilizado abundantemente seus recursos biológicos para aumentar a capacidade de criação e desenvolvimento de produtos agrícolas de alta qualidade, com o objetivo de atender às demandas de

segurança alimentar e de promover melhorias ambientais. Os autores consideram o melhoramento como estratégico para questões de segurança alimentar. Dentro do Programa Nacional de Alta Tecnologia e do Programa Nacional de Pesquisa Básica, os transgênicos e o melhoramento foram apontados como prioritários, com recursos destacados para PD&I.

Mais de mil empresas na China se dedicam à produção e ao processamento de aditivos para rações, incluindo enzimas, aminoácidos, vitaminas, probióticos, extratos vegetais, oligopeptídeos bioativos, alimentos biológicos, pigmentos, novas proteínas para rações e aditivos para rações para medicamentos biológicos. Outra área que faz parte das prioridades é a de manufaturas de base biológica, na qual estão incluídos os biomateriais, os produtos químicos de base biológica, os novos fermentos e novos processos. Há uma aceleração de investimento e incentivos nos diferentes elos da indústria de base biológica, visando a um aumento de competitividade e substituição de insumos de base fóssil.

A quinta área/setor é o de proteção ambiental de base biológica, em que as prioridades colocadas no plano são o tratamento de águas contaminadas, do ar e de substâncias orgânicas assim como a recuperação de ecossistemas que estejam degradados. Pretendem desenvolver materiais e produtos de base biológica com alta performance para proteção ambiental. Além dos produtos e materiais, também estão preocupados com processos tecnológicos e equipamentos para um controle eficiente na supervisão, tratamento e recuperação de resíduos. A área de serviços biotecnológicos possui enfoque integral em contratos de pesquisa, desenvolvimento, serviços técnicos públicos, intermediários e de extensão. Esse setor tem crescido e os laboratórios chineses estão sendo bastante utilizados por indústrias farmacêuticas. Por fim, no sétimo foco – bioenergia –, os destaques são a utilização de culturas não alimentares e a celulose para o bioetanol; e, no caso do biodiesel, estão em busca de matérias-primas alternativas e novas técnicas e tecnologias. Há uma preocupação em estabelecer infraestrutura e, para isso, está havendo um aumento na construção de plantas industriais para bioenergia.

As receitas provindas do uso da biotecnologia aumentaram 13%, em 2015, para US\$ 132,7 bilhões. A bioindústria chinesa também experimentou um crescimento exponencial; seu valor de produção manteve uma taxa de crescimento de mais de 20% nos últimos anos, e a proporção do valor de produção no PIB aumentou de 1,3% há 30 anos para 4,6% em 2014, e o valor

total da produção da bioindústria na China foi equivalente a US\$ 630 bilhões em 2015 (Wang et al., 2018). Em 10 anos, desde 2006, o número de patentes de biotecnologia tem aumentado continuamente. Em 2015, as patentes solicitadas e aprovadas atingiram, respectivamente, 22.193 e 10.394, representando 25,46% e 21,28% das patentes globais de biotecnologia, as quais ficaram em segundo lugar no mundo (Wang et al., 2018).

Percebe-se por essa descrição que, embora não haja uma estratégia específica para a bioeconomia, o fortalecimento da bioindústria é base fundamental e essencial para o desenvolvimento da bioeconomia. Os esforços já estão sendo direcionados e as prioridades definidas, e esse investimento iniciado na década de 1980 já trouxe resultados em patentes, desenvolvimento de produtos, aumento de vendas e de renda. Há uma concentração da bioindústria em três regiões do país, o que indica, portanto, a necessidade de se pensar em bioindústrias mais locais. E, apesar de todo o avanço, ainda há expectativa de muitas melhorias. Com relação à pesquisa, pode-se interpretar que, dentro das áreas e setores apresentados, todas as subáreas (ou subsetores) serão incentivadas. Além dessas áreas, Wang et al. (2018) destacam a necessidade de mais pesquisa relacionada a *big data* para as áreas biológicas; ademais, a geração de novos genes, novas vacinas, anticorpos e de produtos químicos de base biológica são algumas das necessidades apontadas. Os autores também consideram que há necessidade de maior participação do setor privado.

## Alemanha

A Alemanha tem buscado consolidar-se como um dos principais atores nas discussões internacionais sobre bioeconomia. Entre 2009 e 2019, o Conselho de Bioeconomia<sup>14</sup>, órgão assessor independente do governo alemão, apoiou a governança da bioeconomia na Alemanha, juntamente com dois ministérios líderes da temática no país: o Ministério Federal da Educação e Pesquisa da Alemanha (BMBF) e o BMEL. Em 2014, o governo alemão lançou o documento *National policy strategy on bioeconomy: renewable resources and biotechnological*

<sup>14</sup> Conforme a nova estratégia alemã, publicada em 2020, o Conselho de Bioeconomia foi substituído por um novo órgão que compreenda vasta experiência em todas as dimensões da bioeconomia. O novo conselho consultivo compreende o maior número possível de perspectivas relacionadas ao tema e inclui especialistas da ciência e da indústria, bem como representantes de organizações da sociedade civil com relevância temática.

*processes as a basis for food, industry and energy* (Federal Ministry of Food and Agriculture, 2014). Nesse documento, foram estabelecidas as áreas de ação, as abordagens estratégicas e as formas de mensuração para a bioeconomia. O país definiu oito áreas de ação, das quais três são intersetoriais (políticas coerentes para uma bioeconomia sustentável; informação e diálogo dentro da sociedade; e treinamento vocacional e aprendizado) e cinco temáticas (produção sustentável e fornecimento de recursos renováveis; mercados em crescimento, tecnologias e produtos inovadores; processos e redes de valor agregado; concorrência entre usos da terra e contexto internacional).

Considerando-se o contexto de pesquisa agropecuária, a área de ação temática produção sustentável e fornecimento de recursos renováveis é particularmente relevante. Dentro dessa área, o governo propõe quatro ações: 1) investir em P&D inovadores para expandir o desempenho potencial de cultivos, com especial atenção para melhoramento inteligente (*smart breeding*) e fortalecer P&D ao longo da cadeia de valor; 2) fomentar a pesquisa em agricultura de precisão, solos e adaptação às mudanças do clima; 3) estimular P&D<sup>15</sup> em matérias-primas renováveis; e 4) desestimular a competição no uso da terra entre produção alimentar e produção de matérias renováveis para energia (Federal Ministry of Food and Agriculture, 2014).

Em 2020, o BMBF e o BMEL publicaram uma nova versão da Estratégia Nacional de Bioeconomia, que atualizou o conceito de bioeconomia usado pelo país: “produção, exploração e uso de recursos biológicos, processos e sistemas para fornecer produtos, processos e serviços em todos os setores econômicos no marco de uma economia orientada para o futuro” (Federal Ministry of Education And Research; Federal Ministry of Food and Agriculture, 2020, p. 4, tradução nossa). No que se refere à orientação de políticas, a estratégia alemã indica duas diretrizes: o aproveitamento do conhecimento biológico e da inovação responsável para um desenvolvimento sustentável e climaticamente neutro e o uso de matérias-primas biogênicas para uma economia circular sustentável.

Como já mencionado, o conceito alemão de bioeconomia destaca a utilização de recursos biológicos como elemento principal, e o resultado é que vários setores são incluídos na bioeconomia, sendo eles: agricultura, floresta, horticultura, pesca e aquicultura, melhoramento de plantas e animais, indústria de alimentos e bebidas, madeira, papel, couro, têxtil, química e farmacêutica

<sup>15</sup> A pesquisa é o *driver* mais importante da bioeconomia em todas as áreas de ação. Entre 2011 e 2016, o país reservou orçamento para P&D da ordem de 2,4 bilhões de euros apenas para bioeconomia.

e alguns setores de energia. Ainda segundo a visão alemã, as inovações nas indústrias de base biológica também afetam setores tradicionais, como o comércio de commodities e alimentos, a indústria automobilística, a indústria de construção e várias outras indústrias de serviços.

Para implementação da estratégia, o financiamento de pesquisas incidirá sobre os seguintes grandes blocos: conhecimento biológico como a chave para a bioeconomia; tecnologias convergentes e cooperação transdisciplinar; limites e potenciais; tradução da vida real para aplicativos; bioeconomia e sociedade e colaboração em pesquisa internacional. Assim, algumas das áreas de pesquisa destacadas pela nova estratégia são as seguintes: digitalização; nanotecnologia, tecnologia da informação e ciências cognitivas, materiais e de engenharia; recursos biogênicos; reciclagem e reutilização de subprodutos, resíduos e fluxos de resíduos; “ômicas” e biotecnologia.

A Alemanha é o país responsável por organizar a GBS, evento que discute, desde 2015, como a bioeconomia pode melhor contribuir para o crescimento verde e para a mitigação das mudanças climáticas e como pode ser integrada à Agenda 2030 e aos ODS. A atuação da GBS será mais bem discutida na seção sobre fóruns globais deste capítulo.

## Itália

A bioeconomia italiana é a terceira na Europa, depois da alemã e da francesa, com um faturamento anual de cerca de 330 bilhões de euros e geração de 2 milhões de empregos (Itália, 2019). Alinhada à estratégia europeia de bioeconomia, que será examinada na próxima seção intitulada União Europeia, a estratégia italiana pretende integrar a produção sustentável de recursos biológicos renováveis, bem como os fluxos de resíduos, e convertê-los em produtos de valor agregado, como alimento, produtos de base biológica e bioenergia.

Na Itália, a Presidência do Conselho de Ministros, principal órgão executivo do governo italiano, é a responsável pela governança da temática de bioeconomia no país. A partir da coordenação da Presidência do Conselho e visando aumentar os números de faturamento e geração de empregos pela bioeconomia, em 2016 o governo italiano colocou em consulta pública um esboço de estratégia nacional para bioeconomia, denominada: *Bioeconomy in*

*Italy: a unique opportunity to reconnect the economy, society and the environment*<sup>16</sup>. No ano seguinte, a estratégia foi revisada, aprovada e publicada. No contexto italiano, o desenvolvimento da bioeconomia foca no aumento do valor agregado da produção do setor primário (Itália, 2017) e na integração dos conceitos de bioeconomia e economia circular – a chamada bioeconomia circular. Assim, o foco do governo italiano reside em quatro grandes setores: agroalimentar, florestas, indústria de base biológica e bioeconomia marinha<sup>17</sup>. Dois anos após a publicação da estratégia, um novo documento foi lançado oficialmente pela Itália como uma atualização do primeiro: *Bioeconomy in Italy: a new bioeconomy strategy for a sustainable Italy* (BIT) (Itália, 2019).

