

# BIOECONOMIA

## Oportunidades para o Setor Agropecuário

Danielle Alencar Parente Torres

Editora técnica

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a bold, italicized, white sans-serif font. The letter "b" is stylized with a white circular shape behind it. The logo is positioned at the bottom center of the cover, overlaid on a background of glowing blue wireframe leaves and a hexagonal grid pattern.

**Embrapa**

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

# BIOECONOMIA

## OPORTUNIDADES PARA O SETOR AGROPECUÁRIO

*Danielle Alencar Parente Torres*  
Editora técnica

***Embrapa***  
*Brasília, DF*  
2022

<p><b>Embrapa</b> Parque Estação Biológica (PqEB) Av. W3 Norte (Final) CEP 70770-901 Brasília, DF Fone: (61) 3448-4433 www.embrapa.br www.embrapa.br/fale-conosco/sac/</p>	<p><b>Responsável pela edição</b> Embrapa, Secretaria-Geral  Coordenação editorial <i>Alexandre Aires de Freitas</i> <i>Heloiza Dias da Silva</i> <i>Nilda Maria da Cunha Sette</i></p>
<p><b>Responsável pelo conteúdo</b> Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas</p>	<p>Supervisão editorial <i>Wyviane Carlos Lima Vidal</i></p>
<p>Comitê de Publicações da Sede</p>	<p>Revisão de texto <i>Maria Cristina Ramos Jubé</i></p>
<p>Presidente <i>Angélica de Paula Galvão Gomes</i></p>	<p>Normalização bibliográfica <i>Marcia Maria Pereira de Souza</i></p>
<p>Secretária-Executiva <i>Jeane de Oliveira Dantas</i></p>	<p>Projeto gráfico e editoração eletrônica <i>Júlio César da Silva Delfino</i></p>
<p>Membros <i>Ivan Sergio Freire de Sousa</i> <i>Edemar Joaquim Corazza</i> <i>Mirian Oliveira de Souza</i> <i>Alberto Roseiro Cavalcanti</i> <i>Marcela Bravo Esteves</i> <i>Wyviane Carlos Lima Vidal</i> <i>Cristiane Pereira de Assis</i> <i>Alfredo Eric Romminger</i> <i>Maria Consolacion Fernandes Villafane Udry</i></p>	<p>Capa <i>Paula Cristina Rodrigues Franco</i></p>
	<p><b>1ª edição</b> Publicação digital – PDF (2022)</p>

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa, Secretaria-Geral

---

Bioeconomia : oportunidades para o setor agropecuário / Danielle Alencar Parente torres, editora técnica. – Brasília, DF : Embrapa, 2022.

PDF (286 p.). : il. color.

ISBN 978-65-89957-09-6

1. Políticas públicas. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Pesquisa agropecuária. 4. Economia agrícola. 5. Inovação agropecuária. I. Torres, Danielle Alencar Parente. II. Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas.

CDD (21. ed.) 333.95



## Autores

---

### **Adriana Mesquita Corrêa Bueno**

Graduação em Ciências Políticas, doutora em Ciência Política, analista da Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Brasília, DF

### **Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque Gerum**

Graduação em Ciências Econômicas, doutora em Economia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

### **Bruno dos Santos Alves Figueiredo Brasil**

Graduação em Biologia, doutor em Microbiologia, pesquisador da Embrapa, Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento, Brasília, DF

### **Clenilson Martins Rodrigues**

Graduação em Química, doutor em Química, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF

### **Danielle Alencar Parente Torres**

Graduação em Ciências Econômicas, doutora em Economia Agrícola e Recursos Naturais, pesquisadora da Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Brasília, DF

### **João Ricardo Moreira de Almeida**

Graduação em Biologia, doutor em Microbiologia Aplicada, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF

### **Gilmar Souza Santos**

Graduação em Ciências Econômicas, doutor em Engenharia de Produção, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA



**Marcelo do Amaral Santana**

Graduação em Administração, pós-graduado (lato sensu) em Economia Financeira e Análise de Investimentos, analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

**Patrícia Verardi Abdelnur**

Graduação em Química, doutora em Química, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF

**Richardson Silva Lima**

Graduação em Ciência da Computação, mestre em Informática, analista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF



# Agradecimentos

---

A todos os autores pela colaboração e parceria na elaboração dos capítulos do livro.

Aos colegas que fizeram parte do Projeto BioeconBr, José Manuel Cabral de Sousa Dias, Maria Quitéria dos Santos Marcelino, Marisa Prado Gomes, Roberta Dalla Porta Grundling, Rosana do Carmo Nascimento Guiducci, e aos colaboradores Alfredo Kingo Oyama Homma e Rachel Bardy Prado, pelas discussões e sugestões durante as reuniões do projeto. Aos idealizadores do Arranjo NovoBr, Carlos Augusto Mattos Santana e Zander Soares de Navarro, pelo apoio durante a elaboração e submissão do projeto. Ao colega Paulo Roberto Tremacoldi pelo acompanhamento e pela ajuda durante a execução do projeto. A toda a equipe da Editoria e Produção da Embrapa pelo trabalho de revisão e edição desta publicação.

Aos colegas do Projeto Focus, Daniela Biaggioni Lopes, Katia Regina Evaristo de Jesus, Ivo Pierozzi Jr., Thomaz Fronzaglia e Vanessa da Fonseca Pereira, que, por meio da convivência, das reuniões, da organização de eventos e da leitura de material para o Projeto Focus, contribuíram direta e indiretamente para a organização de ideias e inspirações que se materializaram nas atividades e entregas do Projeto BioeconBr.

A Elisio Contini e Maria José Amstalden Moraes Sampaio pela confiança e indicação para participação nos diferentes projetos sobre bioeconomia. Aos colegas do projeto ALCUE-KBBE, Eduardo Trigo, Guy Henry, e do Grupo de Trabalho sobre Bioeconomia Sustentável (ISBWG-FAO), Olivier Dubois, Marta Gomez San Juan e Anne-Katrin Bogdanski, pelo compartilhamento de informações, metodologias e dados sobre o desenvolvimento da bioeconomia no mundo.

Aos colegas gestores da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Rita de Cássia Milagres T. Vieira, Eduardo da Silva Matos e Vanessa da Fonseca Pereira, que propuseram e incentivaram a elaboração desta publicação.

Por fim, não deixaria de agradecer aos meus pais Marta Maria de Alencar Parente e José Parente Filho, ao meu esposo Marcelo de Oliveira Torres e à minha filha Ana Sofia Parente Torres pelo amor e apoio sempre.



## Apresentação

---

Os grandes desafios globais relacionados ao aumento na demanda por alimentos e a consequente pressão para maior produção, aliados aos debates sobre preservação de recursos naturais e mitigação e adaptação às mudanças do clima, trouxeram para discussão a necessidade de transição para uma nova economia não mais baseada em recursos fósseis, mas em recursos biológicos renováveis. Nessa nova economia, chamada de bioeconomia, o conhecimento, a ciência e o uso da biomassa são fundamentais para fornecer bens e serviços de forma sustentável.

Diversos países já se organizaram em torno de estratégias nacionais de bioeconomia com o objetivo de unir os atores e as instituições em torno de agendas comuns que permitam direcionamento, parcerias e ganho de tempo na construção dessa nova economia, beneficiando as sociedades locais e globais. No Brasil, já existem iniciativas em curso nos ministérios, mas há necessidade de um trabalho conjunto entre os diversos atores, instituições, setores da economia, a fim de que se construa uma visão nacional.

As vantagens para o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil são muitas: a existência de grande biodiversidade; disponibilidade de recursos naturais; e uma base de conhecimento para o desenvolvimento de ciência, tecnologias e inovação para uma economia de base biológica, a partir da experiência no agronegócio, do desenvolvimento dos biocombustíveis e de sua liderança na pesquisa para a agricultura tropical.

A Embrapa como instituição de pesquisa agropecuária, que trabalha com recursos biológicos desde sua fundação,

também tem participado das discussões sobre bioeconomia nos diversos fóruns e tem fornecido pesquisas para o seu desenvolvimento. Desde o seu VI Plano Diretor, lançado em 2015, a bioeconomia também tem tido destaque na estratégia da Empresa.

Ressalta-se que a Embrapa atua em diversos temas dentro da bioeconomia, e a visão estratégica da Empresa é ampla. É possível aproveitar as oportunidades da grande biodiversidade brasileira, por meio da pesquisa, da integração de diversas áreas do conhecimento, das tecnologias inovadoras, aproximando o setor agropecuário da indústria na produção de informação, serviços, processos e produtos, a partir de recursos biológicos, de forma a contribuir para o crescimento sustentável da economia.

Com o intuito de contribuir para uma discussão interna e externa à Embrapa, essa publicação apresenta uma amostra das instituições que estão trabalhando para o desenvolvimento da bioeconomia, assim como as oportunidades para o setor agropecuário e para o Brasil. E, apresenta ainda, exemplos de como a Embrapa tem trabalhado nos diversos temas da bioeconomia em suas Unidades Descentralizadas e Administrativas.

A expectativa é de que essa publicação possa disseminar a bioeconomia e a atuação da Embrapa para seu desenvolvimento, além de fomentar parcerias e ampliar a integração, coordenação e cooperação entre os diferentes setores da sociedade nesse tema. Como resultado, esperamos contribuir para a construção de uma estratégia nacional, direcionando os esforços para um crescimento sustentável do setor agropecuário e da economia brasileira, beneficiando a sociedade como um todo.