A estratégia atualizada, lançada em maio de 2019, traz uma robusta e ambiciosa agenda de Pesquisa & Inovação (P&I) e indica a utilização de fundos europeus de P&I, bem como de recursos do próprio governo italiano, a fim de estimular o desenvolvimento de tecnologias que permitam o desenvolvimento positivo rural e costeiro do país, ao passo que também evitem a perda de biodiversidade e protejam os ecossistemas. Para atingir esses objetivos e realizar uma transição efetiva para a bioeconomia, o país investirá no desenvolvimento de mão de obra qualificada para a bioeconomia e na promoção da inovação (principalmente por meio do fomento público à P&D), suporte à infraestrutura, estímulo à demanda por produtos e processos baseados em bioeconomia, garantia de condições favoráveis à bioeconomia e promoção de boa governança.

Nesse contexto, as principais áreas de pesquisa em bioeconomia para a Itália dividem-se em: 1) agricultura e silvicultura sustentáveis (agricultura e silvicultura inteligentes para o clima, agricultura de precisão, intensificação ecológica, agroecologia, monitoramento por satélite, reúso de resíduos, gestão de risco, técnicas e marcadores moleculares, fontes alternativas de alimentos); 2) recursos vivos aquáticos e bioeconomia marinha e marítima (sistemas de monitoramento e controle para prevenir a pesca ilegal por meio de tecnologias da informação – TI –, *big data*, *Analytics* e Indústria 4.0, dessalinização, exploração sustentável

<sup>16</sup> Participaram da elaboração da estratégia as seguintes instâncias governamentais: Ministério do Desenvolvimento Econômico (coordenador da estratégia); Ministério da Agricultura, Alimentação e Florestas; Ministério da Educação, Universidade e Pesquisa; Ministério do Meio Ambiente, Terra e Mar; Comitê das Regiões da Itália; agência de coesão territorial e *clusters* de tecnologia italiana para química verde agroalimentar e crescimento azul.

<sup>17</sup> Em 2017, o setor de agricultura, florestas, pesca e aquicultura foi responsável por 17,7% do faturamento anual da bioeconomia italiana. Ademais, cerca de 80% da madeira utilizada na indústria moveleira do país é importada e o governo italiano busca reduzir essa dependência externa e fomentar a produção e certificação sustentáveis de madeira no país (Itália, 2019).

de biosistemas de águas profundas e nexos terra/mar, aquicultura); 3) sistema agroalimentar sustentável e competitivo para uma dieta segura e saudável (desperdício de alimentos, mudanças no comportamento do consumidor, nutrientes dos alimentos, cadeias de abastecimento sustentáveis, promoção de cadeias alimentares locais curtas); e 4) indústrias de base biológica (biomassa, estratégias de mitigação das mudanças climáticas, facilitar o uso e a conversão de antigas refinarias de petróleo/locais industriais, mas também instalações de biogás/águas residuais para a implementação de novas biorrefinarias, potencial da biodiversidade mediterrânea) (Itália, 2019).

O BIT é um dos documentos nacionais mais abrangentes de bioeconomia, o que demonstra o empenho e o compromisso da Itália em consolidar o tema no âmbito doméstico. Em síntese, a estratégia do governo da Itália para a bioeconomia orienta temas importantes para a agenda de P&I nacional e indica fontes de recurso, nacionais e internacionais, voltadas para esses desafios. A estratégia também define um conjunto de indicadores qualitativos e quantitativos para monitorar o processo de implementação da estratégia. Alguns deles referem-se à disponibilidade de biomassa, estrutura produtiva, estrutura de emprego, capacidade humana, inovação, investimento, demografia, mercados, garantia de segurança alimentar, gestão de recursos naturais, redução da dependência de recursos não renováveis, enfrentamento às mudanças climáticas e melhoria do crescimento econômico.

## União Europeia

A bioeconomia europeia é um dos maiores e mais importantes setores da UE. Abrange agricultura, silvicultura, pesca, alimentação, bioenergia e produtos de base biológica, com um volume de negócios anual de cerca de 2 trilhões de euros, empregando aproximadamente 18 milhões de pessoas (European Commission, 2018). A UE apresentou sua primeira estratégia de bioeconomia em 2012, a qual foi atualizada em 2018, buscando maior integração com a Agenda 2030 e os ODS. Ao analisar a Estratégia de 2012, percebe-se que, nos últimos anos, o conceito de economia de base biológica, ou seja, uma economia com foco nas matérias-primas e não nos processos de conversão, vem ganhando relevância. Para a UE, “a bioeconomia engloba a produção de recursos biológicos renováveis e a sua conversão em alimentos, rações, produtos biológicos e bioenergia. Inclui agricultura, silvicultura, pesca, produção de alimentos e celulose e papel, bem

como partes de indústrias químicas, biotecnológicas e de energia” (Staffas et al., 2013, p. 2758, tradução nossa). Portanto, três pilares são essenciais: investimentos em pesquisa, inovação e competências; interação política reforçada e engajamento de *stakeholders*; e valorização dos mercados e competitividade na bioeconomia. Para a UE, as áreas temáticas relevantes para política de P&D incluem a eficiência no uso de recursos, as plataformas de produção biológica e a vinculação de pesquisa tecnológica à pesquisa socioeconômica.

Em relação à governança da bioeconomia europeia, embora a elaboração da estratégia e do plano de ação tenha sido liderada pela Direção-Geral (DG) de Pesquisa e Inovação, várias outras DGs também participam da adoção e da implementação das ações da bioeconomia europeia: Agricultura e Desenvolvimento Rural, Empresas e Indústria, Meio Ambiente, Assuntos Marítimos e Pescas. Apesar da estratégia continental, nove países europeus possuem estratégias nacionais próprias de bioeconomia: Alemanha, Áustria, Finlândia, França, Irlanda, Itália, Letônia, Portugal e Reino Unido<sup>18</sup>. Considerando-se, ainda, o fato de que outras DGs relevantes para o tema não participaram da elaboração da estratégia, como a DG de Energia, uma agenda de pesquisa futura interessante reside na verificação do grau de alinhamento entre a estratégia de governança do bloco e as estratégias nacionais de bioeconomia dos oito países membros da UE supracitados.

Para o bloco, a bioeconomia precisa ser sustentável e circular<sup>19</sup> para que possa orientar as indústrias europeias, a modernização dos sistemas de produção primários, a proteção do meio ambiente e a melhoria da biodiversidade. O desenvolvimento da bioeconomia atenderá a cinco objetivos principais: garantia da segurança alimentar e nutricional; gestão de recursos naturais de forma sustentável; redução da dependência de recursos não renováveis e insustentáveis, quer sejam de origem interna ou estrangeira; mitigação e adaptação às mudanças climáticas; e criação de empregos e fortalecimento da

<sup>18</sup> Em 31 de janeiro de 2021, o Reino Unido saiu formalmente da União Europeia, processo conhecido como Brexit.

<sup>19</sup> Para a UE, a bioeconomia é um componente da economia circular: “uma bioeconomia sustentável é o segmento renovável da economia circular. Pode transformar biorresíduos, resíduos e descartes em recursos valiosos e pode criar inovações e incentivos para ajudar varejistas e consumidores a reduzir o desperdício de alimentos em 50% até 2030.” (European Commission, 2018, p. 6, tradução nossa). A discussão sobre economia circular vem ganhando corpo nos últimos anos e, em especial, após a revisão da estratégia europeia para bioeconomia, publicada em 2018. Para o bloco, economia circular é aquela em que o valor dos produtos e materiais é mantido pelo maior tempo possível, o desperdício e o uso de recursos são minimizados e os recursos são mantidos dentro da economia quando um produto chega ao fim de sua vida, sendo usado repetidas vezes para criar mais valor (European Commission Fact Sheet – Circular Economy Package: questions & answers. Disponível em: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-15-6204\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_en.htm)).

competitividade europeia. Para alcançá-los, a Comissão Europeia delimitou três áreas de ação: 1) fortalecer e ampliar os setores de base biológica, desbloquear investimentos e mercados; 2) implantar rapidamente bioeconomias locais em toda a Europa; e 3) compreender os limites ecológicos da bioeconomia (European Commission, 2018).

Como já mencionado, a bioeconomia europeia inclui os setores de agricultura, florestas, pesca, alimentos, produção de papel e celulose, partes das indústrias química, de biotecnologia e de energia. O bloco considera que esses setores têm potencial de inovação porque utilizam várias ciências, como as ciências da vida, a agronomia, a ecologia, as ciências do alimento e as ciências sociais. Também fazem parte da bioeconomia as tecnologias consideradas chave para que a Europa mantenha a competitividade e conquiste novos mercados. São elas: a biotecnologia, a nanotecnologia, a tecnologia da informação e a engenharia. Há preocupação com a possibilidade de perda de liderança para China e Estados Unidos nas áreas de bioeconomia, e o bloco europeu considera que isso já ocorreu na área de biotecnologia de plantas. Para evitar maiores perdas e para induzir os processos e as mudanças sustentáveis supracitados, a UE entende que o potencial de P&D europeu deve ser maximizado. O programa Horizonte 2020<sup>20</sup> tem papel fundamental, ao fornecer importantes resultados de PD&I que possam abordar desafios e oportunidades transversais da bioeconomia.

A UE apoia a bioeconomia com financiamento para investigação e inovação. Já investiu 3,85 bilhões de euros no Horizonte 2020 (2014–2020) e propôs 10 bilhões de euros para alimentos e recursos naturais, incluindo a bioeconomia, no Horizonte Europa (2021–2027) (European Commission, 2018). Assim, a UE busca investir nas seguintes áreas de pesquisa de desenvolvimento de substitutos para materiais de base fóssil: materiais de base biológica, recicláveis e biodegradáveis marinhos; observação ambiental; biodiversidade e capital natural; agricultura, silvicultura e áreas rurais; mar e oceanos; sistemas alimentares; sistemas de inovação de base biológica e sistemas circulares.