*Rita de Cassia Milagres Teixeira Vieira*

Chefe da Secretaria de Inteligência e Relações  
Estratégicas da Embrapa



# Sumário

---

## Introdução, 13

### Capítulo 1

#### **Governança, Setores e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em Bioeconomia a partir do Mapeamento de Atores Internacionais, 19**

Introdução, 20

Estratégias e Políticas de Bioeconomia de Países Selecionados e da União Europeia, 23

Orientação de Políticas e Estudos de Caso Relacionados à Bioeconomia nos Fóruns Globais, 40

Considerações Finais, 58

Referências, 61

### Capítulo 2

#### **Breve Panorama da Bioeconomia no Brasil, 65**

Introdução, 66

Bioeconomia no Setor Privado Brasileiro, 67

Bioeconomia nas Universidades, 78

Setores da Bioeconomia no Brasil, 81

Políticas Relacionadas à Bioeconomia e à Atuação do Legislativo no Tema, 83

Legislação de CT&I com Interface na Bioeconomia, 98

Iniciativas em Bioeconomia na Amazônia, 104

Considerações Finais, 106

Referências, 109

### Capítulo 3

#### **Bioeconomia Aplicada a Pequenos e Médios Produtores e a Pequenas e Médias Empresas, 115**

Introdução, 116  
Inovação em Bioeconomia para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas em Países Selecionados, 117  
Exemplos de Inovação em Bioeconomia para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas no Brasil, 142  
Tendências em Bioeconomia de Serviços Ecológicos e Ecoturismo para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas, 159  
Políticas e Ações do Setor Público e Privado Visando à Bioeconomia para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas, 163  
Considerações Finais, 170  
Referências, 171

#### Capítulo 4

### **Papel da Embrapa na Inserção da Bioeconomia na Pesquisa Agropecuária Nacional, 177**

Introdução, 178  
Metodologia, 179  
Resultados, 187  
Considerações Finais, 215  
Referências, 217

#### Capítulo 5

### **Bioeconomia na Estratégia da Embrapa, 219**

Introdução, 220  
Diretoria-Executiva da Embrapa e Bioeconomia, 220  
Bioeconomia na Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, 225  
Considerações Finais, 241  
Referências, 242

#### Capítulo 6

### **Bioeconomia na Embrapa Agroenergia, 245**

Introdução, 246  
Atuação da Embrapa Agroenergia, 246  
Unidade Embrapii – Embrapa Agroenergia, 251  
Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia, 259

Considerações Finais, 261

Referências, 262

## Capítulo 7

### **Contribuições da Embrapa para Construção da Governança da Bioeconomia no Brasil, 265**

Introdução, 266

Governança da Bioeconomia, 267

Importância do Conceito de Bioeconomia para Governança e Estratégia Nacional, 274

Objetivos, Vantagens e Elementos de uma Bioeconomia Brasileira, 275

Setores da Bioeconomia no Brasil, 277

Estratégia de Atuação da Embrapa na Bioeconomia, 278

Considerações Finais, 279

Referências, 284





## Introdução

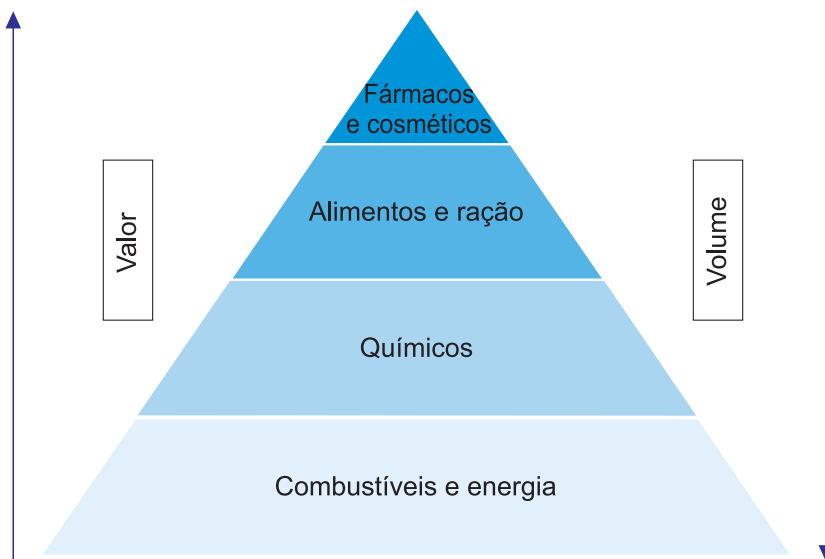
A bioeconomia pode ser definida como uma economia em que os pilares básicos de construção, como materiais, químicos e energia, são derivados de recursos biológicos renováveis. Nessa “nova” economia, a transformação da biomassa possui papel central na produção de alimentos, saúde, fibras, produtos industriais e energia. Também crucial é o uso do conhecimento e de tecnologias emergentes para o desenvolvimento de processos com base biológica e para a transformação de recursos naturais em bens e serviços. Com a bioeconomia há um fortalecimento da relação entre agricultura e indústria. Isso as torna parte do mesmo processo e agrega valor à agricultura, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do País. Por fim, a bioeconomia é vista como uma oportunidade para enfrentar os grandes desafios relacionados ao aumento de população e, conseqüentemente, à maior demanda por alimentos; à escassez de recursos naturais, sobretudo os de matriz fóssil, e às crescentes preocupações com os impactos adversos das mudanças climáticas. É também uma oportunidade para a agricultura brasileira explorar todo o seu potencial de multifuncionalidade<sup>1</sup> e a sua grande capacidade de produção sustentável de alimentos, fibras e energias. Ou seja, é um caminho para a promoção do desenvolvimento econômico, social, com preservação do meio ambiente e agregação de valor para a agricultura.

O Brasil possui vantagens comparativas como a abundância de recursos naturais e de biodiversidade; e liderança na produção de bioenergia. Além disso, destaca-se na geração de conhecimentos científicos e tecnológicos para o setor agropecuário. Há um grande potencial para a expansão de conhecimento e para o desenvolvimento da bioeconomia no País. A Embrapa sempre fez parte da “velha” bioeconomia e tem se desenvolvido dentro dessa “nova” bioeconomia. Enquanto na “velha” bioeconomia recursos biológicos já eram utilizados, na “nova” os recursos biológicos continuam tendo papel fundamental, porém há uma visão mais holística de aproveitamento máximo dos recursos, com a geração de mais de um produto e a diminuição/aproveitamento de resíduos. Em uma abordagem

<sup>1</sup> A noção de multifuncionalidade da agricultura, de origem europeia, é uma forma ampliada de considerar a agricultura em relação à perspectiva tradicional, que, por sua vez, está centrada no aspecto econômico, na produção de alimentos e fibras destinados ao mercado, cujos valores são regulados com base em transações mercantis. Quando se fala em multifuncionalidade, leva-se em conta que a agricultura, hoje em dia, fornece não apenas os produtos agrícolas (função básica), mas desempenha também outras funções, como a ambiental ou ecológica, territorial e social.

Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura\\_e\\_meio\\_ambiente/arvore/CONTAG01\\_2\\_3102006101610.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_2_3102006101610.html)

chamada de cascata em relação ao seu valor, divide-se a biomassa em diferentes componentes com diversas aplicações. Conforme a Figura 1, à medida que se caminha em direção ao topo da pirâmide, o valor agregado aumenta, enquanto o volume de biomassa utilizado diminui. Para essa abordagem em cascata, é necessário um planejamento prévio de como a biomassa será utilizada, de como as várias áreas do conhecimento serão envolvidas e de como promover maior integração entre as cadeias de valor. Para avançar em direção a essa abordagem, há necessidade de investimentos constantes em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I); e em capacitação e construção de infraestrutura.



**Figura 1.** Uso vertical da biomassa (abordagem em cascata).

Fonte: Confederação Nacional da Indústria (2013).

Para o desenvolvimento da bioeconomia, seja numa instituição de pesquisa como a Embrapa, seja nos setores agropecuário e da agroindústria, bem como nas diferentes indústrias (química, energia, cosméticos, etc.) e no País como um todo, é necessário definir um conceito com o qual todos os atores estejam de acordo. Além disso, é preciso avaliar as capacidades existentes, as prioridades das diferentes instituições e regiões e definir quais trajetórias serão trilhadas.

Este livro foi desenvolvido com o objetivo de organizar parte da informação disponível para contribuir para as discussões sobre conceito, temas, setores, atores

que fazem parte da bioeconomia, caminhos possíveis, por meio de um diagnóstico da bioeconomia, ou seja, a partir do levantamento do que existe disponível, das lacunas existentes, das oportunidades de pesquisa e das possibilidades de futuras atuações. Ele é fruto do projeto Bioeconomia e Pesquisa Agropecuária no Brasil: Situação Atual, Perspectivas e Desafios – BioeconBr, implementado pela Embrapa entre 2018 e 2019. A motivação do projeto veio da constatação de que a bioeconomia está presente na agenda de discussão dos setores públicos e privados brasileiros e nos diversos países. Há ainda a expectativa de que uma estratégia nacional brasileira seja construída em breve. Para colaborar nessa construção, é importante ter uma visão ampla de atores, instituições e objetivos potenciais. Nesse projeto, participaram vários colegas de Unidades Descentralizadas da Embrapa e de Unidades Administrativas.