<sup>20</sup>O Horizonte 2020 é oitavo Programa-Quadro de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (FP8) da UE. São programas criados pela UE/Comissão Europeia para apoiar e fomentar a investigação no Espaço Europeu de Pesquisa (ERA, do inglês European Research Area). Os objetivos e as ações específicos variam entre os períodos de financiamento. No Horizonte 2020, o foco é na inovação, a fim de proporcionar um crescimento econômico mais rápido e fornecer soluções para os usuários finais, que geralmente são agências governamentais. As propostas da Comissão Europeia para o próximo Quadro Financeiro Plurianual para 2021–2027, que abrangerá o FP9 (Horizonte Europa), visam dar impulso significativo à investigação sistêmica e à inovação nas áreas e setores abrangidos pela bioeconomia, em particular com 10 bilhões de euros previstos para o *cluster 5* para “Alimentos, bioeconomia, recursos naturais, agricultura e meio ambiente” (European Commission, 2018; Itália, 2019).

# Orientação de Políticas e Estudos de Caso Relacionados à Bioeconomia nos Fóruns Globais

## Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A bioeconomia está diretamente ligada à agenda de desenvolvimento sustentável sob liderança da Organização das Nações Unidas (ONU): a Agenda 2030 e seus ODS. Os ODS são uma agenda mundial adotada durante a *Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável* em setembro de 2015, composta de 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030. Por se tratar de uma agenda transversal (*cross-cutting*), não há governança formal do tema bioeconomia no âmbito da Agenda 2030 e seus ODS.

De acordo com a GBS, a bioeconomia poderá oferecer contribuições essenciais no alcance de 8 dos 17 ODS: fome zero e agricultura sustentável (ODS 2); saúde e bem-estar (ODS 3); água potável e saneamento (ODS 6); energia limpa e acessível (ODS 7); consumo e produção responsáveis (ODS 12); ação contra a mudança global do clima (ODS 13); vida na água (ODS 14); e vida terrestre (ODS 15) (Global Bioeconomy Summit, 2015).

Os setores que abrangem a bioeconomia – agricultura, silvicultura, alimentação, bioenergia, biotecnologia e química verde, por exemplo – são centrais para, pelo menos, metade dos ODS. Porém, prioridades nacionais conflitantes dificultam o alinhamento entre políticas voltadas para a bioeconomia nos diversos países e o alcance dos ODS em escala global (El-Chichakli et al., 2016).

Ao analisar o alinhamento dos ODS com a bioeconomia e pensar no caso do Brasil, considerando que o Brasil é o país com maior biodiversidade do planeta, a bioeconomia pode, entre outros desafios, contribuir fundamentalmente para a transformação do patrimônio genético brasileiro num ativo realmente sustentável. Como a maior parte do potencial dessa biodiversidade é desconhecida, cabe à pesquisa agropecuária brasileira contribuir para a conservação – *ex situ* e *in situ* (*on farm*) – da biodiversidade genética, em consonância com a meta 2.5<sup>21</sup> do ODS 2

<sup>21</sup> “Até 2020, manter a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas, animais de criação e domesticados e suas respectivas espécies selvagens, inclusive por meio de bancos de sementes e plantas diversificados e bem geridos em nível nacional, regional e internacional, e garantir o acesso e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados, como acordado internacionalmente.”

(Medeiros et al., 2018). Embora a agenda dos ODS não explicita as principais áreas de pesquisa em bioeconomia, é possível inferir algumas delas a partir dos setores e da ênfase no desenvolvimento sustentável – como biociências e sustentabilidade.

## Cúpula Global da Bioeconomia

A GBS é uma conferência internacional que acontece a cada dois anos, em que são discutidos oportunidades e desafios para a bioeconomia e visões para o desenvolvimento futuro da bioeconomia sustentável. Participam dessas discussões atores-chave de governo, comunidade científica e de negócios e sociedade civil. Outro aspecto importante é que a GBS relaciona as políticas de bioeconomia às agendas climáticas e de desenvolvimento sustentável.

A primeira GBS aconteceu em 2015 e foi organizada pelo Conselho de Bioeconomia do governo alemão. Após esse primeiro evento e com o objetivo de assegurar a característica global, foi estabelecido um Conselho Consultivo Internacional para a Bioeconomia Global (IACGB, do inglês International Advisory Council on Global Bioeconomy). Cerca de 40 especialistas em políticas e orientadores de bioeconomia de diferentes países ao redor do mundo compõem o IACGB. Os especialistas atuam em suas capacidades, sem representar necessariamente seus governos ou instituições. O trabalho do IACGB é desenvolver a agenda das plenárias e os programas dos workshops, garantindo a participação global. Ajuda, também, na mobilização de palestrantes e participantes. Além disso, participa ativamente nas recomendações de como promover a bioeconomia – recomendações essas que são resumidas no documento final do evento intitulado *Communiqué* – (Global Bioeconomy Summit, 2015) e nas políticas necessárias. Por fim, os membros do IACGB são considerados como multiplicadores que levam as mensagens e recomendações de políticas para outras redes.

A GBS é um exemplo de promoção da bioeconomia, por meio de uma plataforma (ou rede) global que se reúne em torno de uma agenda da bioeconomia que varia, mas é definida pelos seus membros. A partir dessa agenda, chega-se a algumas sugestões e recomendações, que são divulgadas por seus membros multiplicadores. É interessante destacar a governança da GBS, ou seja, há um núcleo “duro” que se iniciou na Alemanha e que vem financiando os encontros e uma equipe que se dedica a essa plataforma. Além desse núcleo, há especialistas multidisciplinares de vários países, que compõem o IACGB, e tomadores de

decisão que trabalham na construção da agenda de discussões e nas conclusões principais de cada um dos eventos.

Em 2015, a GBS definiu a bioeconomia de forma mais holística e como uma estratégia para o alcance dos ODS e do Acordo de Paris. É importante mencionar que o encontro apontou a bioeconomia como sendo diferente nos diversos países e que a ideia não é buscar uma definição única; a GBS 2015 considera a bioeconomia como “a produção baseada no conhecimento e utilização de recursos biológicos, processos e princípios inovadores para fornecer de forma sustentável bens e serviços em todos os setores econômicos” (Global Bioeconomy Summit, 2015, tradução nossa).

Alguns destaques em relação ao *Communiqué* de 2015 são as oportunidades e os desafios da bioeconomia e a agenda de pesquisa, que é de interesse das instituições de C&T. As oportunidades advindas do lado da oferta decorrem do rápido progresso nas ciências da vida, e a capacitação e a convergência das tecnologias são motores para o desenvolvimento da bioeconomia. Destacam-se como principais setores da bioeconomia: a agricultura, a silvicultura, o processamento de alimentos, a bionergia, a saúde, a biotecnologia e a química verde. Há também uma expectativa de aumento de emprego e agregação de valor para as áreas rurais que poderiam se beneficiar da nova bioeconomia. As oportunidades do lado da demanda vêm dos grandes vetores atuais que são os desafios mundiais de alcançar segurança alimentar e do uso sustentável de recursos, ao mesmo tempo em que é necessária a adaptação às mudanças climáticas e sua mitigação. Tudo isso gerenciando de forma sustentável o uso do solo, do ar, da água e da biodiversidade.

Em 2015, a GBS já considerava que mais de 40 países incluíam a bioeconomia em suas estratégias de política, seja mediante estratégias nacionais de bioeconomia ou políticas em áreas relacionadas à bioeconomia. A cúpula destaca que algumas estratégias nacionais enfatizam as conexões entre bioeconomia e saúde (biofármacos e nutrição saudável), enquanto outras têm se concentrado na produção e utilização sustentável de biomassa. Naquele momento, já se observava a emergente tendência de combinar inovações da bioeconomia com a tecnologia da informação, como, por exemplo, em monitoramento, agricultura de precisão e informação aos consumidores.

O *Communiqué* ano 2015 também destaca três áreas cruciais para a criação de uma bioeconomia: promoção de tecnologias inovadoras e de formas de mensuração; boa governança para o estabelecimento de uma bioeconomia

sustentável; e o fortalecimento do diálogo e da cooperação internacional sobre o tema. Dentro da primeira área, de promoção de novas tecnologias, surge a discussão sobre a pesquisa. A GBS destaca a necessidade de se investir em pesquisa para promover a inovação e aplicar em tecnologias. As inovações da bioeconomia são impulsionadas pelas pesquisas que permitem rápido progresso nas ciências da vida e nas áreas de conhecimento relacionadas. Considera crucial a combinação do conhecimento em biociências com invenções em química, energia, tecnologia da informação, bem como na engenharia. Também destaca a inovação aberta, a pesquisa interdisciplinar e as parcerias público-privadas como caminhos promissores para aumentar a capacidade de inovação. Finalmente, salienta a importância de um planejamento adequado para as infraestruturas de apoio, como, por exemplo, as incubadoras e os escritórios de transferência de tecnologia, bem como as estruturas regulatórias que, quando pensadas previamente, são mais eficazes. Além disso, as políticas nacionais e internacionais ajudam a estabelecer a colaboração em pesquisa e inovação por meio de consórcios e redes globais.

Em 2018, a GBS focou em 14 temas de relevância mundial para políticas de bioeconomia e destacou oportunidades para maior intensificação da colaboração entre as macrorregiões ao redor do mundo. As discussões do evento ocorreram com base nesses 14 temas. O encontro de 2018 apresentou uma definição de bioeconomia em termos bastante gerais para considerar a diversidade e a realidade dos diferentes países: “bioeconomia é a produção, utilização e conservação de recursos biológicos, incluindo conhecimento, ciência, tecnologia, e inovação, para fornecer informações, produtos, processos e serviços em todos os setores econômicos visando uma economia sustentável” (Global Bioeconomy Summit, 2018, tradução nossa). Considera, ainda, que a bioeconomia “é uma dinâmica e processo de transformação social complexo, que exige uma perspectiva política de longo prazo” (Global Bioeconomy Summit, 2018, tradução nossa). Apesar de apresentar uma definição, a GBS estimula que os países definam suas bioeconomias e, a partir de suas definições, também definam seus elementos programáticos. Considerando e reiterando os grandes desafios da sociedade, a GBS 2018 faz um apelo para que haja um aumento no diálogo e na colaboração multilaterais em PD&I e, mais especificamente, em pesquisas de sustentabilidade e mudanças globais, governança e capacitação.

A Embrapa representou o Brasil nas duas edições da cúpula (2015 e 2018), nas quais brasileiros foram membros do IACGB. Em 2015, o então presidente da Embrapa, o pesquisador Maurício Antonio Lopes, representou o Brasil e, em 2018, o pesquisador Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado foi o membro do IACGB

designado, que se responsabilizou pela organização de um painel sobre como medir e monitorar a bioeconomia. Em 2018, Maurício Antonio Lopes<sup>22</sup> fez uma apresentação sobre a Embrapa, em que destacou a experiência brasileira em tecnologias sustentáveis que atendem aos critérios da bioeconomia, tais como construção da fertilidade em solos ácidos e pobres em nutrientes, tropicalização de cultivos como a soja e o trigo, além da plataforma de práticas sustentáveis como o plantio direto, a fixação biológica do nitrogênio, a produção de energia de biomassa, entre outras. Em relação a políticas públicas, destacou que o Código Florestal e o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC)<sup>23</sup> direcionam o País rumo à intensificação sustentável do uso da terra.

Em 2020, ocorreu a terceira edição da GBS, que, devido à pandemia de covid-19, foi realizada em formato virtual. Na plenária que abriu o evento, ao fazer uma comparação entre a GBS 2020 e as anteriores (2015, 2018), Cristine Lang, uma das organizadoras, destacou que atualmente a bioeconomia não está focada apenas na biomassa e na substituição de combustíveis fósseis, mas no desenvolvimento de processos e produtos de valor agregado, e ressaltou que a bioeconomia é um tema global que precisa, por meio da inovação, apoiar questões relacionadas à saúde e ao bem-estar (Global Bioeconomy Summit, 2020a).

O *Communiqué* da GBS 2020, redigido pelo IACGB, apontou a necessidade de mudança urgente nos sistemas econômicos globais em direção a sistemas de base biológica. Destacou ainda o potencial de utilização das ciências da vida, da digitalização e suas interligações e a necessidade de investimento em educação para que seja possível aproveitar as oportunidades de emprego dentro da bioeconomia. A seguir, apresentam-se alguns pontos principais da Cúpula (Global Bioeconomy Summit, 2020b).

Com relação às diferentes áreas da bioeconomia, conforme mencionado anteriormente, as ciências da vida em conjunto com a digitalização e a convergência de tecnologias-chave, como nanotecnologia, tecnologias de informação, biotecnologia, biologia sintética e engenharia, poderão fornecer soluções para os grandes problemas da sociedade, como, por exemplo, novos processos para produção industrial que convertem carbono e resíduos alimentares em produtos e materiais de maior valor agregado: o desenvolvimento de biomateriais avan-

<sup>22</sup> Maurício Antonio Lopes foi o membro brasileiro do IACGB na GBS de 2020.

<sup>23</sup> Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>.

çados que podem substituir plásticos e outros materiais, como o aço, que, durante sua produção, emite muitos gases de efeito estufa (Global Bioeconomy Summit, 2020b). Por fim, a pandemia da covid-19 mostrou como a bioinovação pode ser extremamente importante para a saúde e fornecer respostas rápidas aos desafios colocados pela pandemia, sobretudo em relação a kits de diagnósticos, medicamentos e tratamentos (Global Bioeconomy Summit, 2020b).

Outro aspecto importante é o desenvolvimento de novas indústrias e cadeias de valor, que promovam a criação de novos empregos e tenham potencial para impulsionar mudanças nas indústrias tradicionais por meio de adaptações e novas sinergias. Há expectativa de que a bioeconomia aumente o emprego também nas áreas rurais pela ligação entre produtores e novos mercados e pela agregação de valor aos bioprodutos (Global Bioeconomy Summit, 2020b).

No setor agropecuário, a bioeconomia tem papel fundamental para a segurança alimentar e nutricional, ao mesmo tempo em que fornece novas oportunidades de negócios e inovação e facilita a adaptação da agricultura ao contexto de mudanças do clima. De acordo com o IACGB, a bioeconomia fornece soluções para fortalecer a resiliência do abastecimento alimentar local e regional, contribuindo para o uso sustentável dos recursos naturais e para a gestão da agricultura e pecuária. Isso ocorre por meio das seguintes ações: proteção ao solo e aumento de produtividade; aumento da recuperação, reutilização e reciclagem de nutrientes; acessibilidade de novas fontes de proteína; promoção do uso de fertilizantes alternativos em substituição aos de origem fóssil; redução do desperdício e das perdas de alimentos; diminuição da utilização de pesticidas, antibióticos; e incentivo a padrões de consumo sustentáveis (Global Bioeconomy Summit, 2020b).

Como já destacado em outras edições da GBS, a bioeconomia tem grande potencial de contribuição para adaptação às mudanças do clima e sua mitigação tanto no que se refere ao sequestro de carbono quanto ao aumento de resiliência. Algumas sugestões de respostas da bioeconomia às mudanças do clima são a gestão da terra (agricultura, florestas, solos, outros ecossistemas) e a gestão da cadeia de valor. A bioeconomia, além de fornecer soluções baseadas em ciência, também colabora com alternativas para agricultura resiliente e manejo florestal, bem como com soluções para planejamento urbano e infraestrutura (Global Bioeconomy Summit, 202b).

Ao final do *Communiqué*, são listadas as prioridades para o avanço da bioeconomia. Aqui se destaca com maior detalhe a primeira, que é a necessidade

de uma abordagem de sistema para as políticas nas quais o sistema agroalimentar deve ser o foco. Dentro dessa abordagem, são necessários instrumentos de política única, como, por exemplo, a precificação de carbono, mas também arcabouços específicos para cada contexto que incluam os diversos atores/instituições, com uma governança desenhada. Essa transição em direção à bioeconomia requer uma perspectiva política de longo prazo, mudanças em marcos regulatórios e estruturas de incentivos econômicos (tradicionais), bem como novos arranjos institucionais. As seguintes ações também foram consideradas essenciais: capitalizar o poder da ciência e da informação; treinar os jovens para os novos postos de trabalho da bioeconomia; facilitar o desenvolvimento de uma bioindústria forte e resiliente; fornecer estruturas para o desenvolvimento de uma bioeconomia sustentável; e por fim criar uma abordagem de plataforma com todos os *stakeholders* e atores, para que haja novas formas de engajamento, incluindo o desenvolvimento de redes locais para a aproximação de parceiros e transferência de tecnologia. O IACGB entende que redes e plataformas globais ajudarão a unir diferentes atores ao redor do mundo para que possam definir, em conjunto, as perspectivas e os princípios orientadores para a formulação de políticas de bioeconomia global (Global Bioeconomy Summit, 2020b).

## Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico

A OCDE foi um dos primeiros fóruns globais a abordar o conceito de bioeconomia e sua importância para o desenvolvimento de conhecimentos na área das ciências da vida. Ainda em 2006, no âmbito de seu Programa Futuros Internacionais (IFP, do inglês International Futures Programme), a organização iniciou um projeto para desenhar uma agenda de política de bioeconomia para governos. Inicialmente, a OCDE considerava a bioeconomia como “[...] o conjunto agregado de operações econômicas em uma sociedade que usa o valor latente incumbente em produtos e processos biológicos para capturar novos benefícios de crescimento e bem-estar para cidadãos e nações” (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2006, p. 1, tradução nossa). O projeto também atendeu pedido dos ministros de Ciência e Tecnologia dos países membros da OCDE que, em 2004, instaram a organização a fortalecer sua contribuição no campo da biotecnologia como vetor para o crescimento e desenvolvimento sustentáveis e incentivaram a conclusão dos trabalhos desse fórum sobre os desafios de políticas para uma economia de base biológica.

O objetivo do projeto de bioeconomia da OCDE foi avaliar o impacto potencial das biotecnologias e biociências na economia e identificar as áreas onde as políticas públicas podem ser eficazes na remoção de barreiras, no incentivo à inovação e na melhoria da compreensão e cooperação entre os vários *stakeholders*. Esse projeto culminou na publicação do estudo *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda* (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2009a) e de seu respectivo sumário executivo (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2009b). Nesse primeiro momento, nota-se que o tema de bioeconomia era muito voltado para biotecnologia, sendo esses termos tratados de maneira quase intercambiável. O uso da biotecnologia é incentivado para tratar de questões ambientais globais – como mudanças climáticas, por exemplo –, por meio de acordos internacionais que estimulem a criação de mercados para produtos de biotecnologia ambientalmente sustentáveis. À medida que os estudos na área de bioeconomia avançaram, inclusive no âmbito da própria OCDE, como ver-se-á adiante, a biotecnologia passou a ser entendida como uma tecnologia de plataforma, que abrange vários setores na bioeconomia, tais como agricultura, silvicultura, celulose e papel e outros (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2018).

Embora a OCDE não tenha uma governança específica sobre o tema, devido às suas particularidades institucionais e à característica transversal da bioeconomia, esta encontra-se debaixo da Diretoria de Ciência, Tecnologia e Inovação da organização. O objetivo da OCDE, ao fomentar a discussão e a publicação de documentos sobre bioeconomia, reside em liderar a formulação e a implementação de uma agenda internacional de políticas de longo prazo para o tema (20 a 30 anos). As principais publicações da OCDE acerca da bioeconomia (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2006, 2009a, 2009b, 2018, 2019) buscam analisar os grandes desafios, em termos de políticas (*policies*), para o desenvolvimento da bioeconomia em escala global, bem como examinar políticas, estratégias e ecossistemas de inovação nacionais bem-sucedidos, de forma a extrair recomendações de políticas para seus membros.

Em relação aos setores da bioeconomia, o estudo pioneiro da Organisation for Economic Cooperation and Development (2009a, 2009b) indica três que são chave para o desenvolvimento da bioeconomia: agricultura, saúde e indústria. Para cada um deles, o estudo recomenda algumas iniciativas que contribuirão para consolidar a base do desenvolvimento da bioeconomia a longo prazo. Em agricultura, o estudo sugere o incentivo à aplicação da biotecnologia para melhorar as variedades vegetais e animais; em saúde, o desenvolvimento de

sistemas regulatórios, de pesquisa e de registro de saúde que vinculem histórias de prescrição, informações genéticas e outras informações; finalmente, na indústria, o aumento do apoio à adoção e ao uso de padrões internacionalmente aceitos para análise do ciclo de vida (ACV), juntamente com outros incentivos para recompensar tecnologias ambientalmente sustentáveis. *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda* aponta, ainda, que, para que a bioeconomia possa se consolidar, é necessário tomar as seguintes medidas: 1) estimular e investir nas áreas de agricultura e biotecnologias industriais (aproximadamente 75% da contribuição econômica futura da biotecnologia e grandes benefícios ambientais provavelmente virão dessas duas áreas); 2) garantir que o mundo se prepare para uma revolução onerosa, mas benéfica na área da saúde; 3) transformar o poder potencialmente disruptivo da biotecnologia em vantagem econômica; 4) reduzir barreiras para inovação em biotecnologia; 5) promover a integração da pesquisa em biotecnologia em aplicações comerciais; e 4) criar um diálogo contínuo entre governos, cidadãos e empresas.