Destaca-se que foram aproveitadas duas experiências anteriores da Embrapa relacionadas à bioeconomia. A primeira experiência foi o Projeto ALCUE-KBBE, um projeto parte do Arcabouço de Projetos 7 (FP7) da União Europeia (UE), cujo principal objetivo era discutir o tema da bioeconomia para América Latina e Caribe (ALC) e investigar a possibilidade de agenda de pesquisa comum e de parcerias entre os dois continentes. Nesse projeto, foram feitas várias reuniões com temáticas diferentes: conceito, agenda de pesquisa, necessidades de políticas e indicação de caminhos para o desenvolvimento da bioeconomia na ALC. Dado que o Brasil é um país continental e bastante diverso, há muitas opções que poderão ser escolhidas de acordo com os recursos disponíveis, capacidade tecnológica atual, infraestrutura e prioridades, tendo os caminhos da bioeconomia como diretrizes para orientar ações e iniciativas. Essa abordagem de caminhos relativos à bioeconomia foi utilizada nos capítulos 3, 4, 5 e 7.

A segunda experiência, ainda na área estratégica da Embrapa, foi o Projeto Especial Focus, com participação de vários colegas da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (Sire) e de diversas Unidades Descentralizadas da Embrapa, que realizou um exercício-piloto cujo tema foi a bioeconomia.

O Projeto Focus propôs uma ação estruturante com o objetivo geral de estabelecer as bases e métricas para que pessoas, processos e estruturas estejam orientados quanto a ações a serem executadas em casos de impactos desejados. Uma das contribuições alcançadas foi a realização de um processo de elaboração de metas de impacto e seus indicadores, como parte da estratégia para orientação direcionada a impactos. Para tanto, foi escolhido um dos eixos de impacto do Mapa Estratégico da Embrapa como piloto: o eixo da bioeconomia.

A primeira etapa desse piloto consistiu na prospecção e exploração do domínio da bioeconomia e seus temas prioritários, o que resultou na construção de uma taxonomia e agregação temática. Essa agregação temática também foi utilizada no Projeto BioeconBr e neste livro.

Nos próximos capítulos, serão apresentadas amostras desse grande universo que é a bioeconomia. Optou-se por amostras, pois não seria possível fazer um levantamento exaustivo, inclusive porque a bioeconomia no Brasil está em construção, e ainda não existe uma estratégia nacional com elementos discutidos e acordados entre os diferentes atores. Já existem diversos estudos elaborados por outras instituições que apresentam as oportunidades que o uso da biomassa pela indústria pode trazer para o País; no entanto, na maioria das vezes, esses estudos possuem a visão de um setor específico. Tais estudos são importantes e, ao apresentá-los nesta publicação, pretende-se ter uma visão sistêmica da bioeconomia e observar de que forma as instituições contribuem para seu desenvolvimento e como poderão contribuir para uma futura agenda nacional. Portanto, o objetivo principal é agregar alguns dos principais elementos da bioeconomia em um único livro para ajudar a construir essa visão ampla, promover o debate no País e contribuir para a definição de prioridades da Embrapa, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e de outros atores e instituições interessados no tema. Ao mesmo tempo, entende-se a importância de identificar e organizar as ações da Embrapa no âmbito da bioeconomia para que se possa mostrar a participação e a contribuição da Empresa ao longo do tempo e prospectar oportunidades de pesquisa e parcerias, inclusive internacionais.

Dessa forma, no Capítulo 1 são apresentados exemplos de estratégias nacionais de bioeconomia em países e regiões selecionados, com o foco na governança, nos setores e nas áreas de pesquisa, buscando identificar semelhanças e oportunidades para o Brasil.

No Capítulo 2, são apresentadas as iniciativas já existentes no Brasil, nos setores público e privado, incluindo universidades e instituições de ciência e tecnologia. Além disso, são mapeadas as necessidades de pesquisa, bem como o foco de atuação das instituições para prospectar oportunidades e parcerias. Também são apresentadas as políticas e legislações atuais que podem afetar a bioeconomia.

O Capítulo 3 apresenta exemplos de pequenos e médios produtores e pequenas e médias empresas que atuam na área de bioeconomia. A partir de exemplos encontrados em países selecionados, levantam-se elementos

e características específicas para os pequenos e os meios pelos quais as particularidades locais e regionais podem tornar-se oportunidades.

O Capítulo 4 tem foco na Embrapa e em suas pesquisas relacionadas à bioeconomia realizadas nas Unidades Descentralizadas. Pretende-se mostrar as fortalezas existentes em áreas específicas e relacioná-las a caminhos possíveis da bioeconomia para uma instituição de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) como a Embrapa, que trabalha em diversas áreas de pesquisa e localidades no território brasileiro.

O Capítulo 5 apresenta como a bioeconomia tem sido considerada na estratégia da Empresa; para isso, utilizam-se exemplos da atuação da Diretoria-Executiva e da Sire. A partir de documentos oficiais e de eventos com participação interna e externa, é possível mostrar o que tem sido identificado como tendências, incertezas e desafios da bioeconomia.

O Capítulo 6 descreve a atuação da Embrapa Agroenergia, apresentando sua forma de organização e de interação com o setor privado. A Unidade trabalha com vários temas relacionados à bioeconomia e possui credenciamento na Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) para desenvolver, em parceria com o setor industrial, projetos na área de biotecnologia com foco em bioquímica de renováveis, além de ser exemplo de direcionamento para o desenvolvimento da bioeconomia.

Por fim, o Capítulo 7 utiliza as informações dos capítulos anteriores e, a partir de um arcabouço de governança para a bioeconomia, sugere exemplos de elementos de governança para o Brasil que poderão servir de subsídio para as discussões sobre uma estratégia nacional brasileira em bioeconomia.

## Referência

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Bioeconomia**: uma agenda para o Brasil. Brasília, DF, 2013.



# 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 eointensificação<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 eointensificação 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.

# Breve Panorama da Bioeconomia no Brasil

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

## Introdução

Este capítulo tem por objetivo apresentar iniciativas para o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil. Existem várias instituições e atores que estão trabalhando para a bioeconomia brasileira, mas, dada a impossibilidade de se abarcar todas elas em uma única publicação, decidiu-se apresentar uma amostra em diferentes categorias.

Para compreender quais instituições e setores estão envolvidos e quais políticas podem afetar seu desenvolvimento, inicia-se pela discussão do conceito de bioeconomia. Ao apresentar o conceito, pretende-se destacar elementos comuns entre as instituições e suas diferenças. A ideia é entender o que há de diferente nessa “nova” economia. Em uma economia, há pessoas/atores que produzem bens e serviços, atividades e setores relacionados, políticas de fomento, leis que a regulamentam e impactos para a sociedade. No entanto, a pergunta é a seguinte: por que está havendo essa discussão e mobilização em torno da bioeconomia em diversos países, incluindo o Brasil?

Com base nisso, para que seja possível reconhecer as oportunidades de parcerias que poderão impulsionar e acelerar as iniciativas em curso, neste capítulo pretende-se identificar quais ações já estão sendo realizadas, quais atores e instituições estão atuando e os locais do Brasil em que essas ações ocorrem. É possível também identificar lacunas e necessidades de incentivos e fomentos para evitar que essa “nova” economia aumente ainda mais as desigualdades dentro do País.

É importante enfatizar que a instituição ou o ator utilizados como exemplos trabalham com algum tema dentro da bioeconomia e utilizam o termo bioeconomia. Muitas instituições trabalham e desenvolvem a bioeconomia, no entanto nem sempre utilizam o termo. As instituições do terceiro setor no Brasil entram nessa categoria, ou seja, ainda não utilizam o termo e, por isso, houve dificuldade em apresentá-las neste capítulo.

O capítulo segue com mais sete seções: na segunda seção, é apresentada uma amostra das experiências do setor privado; na terceira, serão discutidas brevemente algumas experiências em universidades; já na quarta seção, os setores da bioeconomia no Brasil serão apresentados; na quinta, políticas relacionadas à bioeconomia são discutidas; na sexta seção, as legislações são apresentadas; na sétima seção, destacam-se iniciativas de bioeconomia para a Amazônia. Por fim, encerra-se o capítulo com algumas considerações finais.

## Bioeconomia no Setor Privado Brasileiro

O termo bioeconomia passou a ser utilizado no Brasil somente na década de 2000, porém, considerando-se a importância da biotecnologia e da energia renovável para o desenvolvimento do País, pode-se dizer que o Brasil desenvolve Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) na área da bioeconomia desde a década de 1980. Em 2011, um levantamento do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap), em parceria com a Associação Brasileira de Biotecnologia (BrBiotec Brasil), apontou a existência de 237 empresas que possuíam a biotecnologia como atividade principal. No setor agropecuário, o Brasil é um dos líderes em pesquisas em melhoramento genético e biotecnologia, com o desenvolvimento de diversas variedades transgênicas. Em 2014, o Brasil ocupava o segundo lugar em área global da produção agrícola intensiva em biotecnologia, graças às culturas da soja, do milho e do algodão (James, 2014).