Recentemente, a Organisation for Economic Cooperation and Development (2018) ampliou o conjunto de setores e investimento em PD&I relacionados à bioeconomia para além da biotecnologia. Em pesquisa, a partir dos três setores elencados, a organização entende que é necessário maior investimento tanto em variedades de cultivo melhoradas com características agrônômicas, quanto em farmacogenética e em bioquímicos, principalmente biocombustíveis com maior densidade energética fabricados a partir da cana-de-açúcar ou do bioetanol a partir de matéria-prima lignocelulósica, como gramíneas e madeira. Ademais, a OCDE considera que a bioeconomia dos próximos 30 anos estará fortemente relacionada à biomassa, principalmente no que tange à sua mensuração e à conciliação das necessidades industriais e alimentares e de sustentabilidade com a produção de biomassa, bem como à capacidade dos países de possuírem instalações adequadas de biorrefinarias e usinas de bioprodução (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2018).

## Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

Conforme mencionado anteriormente, após a reunião de ministros de agricultura no Fórum Global de Alimentação e da demanda feita para a FAO para coordenar uma ação para o desenvolvimento sustentável da bioeconomia,

iniciou-se, em 2016, o projeto Rumo a Diretrizes para uma Bioeconomia Sustentável (Gomez et al., 2019). Seu principal objetivo é desenvolver diretrizes de bioeconomia para ajudar países, bem como produtores e usuários de bioprodutos de biomassa, no desenvolvimento e na implementação de políticas, programas e estratégias de bioeconomia sustentável.

O primeiro produto desse projeto foi a criação de um Grupo Internacional de Trabalho sobre Bioeconomia Sustentável (ISBWG, do inglês International Sustainable Bioeconomy Working Group). Em setembro de 2019, o ISBWG incluía 33 membros: 14 governos nacionais – África do Sul, Alemanha, Argentina, Brasil<sup>24</sup>, Canadá, China, Estados Unidos, Finlândia, França, Holanda, Itália, Malásia, Namíbia e Uruguai; 3 órgãos governamentais regionais e instituições afiliadas, entre eles a Comissão Europeia; 2 organizações da sociedade civil; 4 entidades do setor privado e parcerias público-privadas; 6 instituições de pesquisa, entre elas a Embrapa, o Centro Internacional para Agricultura Tropical (Ciat), a Universidade de Wageningen; e 4 organizações intergovernamentais – a FAO, a OCDE, a Cepal e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud).

Podemos considerar que o projeto possui uma governança, ou seja, a FAO é a instância coordenadora; além dela, há prestação de contas ao doador dos recursos financeiros: o BMEL. Como o estabelecimento do ISBWG foi uma demanda de ministros da agricultura no âmbito do Fórum Global de Agricultura, espera-se que os resultados do projeto também sejam informados aos ministros. Trabalhando como um órgão consultivo, os integrantes do projeto participam das atividades, trocam experiências e opiniões, revisam documentos, apresentam estudos de casos, contribuindo assim para o levantamento de elementos que ajudem a alavancar a bioeconomia sustentável.

Na primeira fase do projeto, foi feita uma análise das estratégias nacionais de bioeconomia existentes a fim de identificar como a sustentabilidade foi abordada. A seguir, são descritos alguns dos principais destaques dessa análise (Dubois; Gomez, 2016):

- Há evidência do forte interesse pela bioeconomia, em diferentes níveis em todo o mundo, como possível contribuição para abordagem dos grandes desafios globais, nacionais, ambientais e de desenvolvimento regional.

---

<sup>24</sup>Desde que integrou o ISBWG, o Brasil conta com uma representante oficial no grupo internacional de trabalho: Danielle Alencar Parente Torres, pesquisadora da Embrapa.

- Há um entendimento de que garantir que a bioeconomia seja desenvolvida de forma sustentável beneficiará todos os setores da população; entretanto, não é tarefa fácil de ser alcançada. É importante destacar que não existe receita única em termos de prioridades e de como a sustentabilidade é abordada nas estratégias de desenvolvimento e planos nacionais de implementação da bioeconomia.
- As estratégias atuais de bioeconomia são escritas com estruturas amplas. Elas incluem considerações ambientais e socioeconômicas. Todavia, elas também mostram algumas dificuldades e lacunas comuns, por exemplo: a preocupação em relação ao uso racional da terra, da água e da gestão de resíduos ao longo de toda a cadeia de valor, a possível competição entre os diferentes setores de uso final de biomassa, a segurança energética, as bioinovações, as tecnologias facilitadoras e convergentes e os mecanismos para beneficiar pequenos proprietários.
- Por fim, a análise mostra que muitos países indicam que os padrões de sustentabilidade e as diretrizes devem ser desenvolvidas e acordadas em âmbito internacional e consideram que o ISBWG está trabalhando para contribuir para esse desenvolvimento.

O ISBWG trabalhou, ainda, em princípios e critérios para uma bioeconomia sustentável, com o fim de construir alguns balizadores que pudessem ser utilizados em outras etapas do projeto. O objetivo não era “engessar” a discussão, mas chegar a pontos comuns que pudessem ser acordados. A partir desse exemplo do ISBWG, pode-se considerar esse passo como importante, quando se pensa na construção de uma governança entre diferentes setores, instituições, atores e sociedade.

Outro produto desse grupo de trabalho é a elaboração de um relatório que oferece lições a partir de 26 estudos de caso de bioeconomia sustentável, considerando diferentes países e setores. O relatório apresenta, entre outros aspectos, a visão geral de uma série de intervenções em diferentes setores, os objetivos que essas intervenções buscavam alcançar, os principais atores envolvidos, os fatores de sucesso e as lições aprendidas. O documento fornece a tomadores de decisão e a pessoas que trabalham diretamente em iniciativas de bioeconomia exemplos dos elementos que precisam ser considerados no momento de implementação de atividades de bioeconomia. Novamente, considerando-se esse relatório, é possível tê-lo como exemplo, ao se pensar na governança da bioeconomia para a construção de uma estratégia, seja ela local/regional/nacional, pois são variáveis importantes a serem consideradas nas

ações que precisarão ser coordenadas entre os diferentes executores, além das particularidades de cada caso (Gomez et al., 2019).

No caso do relatório do ISBWG e de sua abordagem, no lugar dos setores, que foram elencados anteriormente nas experiências das estratégias de países, dar-se-á destaque aos temas principais apresentados por meio das lições apreendidas dos estudos de caso, a saber: segurança alimentar, gestão de recursos naturais, mudanças climáticas, consumo e produção sustentáveis, crescimento econômico e boa governança. Os estudos de caso, em sua maioria, possuem instituições de pesquisa envolvidas e trazem exemplos de vários setores. Para este capítulo, escolheu-se apresentar em maior detalhe um estudo de caso do Brasil<sup>25</sup> que integra a publicação do ISBWG (Gomez et al., 2019). Trata-se da Rede Passitec – Desenvolvimento Tecnológico para Uso Funcional e Medicinal das Passifloras Silvestres, criada em 2008 e coordenada pela Embrapa Cerrados. A rede tem desenvolvido tecnologias e trabalhado na organização da cadeia de produção para disponibilizar a espécie silvestre *Passiflora* spp. para a população.

A Rede Passitec foi organizada com a finalidade de gerar informações e tecnologias para diferentes áreas do conhecimento, a fim de viabilizar a rápida inserção no mercado de fruteiras da biodiversidade brasileira, prevendo também o aproveitamento integral da planta. A rede possui a colaboração de mais de 100 pesquisadores e 27 instituições públicas e privadas. Em comum com outros estudos, os seguintes aspectos foram considerados de sucesso: o uso de plantas e raças animais locais, respeitando os recursos genéticos, os direitos intelectuais e de propriedade das comunidades locais e o apoio à conservação da natureza; a aplicação de práticas e tecnologias inovadoras para produção de biomassa, processamento e uso; a preservação do conhecimento tradicional em inovações e o envolvimento ativo das comunidades indígenas e locais; *clustering* e integração de setores e níveis; a adoção de abordagens territoriais e paisagísticas em âmbito nacional ou planejamento local; e a distribuição justa de benefícios entre os atores da cadeia de valor. Esse estudo de caso brasileiro está ligado ao setor agropecuário e envolve uma instituição de pesquisa. Essas são duas fortalezas que o Brasil possui, ou seja, um setor forte e também com desenvolvimento e adaptação de PD&I para a realidade tropical.

<sup>25</sup> A publicação da FAO também aborda outro estudo de caso brasileiro: o projeto Processamento Sustentável de Girassol como Cultivo Promissor em Áreas Agrícolas para Produção Simultânea de Óleo de Girassol e Ingredientes Alimentícios de Alto Valor Proteico ou simplesmente Sunflower Protein (SunPro), resultante da parceria de pesquisa entre Brasil e Alemanha. O projeto entra na linha de pesquisa de alimentos com características para a saúde, com foco em tecnologias que possam desenvolver produtos alimentares que contribuam para reduzir a obesidade e doenças relacionadas à nutrição.

Um fórum como o ISBWG e suas discussões e resultados podem servir de inspiração para a criação de outros fóruns, seja no âmbito nacional ou local e até mesmo institucional, quando se pensa em uma instituição grande como é o caso da Embrapa. Há elementos de governança, a disponibilização de informação que pode ser utilizada como ponto de partida para ações e alguns aprendizados e ferramentas que ajudam a definir iniciativas que contribuam para o desenvolvimento de uma bioeconomia sustentável.

## Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

Nesta seção, será apresentada a experiência regional latino-americana da Cepal. Nesse caso, não há um grupo de trabalho envolvendo atores, como no exemplo anterior, ou seja, a Cepal mobiliza atores diversos na América Latina e Caribe (ALC) na promoção de eventos e discussão, procurando fortalecer o tema, mas ainda sem um compromisso estruturado entre atores permanentes. Nesse contexto, a atuação da Cepal em bioeconomia aproxima-se daquela da OCDE.

Percebe-se o esforço em fomentar essa união da ALC em torno da bioeconomia, já que foram promovidos eventos e existem publicações com o foco específico nesse tema. Uma das primeiras, *Bioeconomía en América Latina y el Caribe: contexto global y regional y perspectivas* (Rodríguez et al., 2017), é bastante importante porque apresenta vários aspectos sobre a bioeconomia da região, entre os quais três serão aqui destacados, considerando-se que poderiam ser direcionadores para o desenvolvimento da bioeconomia.

O primeiro aspecto é o entendimento de que não há uma “única” bioeconomia e as realidades na América Latina são bastante diversas, seja em relação ao tamanho do país, seja pelo grau de desenvolvimento nacional ou pelas vantagens comparativas e competitivas. Diante dessa constatação, apontam-se caminhos para a bioeconomia. Esses caminhos foram construídos e validados no âmbito do projeto ALCUE-KBBE, um projeto da UE que teve por objetivo discutir o conceito da bioeconomia com países da ALC e fomentar parcerias entre UE e ALC (Trigo et al., 2013). Os seis caminhos considerados são os seguintes: utilização da biodiversidade, serviços ecossistêmicos, eointensificação, aplicações biotecnológicas, bioenergia e bioprodutos (biorrefinarias) e melhoria na eficiência das cadeias de valor agroalimentares. A Cepal considerou a utilização da

biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como um único caminho, no entanto a abordagem original de Trigo et al. (2013) considera seis caminhos<sup>26</sup>. Deve-se destacar que, nesse fórum, há um direcionamento em relação às possibilidades da bioeconomia para a região, o que contribui para a definição de prioridades. Em um país continental, como o Brasil, é bastante importante enxergar esses possíveis direcionamentos e relacioná-los ao local/estado/região em que podem se desenvolver melhor.

Os seis caminhos podem ajudar a priorizar investimentos e áreas de pesquisa. Por exemplo, a ecoinintensificação<sup>27</sup> é um caminho que a Embrapa tem trabalhado ao longo de sua existência, seja com práticas e tecnologias, seja com sistemas integrados e utilização de insumos biológicos, entre outros. Outro exemplo é o da bioenergia, em cujo desenvolvimento o Brasil tem tido liderança. A Embrapa também tem contribuído para que esse caminho se desenvolva no País, seja mediante estudos para diversificação de biomassas energéticas e para maior produtividade de biomassa por biocombustível, seja para processos de conversão de biomassa.

O segundo aspecto relaciona-se ao levantamento dos principais produtos exportados pelos países da ALC e sua identificação em cinco categorias: bioeconomia de produtos básicos, bioeconomia de produtos básicos com valor agregado, bioeconomia de alto valor agregado, economia mineral e fóssil e outras manufaturas. Nessa análise, o Brasil aparece com 27% de suas exportações em bioeconomia de produtos básicos, 6,2% em bioeconomia de produtos básicos de valor agregado e 1,2% em bioeconomia de alto valor agregado, ou seja, há muito o que se desenvolver dentro da bioeconomia e há bastante espaço para aumentar a participação do Brasil (Rodriguez et al., 2017).

Além da oportunidade para aumento de exportações de maior valor agregado, o estudo da Cepal também apresenta uma subdivisão dos três tipos da bioeconomia nos quais é possível identificar como os setores estão classificados. Para a bioeconomia de produtos básicos, os setores são os seguintes: agricultura e agroindústria; pesca, aquicultura e derivados. Na bioeconomia de produtos básicos de valor agregado estão incluídos os seguintes setores: indústria alimentícia; indústria de papel e celulose; fibras, têxteis e couros; bioetanol e bioenergia

<sup>26</sup> Como esses caminhos serão abordados com mais detalhes no Capítulo 5, suas descrições não serão detalhadas aqui.

<sup>27</sup> O conceito de ecoinintensificação surgiu na França, no final da primeira década do século 21, e compreende sistemas produtivos ecologicamente intensivos e de alto valor ambiental, que concebem uma agricultura produtiva, econômica em insumos externos e menos nociva ao meio ambiente (Barros et al., 2011).

sólida. Na classificação de bioeconomia de alto valor agregado estão os químicos de base biológica, os bioplásticos, a indústria farmacêutica e a de biocosméticos. A partir dessa subdivisão e dos dados de exportação, é calculada uma medida de vantagem comparativa revelada (VCR), que é a relação entre o percentual de exportações do país para uma determinada categoria (aqui chamamos de setores) em relação ao seu total de exportações, dividido pelo percentual das exportações mundiais dessa categoria no total do comércio mundial. Se o número for maior do que 1, isso significa que há VCR, porque o percentual de participação das exportações no país naquela categoria é maior do que a participação da categoria no comércio mundial. Para o caso do Brasil, o estudo indica VCR maior do que 1 na maioria dos setores, exceto em três: pesca, aquicultura e derivados; químicos de base biológica; e biofármacos. Portanto, é possível aproveitar essa competitividade e as possibilidades de ganhos a partir da bioeconomia por meio do comércio internacional.

O terceiro aspecto é a relação entre bioeconomia e os ODS. Nesse caso, os autores destacam como a bioeconomia poderá impactar positivamente e contribuir para diversos ODS. Inicialmente, apontam a relação entre a bioeconomia e a produção sustentável de alimentos saudáveis, que pode contribuir para os ODS 2 (fome zero e agricultura sustentável) e 3 (saúde e bem-estar), e o fato de a produção ser sustentável, o que contribui para o ODS 12 (consumo e produção). Os autores apontam, ainda, que a bioeconomia é baseada em novos modelos de produção para o desenvolvimento de novos produtos que substituam os produtos derivados de fósseis, como, por exemplo, os bioinsumos na agricultura; os bioplásticos; os biomateriais; e os biocombustíveis, o que contribui para o alcance do ODS 7 (energia limpa e acessível) e do ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura).

Além disso, a bioeconomia oferta produtos para satisfazer as novas demandas dos consumidores, por exemplo, alimentos funcionais e biocosméticos, contribuindo para o ODS 2 (fome zero e agricultura sustentável) e o ODS 12 (consumo e produção responsáveis). Já a utilização de resíduos da agricultura, da indústria e dos domicílios e o fechamento dos ciclos de produção presentes na bioeconomia contribuem para o ODS 12 (consumo e produção responsáveis) e o ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis). Outro importante elemento da bioeconomia é a possibilidade de desenvolver produtos, processos e sistemas que replicam processos e sistemas observados na natureza. Isso pode levar ao desenvolvimento de novas cadeias de valor, contribuindo para o ODS 9

(indústria, inovação e infraestrutura), o ODS 14 (vida na água) e o ODS 15 (vida terrestre). A bioeconomia também inclui o desenvolvimento de alternativas de biorremediação para enfrentar problemas de poluição ambiental, por exemplo, para a recuperação de solos degradados ou contaminados e para o tratamento de água para consumo humano e águas residuais; essas são alternativas para apoiar o ODS 6 (água potável e saneamento) e o ODS 15 (vida terrestre). Portanto, para a Cepal, a bioeconomia tem o potencial de contribuir para nove ODS: 2, 3, 6, 7, 9, 11, 12, 14 e 15. Sete deles coincidem com o documento da GBS de 2015: ODS 2, ODS 3, ODS 6, ODS 7, ODS 12, ODS 14 e ODS 15.

A Tabela 1 traça um comparativo entre os atores estatais e não estatais selecionados, relativos à governança, a setores prioritários e à pesquisa da bioeconomia.

**Tabela 1.** Análise comparativa entre atores internacionais selecionados quanto à governança, setores prioritários e áreas de pesquisa em bioeconomia.

Ator internacional	Governança	Setor prioritário	Área de pesquisa
<b>Estados Unidos</b>	Presidência da República coordena as discussões sobre bioeconomia	Saúde, energia e agricultura	Segurança e eficácia de microrganismos, plantas e animais para produtos desenvolvidos usando edição de genes; biotecnologia; ômicas; biossegurança e análise de dados; previsões e análises de coleções abrangentes de dados epidemiológicos, clínicos e genômicos; nanobiotecnologia e Indústrias do Futuro
<b>Malásia</b>	Conselho multiministerial (NBC) coordena as discussões sobre bioeconomia	Agricultura (agrobiotecnologia tropical), saúde e biotecnologia industrial	Bioingredientes de alto valor; variedades alimentares de alto valor; insumos agrícolas de base biológica; insumos hortícolas de alto valor; células-tronco e medicina regenerativa; biofarmacêuticos; triagem molecular; descoberta de drogas; materiais de base biológica e instrumentos médicos; biomateriais; produtos químicos de base biológica de fontes renováveis; matéria-prima de base biológica para insumos industriais e biorremediação

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Ator internacional	Governança	Setor prioritário	Área de pesquisa
<b>China</b>	Plano para o Desenvolvimento Econômico e Social; Programa Nacional de Alta Tecnologia e Programa Nacional de Pesquisa Básica (não há plano ou estratégia nacional para bioeconomia)	Biomedicina, engenharia biomédica, bioagricultura, manufaturas de base biológica, proteção ambiental de base biológica, serviços biotecnológicos e bioenergia	<i>Big data</i> para as áreas biológicas; geração de novos genes, novas vacinas, anticorpos e de produtos químicos de base biológica
<b>Alemanha</b>	Dois ministérios federais (BMBF e BMEL) coordenam as discussões sobre bioeconomia, com apoio consultivo do Conselho de Bioeconomia	Agricultura, silvicultura, aquicultura, saúde, alimentação, energia, química e têxtil	Digitalização; nanotecnologia, tecnologia da informação e ciências cognitivas, materiais e de engenharia; recursos biogênicos; reciclagem e reutilização de subprodutos, resíduos e fluxos de resíduos; ômicas e biotecnologia
<b>Itália</b>	Presidência do Conselho de Ministros coordena as discussões sobre bioeconomia	Agroalimentar, florestas, indústria de base biológica e bioeconomia marinha	Agricultura e silvicultura inteligentes para o clima, agricultura de precisão, intensificação ecológica, agroecologia, monitoramento por satélite, reúso de resíduos, gestão de risco, técnicas e marcadores moleculares, fontes alternativas de alimentos; sistemas de monitoramento e controle para prevenir a pesca ilegal por meio de tecnologias de TI, <i>big data</i> , <i>Analytics</i> e Indústria 4.0, dessalinização, exploração sustentável de biosistemas de águas profundas e nexos terra/mar, aquicultura; desperdício de alimentos, mudanças no comportamento do consumidor, nutrientes dos alimentos, cadeias de abastecimento sustentáveis, promoção de cadeias alimentares locais curtas; biomassa, estratégias de mitigação às mudanças climáticas, biorrefinarias, potencial da biodiversidade mediterrânea