## Confederação Nacional da Indústria

A CNI apresentou, em 2013, seu conceito de bioeconomia (Confederação Nacional da Indústria, 2013, p. 6):

A bioeconomia surge como resultado de uma revolução de inovações na área das ciências biológicas. Está relacionada à invenção, desenvolvimento e uso de produtos e processos biológicos nas áreas da biotecnologia industrial, da saúde humana e da produtividade agrícola e pecuária.

Nesse conceito, além do destaque para os recursos biológicos, são incluídos os processos e a importância da inovação para o seu desenvolvimento. Em 2013, a CNI destacou, como pontos estratégicos, os temas associados à biotecnologia e à biodiversidade. Posteriormente, em sua publicação de 2020, apontou que há várias definições para o tema; entretanto, o importante é primeiro entender que há dificuldade de se chegar a um consenso e que as possibilidades em bioeconomia serão tantas quantos os ecossistemas e modelos socioeconômicos (Pereira, 2020). A ampliação da definição é um reconhecimento das diversas alternativas, que deverão ser escolhidas de acordo com as vantagens e os interesses de cada país, região, localidade.

A CNI está entre as instituições que têm dado destaque à bioeconomia. Em 2013, lançou a publicação *Bioeconomia: uma agenda para o Brasil*, que foi



organizada a partir de três debates, com consultores especializados, representantes de empresas, membros da academia e funcionários do governo, que discutiram a bioeconomia e forneceram subsídios para a construção dessa agenda. Essa composição de participantes já indica a necessidade de integração entre setores privado, público e acadêmico nas discussões sobre bioeconomia. A CNI utilizou como base o documento da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2009) que classifica a bioeconomia em três áreas: biotecnologia industrial, produção primária e saúde humana. A CNI inicialmente propõe uma agenda transversal que engloba seis ações que beneficiarão as três áreas. Entre essas ações estão: a modernização do marco regulatório; o aumento dos investimentos em PD&I; o adensamento da base científico-tecnológica; a ampliação e a modernização da infraestrutura laboratorial; o estímulo ao empreendedorismo; e a disseminação da cultura de inovação (Confederação Nacional da Indústria, 2013). Para a área de biotecnologia industrial, a CNI considera dois elementos como centrais: a biodiversidade brasileira e a competitividade na produção de biomassa. A partir desses elementos, sugere que o foco da agenda em biotecnologia industrial esteja ligado ao aproveitamento da biomassa por tecnologias e métodos avançados. Além disso, propõe seis ações, entre as quais estão a formação de grupos de especialistas para desenvolver pensamento estratégico sobre biologia sintética, engenharia metabólica e outros temas importantes para o avanço da biotecnologia industrial, bem como o incentivo ao que chamaram de “zoneamento de aptidão”, a fim de identificar áreas da bioeconomia para produção e estabelecimento de nichos (Confederação Nacional da Indústria, 2013).

Para a área de produção primária, a CNI avalia que o desenvolvimento da bioeconomia fortalece a relação entre o setor primário e a indústria e destaca ainda a possibilidade de utilização tanto de fontes renováveis para produção de biocombustíveis quanto de matérias-primas e princípios bioativos em diferentes setores. O documento também apresenta os seguintes tópicos como aplicações em áreas de fronteira: biorreatores, biotecnologia florestal, reprodução vegetal assistida, organismos geneticamente modificados (OGM), reprodução animal assistida, coleta e conservação de germoplasma, plantas resistentes a estresses abióticos e bióticos, biotecnologia azul e bioprospecção (Confederação Nacional da Indústria, 2013).

Posteriormente, em 2014, a CNI lançou, como parte da série Propostas da Indústria para as Eleições 2014, a publicação *Bioeconomia: oportunidades, obstáculos e agenda*. O documento apresenta dois passos fundamentais para

que o Brasil possa desenvolver sua bioeconomia: a estruturação de um marco regulatório inovador e adequado para a bioeconomia e o fortalecimento da base científica e tecnológica. Ainda, aponta nove recomendações para que o País efetive os passos mencionados: 1) modernizar o marco regulatório para a bioeconomia; 2) aumentar os investimentos em PD&I; 3) adensar a base científico-tecnológica do Brasil; 4) ampliar e modernizar a infraestrutura laboratorial; 5) estimular o empreendedorismo no País; 6) disseminar a cultura da inovação; 7) promover a biotecnologia industrial; 8) promover a bioeconomia para a saúde humana; e 9) estimular a produção primária em biotecnologia (Confederação Nacional da Indústria, 2014).

Em 2020, a CNI lançou o documento *Bioeconomia e a indústria brasileira* (Pereira, 2020), em que aponta a bioeconomia como uma alternativa para tornar o planeta mais sustentável, beneficiando a sociedade. Para isso, considera fundamental o uso de tecnologias inovadoras e de recursos biológicos para a produção de diversos produtos. No documento, são destacados alguns passos considerados imprescindíveis. O primeiro deles é aproveitar a biodiversidade brasileira para diversificar a produção, com foco em produtos de maior valor agregado que possam contribuir para o mercado doméstico e internacional, aumentando a participação desse tipo de produto nas exportações brasileiras. O segundo passo é a necessidade de integração entre os diferentes atores que já estão trabalhando para o desenvolvimento da bioeconomia, a fim de que possam desenvolver tecnologias que utilizem recursos biológicos. O terceiro passo é valorar a biodiversidade brasileira, ou seja, quantificar os benefícios para que seja possível compensar aqueles que conservam. Para utilizar os recursos da biodiversidade de forma sustentável, são necessários estudos, investimentos, empreendedores, além de mecanismos de incentivos à inovação e redução de burocracia.

Em comparação com o primeiro documento publicado (Confederação Nacional da Indústria, 2013), em Pereira (2020), há uma grande preocupação com o uso e a valoração da biodiversidade. Evidenciam-se também as oportunidades que a diversidade de microrganismos no Brasil oferece; a importância da valoração e seus conceitos associados, como, por exemplo, os serviços ambientais. Além desses enfoques, Pereira (2020) discute sobre os biocombustíveis e a bioenergia, as commodities químicas e os químicos de valor agregado, como fármacos e cosméticos. Com este último documento, a CNI apresenta não somente um amadurecimento da discussão sobre bioeconomia, com ênfase nas vantagens comparativas do Brasil, representadas pela biodiversidade disponível, mas também

um fortalecimento do uso de tecnologias e ciência, além da preocupação com a valoração, mensuração e formas de comunicar aos potenciais consumidores as preocupações e as ações em direção à sustentabilidade.

## Institutos do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Inovação

Os Institutos do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) de Inovação foram criados para incrementar a relação entre o setor acadêmico e o setor produtivo e têm por objetivo fornecer tecnologias, produtos e soluções para atender a demandas específicas das empresas. O foco é a pesquisa aplicada, e seus projetos podem começar nos estágios iniciais do processo inovativo, indo até a etapa final de desenvolvimento. Existem 27 institutos em diferentes estados/regiões do País, e alguns deles estão mais relacionados à bioeconomia. São eles: Instituto Senai de Inovação em Biossintéticos; Instituto Senai de Inovação em Biomassa; Instituto Senai de Inovação em Química Verde; Instituto Senai de Inovação em Energias Renováveis; Instituto Senai de Inovação em Biotecnologia; e Instituto Senai de Inovação em Materiais Avançados e Nanocompósitos. A seguir apresentam-se dois exemplos de institutos, suas localidades e focos de atuação (Senai, 2020).

No Rio de Janeiro, está localizado o Instituto Senai de Inovação em Biossintéticos, que desenvolve soluções sustentáveis por meio da química e da biotecnologia industrial a fim de disponibilizar novos produtos e processos. Além de utilizar recursos não renováveis, também fornece produtos a partir de renováveis, e suas áreas principais de atuação são as seguintes: Biotecnologia, Transformações Químicas, Engenharia de Processos e Fibras.

Outro exemplo, localizado no Mato Grosso do Sul, é o Instituto Senai de Inovação em Biomassa, que tem como objetivo realizar pesquisa aplicada para desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos inovadores em transformação de biomassa, a fim de agregar maior valor às commodities, às matérias-primas e à biomassa residual por meio da introdução de novas tecnologias em produtos e processos. Possui quatro linhas principais de atuação: Biotecnologia Industrial e Engenharia de Bioprocessos; Utilização de Resíduos e Engenharia de Processos; Energia e Sustentabilidade de Biomassa; e Desenvolvimento de Materiais Orientados a Produto.

Os Institutos Senai de Inovação e o apoio da indústria para sua criação comprovam a necessidade de interação entre atores dos diversos setores e a importância dada à ciência para inovação, agregação de valor e desenvolvimento do setor privado.

## Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

Além da CNI, a Fiesp, desde 2012, começou a promover discussões e workshops para debater a bioeconomia. O primeiro que é possível identificar em sua página da internet teve por título *Bioeconomia: o Conhecimento e o Sistema de Inovação Holandês* e ocorreu em 21 de novembro de 2012. O objetivo do evento foi fomentar a cooperação técnica e científica entre Brasil e Holanda, e apresentar as experiências dos dois países em bioeconomia.

A Fiesp possui uma definição de bioeconomia em sua página da internet, que, apesar de bastante enxuta, ainda assim permite identificar os elementos prioritários da instituição, na definição: “Bioeconomia é uma economia sustentável, que reúne todos os setores da economia que utilizam recursos biológicos (seres vivos)” (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2013). O cerne está na utilização de recursos biológicos e na sustentabilidade. A página agrega ainda dois elementos importantes. O primeiro deles considera que, a partir da bioeconomia, é possível solucionar grandes desafios sociais, como as crises econômicas, as mudanças climáticas, a substituição de recursos fósseis, a segurança alimentar e a saúde da população. O segundo elemento reconhece que a bioeconomia depende de pesquisas que transformem o conhecimento e criem novas tecnologias para a indústria e a sociedade, destacando, especificamente, as biociências, as tecnologias de informação, a robótica e os novos materiais a partir de insumos de base biológica.

Em 2014, no seu *Workshop de Inovação em Biotecnologia*, foi apresentado e discutido o estudo produzido pela Pugatch Consilium intitulado *Construindo a Bioeconomia*, no qual são analisadas as estratégias de biotecnologia em diferentes países. Ainda em 2014 e 2015, a Fiesp promoveu debates entre Brasil e Holanda sobre bioeconomia.

Em dezembro de 2016, a Federação organizou um simpósio internacional sobre bioeconomia em que foram apresentadas experiências internacionais da Holanda, França, Alemanha e Índia. No simpósio, também houve uma oficina de trabalho para discussão e definição de ideias para uma “chamada para ação” na área de bioeconomia. Entre as sugestões/recomendações levantadas nessa

oficina, destacam-se as seguintes: as prioridades brasileiras deveriam ser as direcionadoras para essa chamada para ação; a discussão sobre cidades limpas poderia ser um ponto de partida; a necessidade de fomentar engajamento e confiança entre os *stakeholders* para que se inicie um movimento de construção da bioeconomia; a utilização dos resultados de ações e projetos da bioeconomia que já estão em andamento como uma semente; a definição de focos e a construção de uma estratégia de rede; o agronegócio como direcionador; a sensibilização do público em geral sobre a bioeconomia (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2016).

Por fim, dois pontos principais ficaram como proposições do evento. O primeiro ponto é uma estratégia de conexão, necessária para temas complexos, como é o caso da bioeconomia, entre os *stakeholders*, que são os seguintes: empresas (grandes empresas, *startups* e produtores); governo, em diferentes níveis; organizações de pesquisa; academia; investidores e sociedade (representada pela mídia, ONGs, associações setoriais). Em segundo lugar, as seguintes ações foram consideradas importantes: construir uma biblioteca com as iniciativas de bioeconomia que estão em andamento; incentivar atividades do tipo *Hackathon*<sup>1</sup> para selecionar projetos para prototipagem; buscar financiamento em diferentes fontes de recursos, como Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), governo e empresas; criar um conselho de bioeconomia<sup>2</sup> para organização das ações elencadas (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2016).

Em 2017, seguindo a sugestão do evento anterior, a Fiesp promoveu o *Simpósio de Bioeconomia: Clean Cities – Cocriando Ecossistemas Urbanos para Biocidades 4.0*. Nesse evento, foram apresentados os desafios mais relevantes levantados pelas instituições participantes, as tecnologias disponíveis com potencial para atender as necessidades e os anseios dos modos de vida das populações; e casos práticos de sucesso na implementação de soluções em bioeconomia aplicadas às cidades. Na segunda etapa do evento, realizou-se uma oficina sobre cocriação de visões de oportunidades emergentes para as Biocidades 4.0.

<sup>1</sup> A palavra *Hackathon* vem da mistura de duas outras palavras, em inglês: *hack*, que significa programar com excelência, e *marathon*, de maratona. Traduzindo o conceito para o português, *Hackathon* é uma maratona de programação que movimenta toda a área de tecnologia de uma empresa, podendo durar dias. O evento tem como foco o desenvolvimento de soluções que possam impactar a organização tanto interna quanto externamente. Na Embrapa, um exemplo de *hackathon* é o *Ideas for Milk*, evento que, em 2020, chegou à sua quinta edição, disponível em: <https://www.ideasformilk.com.br/>.

<sup>2</sup> No Capítulo 1 desta obra, sobre análise da governança, dos setores e da pesquisa da bioeconomia a partir de atores internacionais selecionados, a iniciativa de implementar um conselho de bioeconomia foi realizada por países que se destacam nessa temática, como Alemanha e Malásia.

Ainda em 2017, a Federação promoveu o *Simpósio Bioeconomia: Amazônia e Agricultura Sustentável* composto por quatro painéis direcionadores das discussões. No painel Tecnologias para Produtividade Agrícola Disruptiva, foram discutidas as potencialidades para expansão da produção de alimentos e energias de forma sustentável e o estado da arte da pesquisa. No painel Amazônia: Florescendo seu Maior Potencial para a Humanidade, foram exibidos quatro casos de desenvolvimento da região a partir da biodiversidade amazônica. No painel Casos Exemplares: Empreendedorismo Tecnológico para o Agronegócio, foram discutidos exemplos de tecnologias voltadas para alavancar a produtividade agrícola e a sistematização de processos em rede para ecossistemas empreendedores. Por fim, no painel Biomimética: a Ciência que Captura a Genialidade da Vida, foram apresentados casos da biomimética aplicados a diversos âmbitos, os quais foram o ponto de partida para a etapa seguinte: uma oficina para criação de soluções que estimulem ações concretas na direção de futuros desejáveis, que enfrentem os desafios e capturem as oportunidades.

Nos anos seguintes, a preocupação com a Amazônia se aprofundou e a Fiesp apresentou para o setor privado um estudo com números da Amazônia, em que se apontam não somente avanços, mas também desafios para a sustentabilidade do bioma (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2019). E, em 2020, recebeu o atual vice-presidente da República, Hamilton Mourão, que apresentou o plano de trabalho do Conselho Nacional da Amazônia, por ele presidido. Posteriormente, em julho de 2020, a Fiesp recebeu o Instituto Escolhas, que apresentou um estudo sobre a diversificação da atividade econômica no Amazonas.

Percebe-se que a Fiesp está juntando esforços e parceiros na discussão de diversos temas afetos à bioeconomia, que vão desde a biotecnologia e passam por cidades e biomas, com a preocupação de promover a sustentabilidade e o bem-estar para as populações.

## Associação Brasileira de Bioinovação

A Associação Brasileira de Bioinovação (Abbi), criada em 2014, é uma organização civil sem fins lucrativos que representa empresas e instituições de diversos setores da economia que empregam ou desenvolvem processos e produtos que utilizam organismos vivos, modificados ou não, e seus derivados, em atividades de interesse econômico industrial. Entre as associadas da Abbi, encontram-se a Basf, a Braskem, a Dupont, a Novozymes e o Senai.

A instituição, que tem sede em São Paulo, SP, tem por missão promover um ambiente econômico, social e institucional favorável à inovação e ao desenvolvimento sustentável do setor de bioinovação no Brasil. De acordo com a Abbi<sup>3</sup>, bioinovação é “o ramo da ciência que emprega ou desenvolve processos e produtos que utilizam organismos vivos, modificados ou não, e seus derivados, em atividades de interesse econômico”. A Abbi considera que a bioinovação é a nova fronteira para o desenvolvimento e a reindustrialização do País. A associação possui dois comitês temáticos (comunicação e assuntos regulatórios) e cinco grupos de trabalho (biocombustíveis, bioquímicos, proteínas alternativas, propriedade industrial e Frente Parlamentar da Bioeconomia – FPBioeconomia). A Abbi vem se consolidando como um dos atores mais importantes no diálogo interno sobre a sedimentação da bioeconomia no País, principalmente na conexão entre o Legislativo, por meio da realização de diversos eventos em parceria com FPBioeconomia, e o setor privado.

Para a Abbi, a bioeconomia inclui toda a cadeia de valor que é orientada pelo conhecimento científico avançado e pela busca por inovações tecnológicas, na aplicação de recursos biológicos e renováveis, em processos industriais para gerar atividade econômica circular e benefício social e ambiental coletivo (Pereira, 2020). Nessa definição, fica claro o papel importante da ciência e do uso de recursos biológicos e renováveis que geram atividade econômica com benefícios sociais e ambientais. Ou seja, a atividade econômica sustentável trazendo bem-estar para a sociedade.

Por fim, merece destaque também o fato de a Abbi ter lançado em 2018 o Prêmio Brasileiro de Bioeconomia, cujos objetivos são valorizar projetos que estão contribuindo para a bioeconomia brasileira; identificar e apresentar promotores do desenvolvimento da biotecnologia industrial; e dar apoio a esse pensamento que está inspirando uma nova revolução industrial. Na primeira edição, a Embrapa Agroenergia recebeu o prêmio na categoria Ideia, por apresentar solução inovadora para acelerar a consolidação da bioeconomia avançada<sup>4</sup> brasileira, por meio do projeto Bioprocesso para Produção de Ácido Xilônico a partir de Hidrolisados de Biomassa Lignocelulósica.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://abbi.org.br/bioinovacao/>

<sup>4</sup> “A bioeconomia avançada deve ser entendida como uma economia onde os blocos de construção básicos para materiais, produtos químicos e energia são derivados de recursos biológicos renováveis, como fontes vegetais e animais e microorganismos.” – EuropaBio – Building a Bio-based Economy for Europe in 2020. Disponível em: <https://profissaobiotec.com.br/conheca-os-vencedores-do-premio-brasil-bioeconomia-2018/#:~:text=A%20Sociedade%20Brasileira%20de%20Biotecnologia,consolidada%20Bioeconomia%20avan%20ada%20brasileira.>

## Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

Para o Sebrae (Sebrae, 2020a, p. 1):

A bioeconomia consiste em iniciativas sustentáveis baseadas na utilização de recursos biológicos renováveis que visam inovar processos e/ou produtos em cadeias produtivas, gerando oportunidades de mercado para os pequenos negócios.