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Ator internacional	Governança	Sector prioritário	Área de pesquisa
<b>União Europeia</b>	DG de Pesquisa e Inovação coordena as discussões sobre bioeconomia, apoiada por outras DGs europeias. Nove países possuem estratégias nacionais próprias para o tema	Agricultura, florestas, pesca, alimentos, produção de papel e celulose, partes das indústrias química, biotecnologia e energia	Substitutos para materiais de base fóssil de base biológica, recicláveis e biodegradáveis marinhos; observação ambiental; biodiversidade e capital natural; agricultura, silvicultura e áreas rurais; mar e oceanos; sistemas alimentares; sistemas de inovação de base biológica e sistemas circulares
<b>ODS</b>	Não há estrutura formal de governança de bioeconomia	Agricultura, silvicultura, alimentação, bioenergia, biotecnologia e química verde	Biociências; sustentabilidade, diversificação de matérias-primas para bioenergia e bioprodutos
<b>GBS</b>	Conselho Consultivo Internacional (IACGB) e encontros de cúpula bienais	Agricultura, silvicultura, processamento de alimentos, bioenergia, saúde, biotecnologia e química verde	Biociências (química, energia, tecnologia da informação); engenharia; sustentabilidade; mudanças globais; governança e capacitação
<b>OCDE</b>	Não há estrutura formal de governança de bioeconomia	Agricultura, saúde e indústria	Variedades de cultivo melhoradas com características agronômicas; farmacogenética e bioquímicos, principalmente biocombustíveis e biomassa
<b>FAO</b>	Grupo Internacional de Trabalho sobre Bioeconomia Sustentável (ISBWG), sob coordenação da FAO	Agricultura (segurança alimentar, gestão de recursos naturais, mudanças climáticas, consumo e produção sustentáveis, crescimento econômico e boa governança)	Em um de seus princípios, considera que a bioeconomia sustentável deveria utilizar os conhecimentos existentes e as tecnologias e boas práticas já validadas, e promover P&D nas áreas consideradas necessárias, de acordo com o país
<b>Cepal</b>	Não há estrutura formal de governança de bioeconomia	Agricultura e agroindústria, pesca, aquicultura e derivados	Ecointensificação e bioenergia

BMBF: Ministério Federal da Educação e Pesquisa da Alemanha; BMEL: Ministério Federal da Alimentação e Agricultura da Alemanha; DG: Direção-Geral; ODS: objetivo de desenvolvimento sustentável; GBS: *Global Bioeconomy Summit*; OCDE: Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico; FAO: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura; Cepal: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe; IACGB: International Advisory Council on Global Bioeconomy; ISBWG: International Sustainable Bioeconomy Working Group; DG de Pesquisa e Inovação: Diretoria-Geral de Pesquisa e Inovação; NBC: National Bioeconomy Council.

## Considerações Finais

Considerando-se que a bioeconomia favorece o fortalecimento das relações entre atividades do setor primário, como a agricultura, e atividades da indústria de transformação e de serviços, seu potencial pode ser mais bem explorado pelo Brasil, país de liderança mundial em exportações primárias, mas que carece de incentivos para a agregação de valor em todos os setores. O Brasil é um dos poucos países do mundo a destacar o potencial existente na combinação de tecnologias biológicas e digitais para modernização de indústrias e negócios (German Bioeconomy Council, 2018). De fato, a Embrapa apontou, em seu documento *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*, a convergência tecnológica e de conhecimentos na agricultura como uma das megatendências que conformarão as cadeias produtivas agrícolas nos próximos anos. Além de viabilizar o surgimento de tecnologias substancialmente mais acessíveis, estimou-se um mercado global de US\$15 bilhões para a agricultura digital em 2021 (Embrapa, 2018a). Ademais, o País é o único a combinar a maior diversidade genética vegetal do mundo com um setor agropecuário extremamente dinâmico e eficiente, características que estimulam o desenvolvimento da bioeconomia.

Ao se observar o ambiente doméstico dos cinco países analisados e da UE, bem como a atuação de cinco fóruns globais em bioeconomia, nota-se que a elaboração de uma estratégia nacional voltada especificamente para a bioeconomia é o primeiro passo para alavancar e orientar as ações estratégicas em bioeconomia de um país, incluindo a formação e a capacitação<sup>28</sup> de mão de obra voltada para essa área. Quanto às relações internacionais, o tema pode facilitar o desenvolvimento de importantes relações bilaterais (Estados Unidos, Alemanha e China) e multilaterais (FAO, GBS<sup>29</sup> e OCDE) para o Brasil. Neste último caso em

<sup>28</sup> A Universidade de São Paulo (USP), por exemplo, possui bacharelado em Biotecnologia desde 2016. O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) oferta cursos de qualificação profissional e customizados voltados para a bioeconomia.

<sup>29</sup> O Brasil possui, atualmente, representantes oficialmente designados nos fóruns de trabalho sobre bioeconomia na FAO, na GBS e na Cepal. É importante que o País se mantenha atento às discussões internacionais e invista na participação contínua e proativa de membros e representantes, tanto para influenciar as definições e negociações, quanto para estar atualizado acerca dos principais desdobramentos da bioeconomia no âmbito global.

especial, o governo brasileiro tem buscado fortemente desde 2018 a acesso<sup>30</sup> à OCDE. A bioeconomia representa uma oportunidade para ampliar a convergência entre a atuação desse importante fórum multilateral e o Brasil, desde que o País consiga criar um arcabouço normativo efetivo que permita o fomento e a consolidação da BE no plano interno.

A bioeconomia do futuro envolverá três elementos principais: 1) uso de conhecimento avançado de genes e processos celulares complexos para desenvolver novos processos e produtos; 2) uso de biomassa renovável e bioprocessos eficientes para apoiar a produção sustentável; e 3) integração de conhecimentos e aplicações de biotecnologia em vários setores (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2009b). Diante do exame das estratégias e políticas nacionais de diversos países e fóruns globais realizado neste capítulo, há concordância com o achado da OCDE, já que esses elementos estão presentes em todos os setores e áreas de pesquisa mapeados. Ainda segundo a Organisation for Economic Cooperation and Development (2009b), dois modelos de negócios podem se tornar cada vez mais importantes no futuro: modelos colaborativos para compartilhar conhecimento entre instituições, reduzindo custos de pesquisa, e modelos integradores que coordenam vários atores distintos com o objetivo de criar e manter mercados.

Esses novos modelos de negócios e o desenvolvimento de ecossistemas de inovação voltados para a bioeconomia também representam uma oportunidade de colaboração internacional para o Brasil. A Tabela 2 apresenta uma sucinta matriz de oportunidades de colaboração internacional para o Brasil, a partir do exame dos documentos e estratégias dos 11 atores internacionais analisados.

As contribuições da biologia para a transformação dos modelos econômico e energético atuais já são uma realidade e os países que melhor se prepararem para essa transição estarão à frente em questões de competitividade, busca por mercados, inovação e sustentabilidade.

Neste contexto, a Embrapa, enquanto instituição de pesquisa pública, pode vir a desempenhar um papel de relevo nas ações do governo brasileiro em

<sup>30</sup>Em setembro de 2020, quando da elaboração deste capítulo, o Brasil era o candidato à acesso à OCDE com maior aderência aos instrumentos da organização: é parte de 91 dos 248 instrumentos em vigor e está solicitando adesão a mais 51; participa, ainda, de cerca de 30 comitês e grupos de trabalho. Ao tornar-se membro da OCDE, o governo brasileiro espera atrair mais investimentos internacionais, influenciar regras e padrões internacionalmente reconhecidos e fomentar a cooperação e troca de experiências de alto nível com países desenvolvidos.

**Tabela 2.** Matriz de oportunidades de colaboração internacional para o Brasil com os atores internacionais analisados.

Atores internacionais	Oportunidades para o Brasil
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engenharia genética</li> <li>- Estímulo à produção e comercialização de bioprodutos (certificação de produtos e programa de compras governamentais)</li> </ul>
Malásia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomassa agrícola para produtos de alto valor</li> <li>- Metodologia de mensuração da bioeconomia, sobretudo fluxos econômicos</li> <li>- Biotecnologia industrial</li> </ul>
China	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomedicina</li> <li>- Experiências com biorremediação</li> <li>- Uso de resíduos</li> <li>- Biotecnologia</li> </ul>
Alemanha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de marco regulatório em bioeconomia</li> <li>- Energias renováveis</li> </ul>
Itália	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de marco regulatório em bioeconomia</li> <li>- Bioeconomia marinha</li> </ul>
União Europeia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de marco regulatório em bioeconomia</li> <li>- Fortalecimento de sistemas de PD&amp;I para bioeconomia</li> </ul>
ODS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioeconomia sustentável</li> <li>- Alinhamento entre políticas nacionais de bioeconomia e alcance dos ODS</li> </ul>
GBS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de estratégia em bioeconomia</li> <li>- Possibilidade de diálogo e colaboração multilaterais em PD&amp;I</li> <li>- Governança</li> </ul>
OCDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de estratégia e orientação de políticas em bioeconomia</li> <li>- Desenvolvimento de marco regulatório em bioeconomia</li> <li>- Mensuração da bioeconomia</li> </ul>
FAO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Princípios e critérios para uma bioeconomia sustentável</li> <li>- Boas práticas para uma bioeconomia sustentável</li> <li>- Alternativas de monitoramento e mensuração da bioeconomia</li> </ul>
Cepal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definição sobre prioridades para a região</li> <li>- Fortalecimento de parcerias (pesquisa, setor público e privado) na região</li> <li>- Promoção de exportações da região</li> </ul>

ODS: objetivo de desenvolvimento sustentável; GBS: *Global Bioeconomy Summit*; OCDE: Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico; FAO: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura; Cepal: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe.

bioeconomia. A Confederação Nacional da Indústria (CNI)<sup>31</sup> (2014) elenca diversas áreas de fronteira do conhecimento do agronegócio as quais são bastante relacionadas ao escopo de atuação da Embrapa: reprodução vegetal assistida, reprodução animal assistida, biotecnologia florestal, coleta e conservação de germoplasma, plantas resistentes e estresses abióticos e bióticos, organismos geneticamente modificados (OGM), biotecnologia azul e bioprospecção. A construção de parcerias internacionais em PD&I, de caráter ganha-ganha, mostra-se um caminho sólido para que o Brasil avance na construção de uma bioeconomia robusta e competitiva.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília, DF, 2008.

BARROS, I.; MARTINS, C. R.; CINTRA, F. L. D. **Intensificação ecológica da agricultura**: uma opção para a preservação ambiental com lucratividade. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1014589/1/IntensificacaoEcologica.pdf>. Acesso em: 19 out. 2021.