O conceito enfatiza a utilização de recursos biológicos, mas o segundo ponto essencial, coincidente com a CNI, é a inovação de processos e produtos que permita a criação de novos mercados que beneficiem os pequenos produtores acatando, assim, que eles façam parte dessa “nova” economia.

Nesta subseção, foram selecionadas iniciativas do Sebrae que têm como finalidade o desenvolvimento da bioeconomia. Primeiramente, para a sua atuação em inovação e acesso à tecnologia, o Sebrae elabora periodicamente Termos de Referência (TR) e, em 2017, foi definido que haveria uma atualização do documento, e a bioeconomia foi uma das diretrizes incluídas nessa atualização. Em 2018, foi elaborado um TR de bioeconomia que apontou como direcionamento a priorização dos negócios sustentáveis que criem oportunidades de mercado que incluam, por exemplo, a valorização da biodiversidade, a produção e as compras sustentáveis. O TR cita os seguintes exemplos de negócios inovadores: a produção orgânica e agroecológica; a produção de plástico biodegradável a partir da fécula da mandioca; a produção de energia e biocombustíveis a partir de biomassa; a utilização de polímeros de química verde na indústria; a pesquisa e a utilização de insumos da biodiversidade em produtos de higiene e cosméticos; e os produtos biofármacos.

O TR também destaca outras práticas em sustentabilidade relevantes para a bioeconomia, as quais incentivam a produção e o consumo sustentável, tais como: a busca de certificações voluntárias; o desenvolvimento de sistemas produtivos integrados e diversificados; a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); o apoio à obtenção de licenciamento ambiental; a previsão do manejo sustentável na utilização de recursos naturais, como o extrativismo de produtos madeireiros e não madeireiros em florestas nativas; o apoio ao reflorestamento para a produção de energia, carvão vegetal, briquetes, móveis, látex, óleos essenciais e outros de forma sustentável; o uso eficiente de água e energia elétrica; e a utilização de embalagens que não prejudiquem o meio ambiente (Sebrae, 2018a).



Além dos negócios sustentáveis e das práticas de sustentabilidade, o documento do Sebrae apresenta os setores considerados estratégicos para que o Brasil se torne um país de destaque na bioeconomia mundial. São eles: bioeconomia e agronegócio; bioeconomia e indústria; e bioeconomia e valorização da biodiversidade. A partir desses setores, o Sebrae elenca, ainda, sete áreas específicas: agricultura, alimentos e bebidas; florestas; higiene, cosméticos e fitoterápicos; indústria têxtil e moda; casa e construção; bioplásticos e embalagens; e bioenergia (Sebrae, 2018a).

Também em 2018, o Sebrae do Rio de Janeiro lançou o livro *Empreendedorismo em bioeconomia*. Nessa publicação, a entidade apresenta 11 casos de sucesso em diferentes temas/áreas da bioeconomia, tais como: reflorestamento; carne de jaca; biodetergente para uso em hospitais; e recolhimento de resíduos. Nos exemplos, apresenta-se a trajetória de cada caso, além dos elementos importantes para seu sucesso (Sebrae, 2018b).

Em 2019, o Sebrae promoveu, no Acre, o 1º *Workshop de Bioeconomia e Bambu*, em que foram apresentadas seis iniciativas que envolviam arranjo institucional, pesquisa e estimativa de custo para quem deseja investir em um produto florestal não madeireiro, como o bambu, para produzir, por exemplo, objetos e joias (Sebrae, 2019a). Em Brasília, DF, a instituição promoveu, em parceria com a Secretaria de Inovação e Negócios (SIN) da Embrapa, o workshop *Oportunidades para a Inserção de Produtos da Biodiversidade no Ecossistema de Inovação*, cujo objetivo foi conectar pesquisadores, formuladores de políticas públicas, organizações agroextrativistas e investidores para identificar novas oportunidades de negócios (Embrapa, 2019).

Ainda em 2019, o Sebrae lançou o Projeto Inova Amazônia cujo objetivo é selecionar empresas, *startups* e pessoas físicas com ideias de negócios que possam contribuir para o desenvolvimento sustentável na região. Os aprovados no processo passam por um processo de aceleração, de acordo com as suas necessidades, e têm a ajuda de diversos serviços do Sebrae, como mentorias, Sebraetec, agentes locais de inovação, *branding*, etc. (Sebrae, 2019b).

Percebe-se que a bioeconomia está na agenda do Sebrae, seja por meio de eventos para discussão, documentos elaborados e/ou projetos lançados. Há uma grande preocupação com oportunidades para o bioma Amazônia; além disso, a entidade aponta que sua estratégia de atuação será para o desenvolvimento de bionegócios com destaque para as cadeias produtivas de alimentos e bebidas; energia; higiene e cosméticos; casa e construção; e moda.

## Green Rio

Embora não seja uma empresa ou associação do setor privado, o *Green Rio* é um evento sobre bioeconomia que tem se tornado um espaço importante para apresentações e discussões nos diferentes temas/áreas da bioeconomia, com diversos atores, inclusive internacionais. Ademais, tem sido um local de lançamentos e de cooperação entre países. Em 2019, além do lançamento do Programa Brasil Bioeconomia Sociobiodiversidade do Mapa, foi realizado o terceiro *German-Brazilian Bioeconomy*, em que foram apresentados cenários da bioeconomia do Brasil e da Alemanha e assinados termos de cooperação bilaterais entre a Embrapa e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), pelo lado brasileiro, e *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.* (FNR), Julius Kühn Institut e *German Biomass Research Centre* (DBFZ), pelo lado alemão. Em 2019, apenas para se ter uma ideia dos debates, os painéis foram sobre os seguintes temas: Amazônia competitiva e sustentável; América Latina – cenários de uma economia verde; Mercado de cosméticos na economia verde; Bioinsumos e agricultura sustentável; Investimentos em bioeconomia; Fórum de energia; Potencial de mercado de plantas medicinais; Saúde, gastronomia e gestão de resíduos; Agricultura no estado do Rio de Janeiro e rural como protagonista da bioeconomia; Sesc – Prática de compostagem de resíduos da merenda escolar, Mesa Brasil e seu Trabalho de redução de desperdício de alimentos com instituições. A pauta ampla de discussões com atores diversificados aponta algumas oportunidades e prioridades que o Brasil, como um país continental e com grande biodiversidade, poderá aproveitar.

Em 2020, o evento foi realizado de forma virtual e novamente contou com lançamentos de fomento à bioeconomia. Entre os lançamentos, Brasil e Alemanha anunciaram chamada conjunta em pesquisa nas áreas de plantas medicinais e biotecnologia industrial. Posteriormente, o Mapa anunciou recursos destinados ao estado do Amazonas para trabalhos com cadeias produtivas da bioeconomia e recursos para que a Embrapa desenvolva projetos sobre bioeconomia na Amazônia, com destaque para as cadeias brasileiras de açaí, cupuaçu, mel e baunilha. O MCTI também anunciou o lançamento do Projeto Cadeias Produtivas da Bioeconomia, com enfoque em castanhas, cupuaçu e pirarucu, no bioma Amazônia, e licuri no bioma Caatinga. Nesse momento, há um grande foco no bioma Amazônia, assim como na biodiversidade, que já tem sido trabalhada ao longo do tempo, e sobre a qual já existe conhecimento que pode ser aprofundado e/ou já disponibilizado para produtores (Green Rio, 2020).

## Bioeconomia nas Universidades

Nesta seção, apresenta-se uma pequena amostra de como a academia está trabalhando dentro da bioeconomia. Três instituições foram escolhidas como exemplo, pois já estão utilizando o termo “bioeconomia” seja em seus programas, seja em grandes projetos.

### Universidade Federal do Rio de Janeiro

A Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) possui um Grupo de Estudos em Bioeconomia (GEBio) que se dedica a análises, pesquisas e produção de relatórios analíticos sobre o desenvolvimento da bioeconomia e da economia circular e suas perspectivas no Brasil e no mundo. O GEBio apresenta a seguinte definição de bioeconomia: “utilização de forma inovadora e sustentável dos recursos biológicos renováveis ou biomassas” (Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021).

O grupo foi criado em 2009, a partir de pesquisa realizada para a empresa de química de renováveis Braskem acerca de inovações na utilização de matérias-primas renováveis. Desde então, a Escola de Química e o GEBio trabalham com bioprodutos, biocombustíveis, biorrefino e biomassa, temas diretamente ligados à bioeconomia e à economia circular. Atualmente, o grupo concentra-se em 12 temas de estudo, entre os quais se destacam os seguintes: 1) empresas estabelecidas em indústrias tradicionais (petróleo e gás, petroquímica e química, agronegócio, papel e celulose, alimentos, cosméticos): estratégias comparadas na bioeconomia; 2) matérias-primas renováveis: matéria-prima como fator estruturante da bioeconomia; 3) produtos da bioeconomia: identificação de oportunidades e desafios em novos produtos e o desenvolvimento de químicos; 4) ecossistemas de inovação relacionados à bioeconomia: dinâmica e evolução; e 5) políticas de apoio à bioeconomia: estudo comparativo nos principais países e regiões; análise dos processos de implementação e comparação com o caso brasileiro.

Desde 2011, o GEBio já produziu 12 teses e dissertações, 9 artigos em periódicos e desenvolveu 4 projetos, em parceria com o setor privado, relacionados à bioeconomia. Em 2016 e 2017, o GEBio realizou, em parceria com a CNI e a Abbi, três cursos de capacitação sobre bioeconomia e inovação, voltados para

profissionais de formação superior em áreas variadas com atuação ou interesse na bioeconomia, tanto do governo, quanto do setor privado e da academia.

## Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) possui, desde 2015, um núcleo que objetiva desenvolver produção do conhecimento e diálogo em tópicos avançados em bioeconomia e temas ligados à sustentabilidade do agronegócio: o Núcleo de Estudos em Bioeconomia Aplicada ao Agronegócio (NEB-Agro), interligado ao Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios (Cepan).

Desde sua criação, o NEB-Agro já produziu duas teses e três artigos em periódicos relacionados à bioeconomia. Em 2015, a UFRGS realizou o 3º *Simpósio da Ciência do Agronegócio*, cujo tema central foi a bioeconomia. No evento, foram discutidas novas ideias e iniciativas que contribuam para a inovação e a sustentabilidade no agronegócio a fim de diminuir os impactos causados ao meio ambiente e à sociedade. O NEB-Agro é parceiro do Instituto Brasileiro de Bioeconomia (Inbbio), que atua no Rio Grande do Sul, e tem como objetivo promover o debate científico interdisciplinar e o desenvolvimento tecnológico com foco na bioeconomia, a partir da elaboração de projetos e de cursos de capacitação<sup>5</sup>.

## Agropolo Campinas-Brasil

O Agropolo Campinas-Brasil é outra iniciativa que está sendo desenvolvida em bioeconomia. Trata-se de uma plataforma de instituições – a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, por meio do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), do Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital) e do Instituto Biológico (IB); a Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação; a Prefeitura de Campinas; a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); o Techno Park Campinas Associtech; e a Associação Agropolis International – que tem por objetivo desenvolver projetos de cooperação técnica nas áreas de agricultura, alimentação, biodiversidade,

<sup>5</sup> Em 2019, o Inbbio promoveu seu primeiro curso de capacitação, sobre agricultura de precisão, em Porto Alegre, RS, e Passo Fundo, RS.

bioenergia, química verde e desenvolvimento sustentável (Agropolo-Campinas, 2017).

O Agropolo criou o Projeto PPPBio-Fapesp: Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Bioeconomia, cujo objetivo é desenvolver um *roadmap* da bioeconomia para o Brasil, com foco no estado de São Paulo e na região de Campinas. A ideia é criar uma base da bioeconomia para o estado paulista que possa servir de modelo para outras regiões e que ajude a impulsionar o desenvolvimento econômico no Brasil (Agropolo-Campinas, 2017).

Na visão do projeto, a economia brasileira vai passar por uma transição, nos próximos 10 a 35 anos, saindo de uma economia baseada em fósseis em direção à bioeconomia, que se baseia em renováveis. Essa transição será feita com o desenvolvimento de produtos de base biológica derivados da agricultura e com alimentos, saúde, bioenergia e química verde que terão que ser eficientes, efetivos, e conter vantagens do ponto de vista ambiental, social e econômico. Entre as metas previstas estão as seguintes: aumentar a participação da bioeconomia de 20% para 30%, em 2025, e para 40%, em 2050; dobrar o número de empregos, em 2050, utilizando 2015 como base; e diminuir as emissões de gases de efeito estufa em 40% (utilizando 2005 como base), em 2025 (Agropolo-Campinas, 2017).

O Agropolo também apresenta alguns pontos estratégicos do setor agropecuário que são importantes para enfrentar os desafios futuros: alimentos mais adequados para consumo e processamento; alimentos com maior densidade nutricional; alimentos funcionais; desenvolvimento de programas inovadores em biossegurança; integração do conhecimento avançado em biologia com as áreas de alimento, nutrição e saúde; automação na agricultura, incluindo instrumentação e processos; avanços na agricultura de precisão, expansão de certificação e rastreabilidade como forma de agregação de valor (Agropolo-Campinas, 2017).

Além dessa visão geral e da específica para a agricultura, o projeto já organizou uma série de oficinas de trabalho, que ocorreram nos anos de 2017, 2018 e 2019, em que foram discutidos vários temas, entre os quais estão os seguintes: resíduos urbanos e agrícolas; energia, reciclagem de nutrientes e produção de fertilizantes; combustíveis avançados para aviação e transporte de carga; ingredientes, alimentos processados, funcionais e saúde; valorização

da biomassa para produtos químicos; novas tecnologias para agricultura de precisão; óleos essenciais, plantas aromáticas e medicinais; novas embalagens para alimentos e bebidas; pecuária de baixo carbono; enzimas e química verde; uso sustentável da água; tecnologias para processamento de alimentos e bebidas; nova indústria da bioeconomia – café; nova indústria da bioeconomia – citros; novas oportunidades em bioeconomia – como começar um negócio lucrativo baseado em resultados de pesquisas; seminário de *startups* inovadoras do agronegócio (Agropolo-Campinas, 2021).

Em seu primeiro relatório, que resultou da oficina de discussão sobre a visão do projeto, destacou-se a necessidade de elaborar um *roadmap*, a fim de obter uma melhor visão da pesquisa necessária ao desenvolvimento da inovação na bioeconomia. Ao longo do projeto, pretende-se executar as seguintes ações: abordar assuntos de interesse do setor produtivo da bioeconomia, bem como acessar novas fontes de financiamento; formar grupos de pesquisas e incentivar parcerias e *joint ventures*; encorajar o desenvolvimento de novos produtos e promover processos inovadores, além de prospectar novos mercados para companhias localizadas em Campinas; encorajar a criação de *startups* e *spin-offs* e dar projeção ao Agropolo-Campinas (Agropolo-Campinas, 2017).

A partir do exposto, percebe-se que há um interesse em várias áreas/temas da bioeconomia e que as oficinas juntam atores de diversos setores, instituições e áreas do conhecimento. Além disso, há uma preocupação em fomentar parcerias, discutir soluções e criar negócios. Mais uma vez, tem-se a criação de um ambiente de discussão em torno do tema e procura-se integrar os diversos atores relevantes. Considerando-se que é uma região que já possui um ecossistema de inovação, espera-se que o desenvolvimento da bioeconomia seja facilitado pela proximidade das instituições, parcerias já existentes e facilidade em mobilizar e aproximar os atores.

## Setores da Bioeconomia no Brasil

Dentro desse mapeamento de instituições, áreas de atuação e atores, é importante também reconhecer os setores e sua participação nessa “nova” economia. No que se refere à mensuração do impacto econômico<sup>6</sup> da bioeco-

<sup>6</sup> A quantificação, sobretudo econômica, da bioeconomia ainda é um desafio importante, pois as estatísticas oficiais não diferenciam produtos resultantes de insumos fósseis daqueles oriundos de processos de base biológica.

nomia no Brasil, estudo pioneiro publicado pelo BNDES utilizou o modelo econômico insumo-produto, a partir de base de dados da OCDE, para realizar o primeiro exercício de quantificação da bioeconomia do Brasil (Silva et al., 2018). Segundo a modelagem feita, o valor da bioeconomia brasileira, em 2016, foi de US\$ 285,9 bilhões (ou 13,8% do PIB do País) no Brasil e de US\$ 40,2 bilhões para vendas das atividades econômicas localizadas em outros países, totalizando US\$ 326,1 bilhões (Silva et al., 2018).

A partir desse estudo, pode-se ter uma primeira ideia das atividades e dos setores da bioeconomia e seus números. Os dados utilizados foram da matriz insumo-produto do Brasil preparada pela OCDE (2016). A razão dessa escolha foi o fato de essa base de dados estar atualizada com dados de 2016, enquanto a matriz de insumo-produto brasileira publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no momento da publicação ainda se referia a 2010. Uma desvantagem da utilização desses dados é que não estão incluídos os biocombustíveis, que são extremamente relevantes para o Brasil. Apesar disso, esse é considerado um importante primeiro passo para a mensuração da bioeconomia brasileira.