BRACCO, S.; CALICIOGLU, O.; GOMEZ, M.; FLAMMINI, A. Assessing the contribution of bioeconomy to the total economy: a review of national frameworks. **Sustainability**, v. 10, n. 6, 2018. DOI: 10.3390/su10061698.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Bioeconomia**: oportunidades, obstáculos e agenda. Brasília, DF: CNI, 2014.

COUTINHO, P.; BOMTEMPO, J. V. Roadmap tecnológico em matérias-primas renováveis: uma base para a construção de políticas e estratégias no Brasil. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 910-916, 2011.

DUBOIS, O.; GOMEZ, M. **How sustainability is addressed in official bioeconomy strategies at international, national and regional levels**: an overview. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5998e.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

EL-CHICHAKLI, B.; VON BRAUN, J.; LANG, C.; BARBEN, D.; PHILP, J. Policy: five cornerstones of a global bioeconomy. **Nature**, v. 535, n. 7611, p. 221-223, July 2016. DOI: 10.1038/535221a.

EMBRAPA. Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas. **Bioeconomia**: Sumário Executivo 003. Brasília, DF, 2018b.

<sup>31</sup> A atuação da CNI, enquanto precursora da bioeconomia no setor privado brasileiro, será analisada no Capítulo 2 desta obra.

EMBRAPA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2018a.

ESTADOS UNIDOS. **Fiscal Year 2021 administration research and development budget Priorities**. 2019b. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/08/FY-21-RD-Budget-Priorities.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ESTADOS UNIDOS. **National bioeconomy blueprint**. 2012. Disponível em: [https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national\\_bioeconomy\\_blueprint\\_april\\_2012.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf). Acesso em: 20 ago. 2020.

ESTADOS UNIDOS. **Summary of the 2019 White House Summit on America's Bioeconomy**. 2019a. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/10/Summary-of-White-House-Summit-on-Americas-Bioeconomy-October-2019.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ESTADOS UNIDOS. **Fiscal Year (FY) 2022 administration research and development budget priorities and cross-cutting actions**. 2020. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/08/M-20-29.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

EUROPEAN COMMISSION. **A sustainable bioeconomy for Europe**: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated bioeconomy strategy. Brussels: Directorate-General for Research and Innovation, Unit F–Bioeconomy, 2018. Disponível em: [https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec\\_bioeconomy\\_strategy\\_2018.pdf](https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf). Acesso em: 7 set. 2020.

FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH-BMBF; FEDERAL MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE-BMEL. **National bioeconomy strategy**. Berlim: Zarbock GmbH. 2020. Disponível em: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/national-bioeconomy-strategy-summary.pdf;jsessionid=B3E7>. Acesso em: 7 set. 2020.

FEDERAL MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE-BMEL. **National policy strategy on bioeconomy**: renewable resources and biotechnological processes as a basis for food, industry and energy. mar. 2014. Disponível em: <https://www.bioways.eu/download.php?f=62&l=en&key=c21c2ea7e095424f3545c66da7b98821>. Acesso em: 7 set. 2020.

GERMAN BIOECONOMY COUNCIL (Germany). **Bioeconomy policy (Part III)**: update report of national strategies around the world. Berlin: Office of the Bioeconomy Council, 2018. Disponível em: [http://biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/GBS\\_2018\\_Bioeconomy-Strategies-around-the\\_World\\_Part-III.pdf](http://biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/GBS_2018_Bioeconomy-Strategies-around-the_World_Part-III.pdf). Acesso em: 7 set. 2020.

GLOBAL BIOECONOMY SUMMIT. **Communiqué**: expanding the Sustainable Bioeconomy – Vision and Way Forward. 2020b. Disponível em: [https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020\\_IACGB-Communique.pdf](https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020_IACGB-Communique.pdf). Acesso em: 30 ago. 2021.

GLOBAL BIOECONOMY SUMMIT. **Communiqué**: innovation in the global bioeconomy for sustainable and inclusive transformation and wellbeing. 2018. Disponível em: [https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Downloads/GBS\\_2018\\_Communique.pdf](https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Downloads/GBS_2018_Communique.pdf). Acesso em: 24 ago. 2020.

GLOBAL BIOECONOMY SUMMIT. **Global Bioeconomy Summit 2020 – Conference Report**. 2020a. Disponível em: [https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/02/GBS\\_2020\\_Report\\_final.pdf](https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/02/GBS_2020_Report_final.pdf). Acesso em: 30 abr. 2020a.

GLOBAL BIOECONOMY SUMMIT. **Communiqué: making bioeconomy work for sustainable development**. 2015. Disponível em: [https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2015/Downloads/Communique\\_final\\_neu.pdf](https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2015/Downloads/Communique_final_neu.pdf). Acesso em: 24 ago. 2020.

GOLDEN, J. S.; HANDFIELD, R. B.; DAYSTAR, I.; ERIC, E. T. An economic impact analysis of the U.S. biobased products industry: a report to the Congress of the United States of America. **Industrial Biotechnology**, v. 11, n. 4, Aug. 2015. DOI: 10.1089/ind.2015.29002.jsjg.

GOMEZ, M.; BOGDANSKI, A.; DUBOIS, O. **Towards sustainable bioeconomy: lessons learned from case studies**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca4352en/ca4352en.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

GUIMARÃES, R. Pesquisa translacional: uma interpretação. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 6, p. 1731-1744, 2013. DOI: 10.1590/S1413-1232013000600024.

GUO, M.; SONG, W. The growing U.S. bioeconomy: drivers, development and constraints. **New Biotechnology**, v. 49, p. 48-57, 2019. DOI: 10.1016/j.nbt.2018.08.005.

ITÁLIA. Presidency of Council of Ministers. **Bioeconomy in Italy: a unique opportunity to reconnect the economy, society and the environment**. 2017. Disponível em: [http://www.clusterspring.it/wp-content/uploads/notizie/BIT\\_v4\\_ENG\\_LUGLIO\\_2017.pdf](http://www.clusterspring.it/wp-content/uploads/notizie/BIT_v4_ENG_LUGLIO_2017.pdf). Acesso em: 14 set. 2020.

ITÁLIA. Presidency of Council of Ministers. **Bioeconomy in Italy: a new bioeconomy strategy for a sustainable Italy**. 2019. Disponível em: [http://cnbbsv.palazzochigi.it/media/1719/bit\\_en\\_2019\\_web.pdf](http://cnbbsv.palazzochigi.it/media/1719/bit_en_2019_web.pdf). Acesso em: 14 set. 2020.

KPMG: The 13th Five-Year Plan – China's transformation and integration with the world. Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/cn/pdf/en/2016/10/13fyp-opportunities-analysis-for-chinese-and-foreign-businesses.pdf>. Acesso em: 25 de out. 2021.

MALÁSIA. Ministry of Science, Technology and Innovation. **Bioeconomy Transformation Programme: 2016 annual report**. 2017. Disponível em: [http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BTP\\_AnnualReport2016.pdf](http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BTP_AnnualReport2016.pdf). Acesso em 15 set. 2020.

MALÁSIA. Ministry of Science, Technology and Innovation. **Bioeconomy Transformation Programme brochure**. 2018. Disponível em: [http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BTP%20Brochure\\_ENG%20\(2017\).pdf](http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BTP%20Brochure_ENG%20(2017).pdf). Acesso em: 15 set. 2020.

MEDEIROS, C. A. B.; BUENO, Y. M.; SÁ, T. D. de A.; VIDAL, M. C.; ESPINDOLA, J. A. A. **Fome zero e agricultura sustentável: contribuições da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/183521/1/Livro-Carlos-B-Medeiros-ODS-2-fome-zero-e-agricultura-sustentavel.pdf>. Acesso em: 16 set. 2020.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Safeguarding the bioeconomy**. Washington, DC: The National Academies Press, 2020. DOI: [10.17226/25525](https://doi.org/10.17226/25525).

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Meeting policy challenges for a sustainable bioeconomy**. Paris, 2018.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. Innovation ecosystems in the bioeconomy. **OECD Science, Technology and Industry Policy Paper**, n. 76, 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda**. Paris, 2009a.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT-OECD. **The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda. Main findings and policy conclusions**. Paris, 2009b.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT-OECD. **The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda**. Paris, 2006.

PHILP, J. The bioeconomy, the challenge of the century for policy makers. **New Biotechnology**, v. 40, n. 25, Parte A, p. 11-19, Jan. 2018.

RODRÍGUEZ, A.; MONDAINI, A.; HITSCHFELD, M. **Bioeconomía en América Latina y el Caribe: contexto global y regional y perspectivas**. Santiago: Cepal, 2017. 96 p. Disponível em: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42427/1/S1701022\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42427/1/S1701022_es.pdf). Acesso em: 31 ago. 2020.

SILVA, M. F. de O.; PEREIRA, F. dos S.; MARTINS, J. V. B. A bioeconomia brasileira em números. **BNDES Setorial**, n. 47, p. 277-332, mar. 2018.

STAFFAS, L.; GUSTAVSSON, M.; MCCORMICK, K. Strategies and policies for the bioeconomy and bio-based economy: an analysis of official national approaches. **Sustainability**, v. 5, n. 6, p. 2751-2769, June 2013. DOI: 10.3390/su5062751.

THE PEOPLE'S Republic of China. The 13th five-year plan for economic and social development of the people's republic of china (2016–2020). 2016. Disponível em: [https://www.un-page.org/files/public/china\\_five\\_year\\_plan.pdf](https://www.un-page.org/files/public/china_five_year_plan.pdf). Acesso em: 25 ago. 2020.

TORRES, D.; FRANZAGLIA, T.; SANTANA, C. M.; ARAÚJO, D. L. M. Cenas – bioeconomia: moldando o futuro da agricultura. In: MARCIAL, E. C.; CURADO, M. P. F.; OLIVEIRA, M. G. D.; CRUZ JÚNIOR, S. C. da; COUTO, L. F. (ed.). **Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento**. Brasília, DF: Ipea: Assecor, 2017. p. 219-238.

TRIGO, E.; HENRY, G.; SANDERS, J.; SCHUR, U.; INGELBRECHT, I.; REVEL, C.; SANTANA, C.; ROCHA, P. **Towards bioeconomy development in Latin America and the Caribbean**. 2013. Disponível em: [https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document\\_567934.pdf](https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document_567934.pdf). Acesso em: 15 ago. 2020.

WANG, R.; CAO, Q.; ZHAO, Q.; LI, Y. Bioindustry in China: An overview and perspective. **New Biotechnology**, v. 40, p. 46-51, Jan. 2018. DOI: 10.1016/j.nbt.2017.08.002.