A Tabela 1 apresenta as atividades em que 100% de suas vendas foram consideradas como valor da bioeconomia. Também são apresentadas atividades cuja participação das vendas da bioeconomia no total de vendas estava acima de 3%. Esse corte na participação ainda é bem baixo porque a maioria das atividades apresentou pequena participação. Outra informação interessante – e que posiciona as atividades – é a participação das vendas da bioeconomia por atividade em relação ao total das vendas. Na Tabela 1, fica claro que a agropecuária e a fabricação de produtos alimentícios e bebidas são as grandes atividades da bioeconomia no Brasil atualmente. A fabricação de produtos químicos corresponde a apenas 2,1% das vendas da bioeconomia. Ou seja, o setor primário ainda é o grande responsável pela bioeconomia no País e, dada a importância desse setor para a economia brasileira e as vantagens comparativas e competitivas que o Brasil possui no setor, a tendência é que continue sendo responsável por grande parte do valor da bioeconomia. O fato de a produção de químicos da bioeconomia apresentar participação de apenas 5,5% nas vendas totais dessa atividade mostra a grande oportunidade que se tem de ampliação da bioeconomia nessa indústria. Há uma boa perspectiva para o desenvolvimento da bioeconomia, mas serão necessárias pesquisas e incentivos.

**Tabela 1.** Participação das vendas das principais atividades da bioeconomia no Brasil.

Atividade	Valor da bioeconomia (US\$ milhões)	Valor da bioeconomia/ Valor da bioeconomia no Brasil (%)	Valor da bioeconomia/ Vendas da atividade (%)
Agropecuária	171.385	59,9	100,0
Silvicultura e exploração madeireira	8.752	3,1	100,0
Pesca e aquicultura	4.334	1,5	100,0
Fabricação de produtos alimentícios, bebidas e produtos do tabaco	65.242	22,8	26,7
Hotelaria e serviços de alimentação	8.312	2,9	8,6
Fabricação de produtos químicos	6.027	2,1	5,5
Fabricação de têxteis, vestuários e produtos de couro	2.135	0,7	3,4
Fabricação de papel e produtos de papel	1.398	0,5	4,9

Fonte: Silva et al. (2018).

## Políticas Relacionadas à Bioeconomia e à Atuação do Legislativo no Tema

### Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti 2016-2022) e o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)

Em 2016, o MCTI publicou a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti) 2016–2022, que considerou a bioeconomia como um dos temas estratégicos para o desenvolvimento da área de Ciência e Tecnologia (C&T) no País. Em bioeconomia, as estratégias associadas têm como objetivo (Brasil, 2016b, p. 97):



[...] apoiar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para agregação de valor aos bens e serviços da sociobiodiversidade brasileira e promover maior interação entre os setores acadêmico e produtivo, a fim de elevar a competitividade do país no cenário da bioeconomia mundial, sempre considerando aspectos referentes à conservação e preservação da biodiversidade nacional.

O MCTI considera que os biomas brasileiros e os ecossistemas marinhos contribuem para o suprimento de alimentos, energia, biomateriais e moléculas e princípios ativos de interesse econômico. Há um grande potencial de agregação de valor aos recursos naturais e serviços ambientais, com a obtenção de produtos e processos inovadores, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do País, sempre com a preocupação de preservação e conservação da biodiversidade (Brasil, 2016b).

No setor agropecuário, destaca-se o desenvolvimento de soluções para problemas do setor, aumento de produtividade e de qualidade na produção agropecuária. Além disso, na Encti argumenta-se que o desenvolvimento de bioprocessos será importante para a conversão de biomassa em energia e biocompostos. Por fim, aponta-se que a biotecnologia industrial terá papel fundamental na utilização de resíduos agroindustriais e urbanos para produção de energia e para redução de impactos ambientais (Brasil, 2016b).

Na área de química, o ministério pretende incentivar tecnologias que contribuem para a eliminação da geração de resíduos perigosos, bem como a redução de reagentes e solventes perigosos ou tóxicos, e a substituição de fósseis por renováveis. Por fim, entende que o conhecimento para a biodiversidade não deve ser considerado apenas como capital para geração de renda, mas sim como fonte de prestação de serviços ambientais, tais como: a proteção dos solos e bacias hidrográficas, a distribuição de chuva, a dispersão de sementes, o sequestro de carbono e a manutenção de condições climáticas do planeta. Além disso, o desenvolvimento de CT&I é importante para o conhecimento, a conservação, a recuperação e a restauração dos ecossistemas e dos serviços ambientais (Brasil, 2016b).

Após o lançamento da Encti, foram elaborados planos de ações específicos para cada tema estratégico e, em 2018, o governo federal lançou seu primeiro documento oficial voltado especificamente para a bioeconomia. Segundo o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia, ou Pacto Bioeconomia, a bioeconomia é um novo paradigma econômico para auxiliar na solução de parte das crises globais. Portanto, o Brasil deve estar bem preparado

para promover a inserção estratégica da bioeconomia brasileira no cenário global e a convergência das agendas nacionais com os ODS. Para tanto, o plano traz cinco linhas temáticas de atuação: biomassa; processamento e biorrefinarias; bioprodutos (centrais); observatório brasileiro de bioeconomia; e instância central coordenadora da bioeconomia (auxiliares).

A Tabela 2 apresenta os objetivos e metas do Pacti Bioeconomia e sua aderência aos ODS alinhados à missão da Embrapa, a partir das três linhas temáticas centrais definidas pelo MCTI. É interessante observar que a Empresa pode contribuir em todas as linhas temáticas, além de fortalecer sua carteira de projetos com financiamento externo. Existe, porém, potencial ainda mais relevante nas linhas de biomassa e processamento e biorrefinarias. A Tabela 2 representa, ainda, um exercício, a partir das linhas do MCTI e dos ODS, de efetuar um alinhamento com alguns portfólios da Embrapa que poderiam estar, em conjunto com parceiros, se beneficiando de financiamento. Essa é uma sugestão preliminar para mostrar que há possibilidade de convergência de interesses e de integração de esforços nas linhas temáticas do Pacti Bioeconomia.

Outra instituição ligada ao MCTI que ajudará no fomento à bioeconomia é a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii, 2020). Essa organização social atua em cooperação com instituições de pesquisa científica e tecnológica, públicas ou privadas, com foco nas demandas do setor privado. Há um compartilhamento do risco na fase pré-competitiva da inovação com o objetivo de estimular o setor industrial a inovar, utilizando tecnologias e, assim, aumentar a força competitiva das empresas tanto no mercado interno como no externo.

Em 2020, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em parceria com a coordenação de bioeconomia do MCTI, iniciou o projeto Oportunidades e Desafios da Bioeconomia (ODBio), que tem três objetivos principais. O primeiro é subsidiar estratégias para implementação de políticas de CT&I para o desenvolvimento da bioeconomia nacional. Para isso, os coordenadores do projeto sugerem que projetos estruturantes orientados por missões sejam a base da implementação. O segundo objetivo é propor um modelo de governança e o terceiro é criar um observatório em bioeconomia.

Para alcançar seus objetivos, foram definidas seis metas e cinco resultados esperados: 1) mobilização e engajamento de atores para discussão ampla da bioeconomia no Brasil; 2) sistematização de dados, informações, oportunidades e desafios para subsidiar políticas de CTI; 3) conscientização sobre opções de

**Tabela 2.** Objetivos do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia (Pacti Bioeconomia) alinhados à missão da Embrapa, a partir das linhas temáticas centrais definidas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

Linha temática	Objetivo do Pacti Bioeconomia alinhados à missão da Embrapa	Aderência aos ODS	Portfólio Embrapa
Biomassa	<p>Apoiar projetos, programas, consórcios e redes de pesquisa para a obtenção de conhecimentos científicos e desenvolvimento tecnológico em insumos e serviços estratégicos para a produção agropecuária, com foco no aumento da produtividade e melhor utilização de recursos</p> <p>Fomentar e articular políticas e programas de PD&amp;I em sistemas produtivos integrados e sustentáveis, preferencialmente aqueles que se proponham a utilizar áreas degradadas e em consonância aos preceitos da abordagem do Nexo Água-Energia-Alimento</p> <p>Apoiar projetos, programas, consórcios e redes de pesquisa para a obtenção de conhecimentos científicos e desenvolvimento tecnológico em metodologias e ferramentas para o melhoramento genético, tanto clássico quanto por modernas ferramentas biotecnológicas, de variedades produtoras de biomassa</p> <p>Incentivar a prospeção de novas fontes e novos usos às biomassas e aos microrganismos advindos da biodiversidade nacional, por meio de financiamento contínuo para PD&amp;I e pela construção de ambiente regulatório adequado</p>	<p>ODS 2</p> <p>ODS 6</p> <p>ODS 7</p> <p>ODS 12</p> <p>ODS 17</p>	<p>Biotecnologia Avançada Aplicada ao Agronegócio; Integração Lavourea-Pecuária-Floresta; Insumos Biológicos; Mudanças Climáticas; Nutrientes para a Agricultura; Recursos Genéticos</p>
Processamento e biorrefinarias	<p>Promover a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico em insumos, equipamentos e processos para pré-tratamento e tratamento de biomassas</p> <p>Implantar e consolidar tecnologias para a gestão ambiental, com foco na descontaminação de solos e águas, no tratamento de águas residuais, na redução nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e consequente descarbonização da cadeia produtiva</p> <p>Articular políticas, programas, projetos e ações vinculados às Tecnologias Convergentes (Biotecnologia, Nanotecnologia, Tecnologias da Informação e Comunicação e Tecnologias Cognitivas) para desenvolvimento e aprimoramento dos processos produtivos na bioeconomia</p> <p>Estruturar programas e políticas para coordenação, cooperação e interação de infraestruturas de PD&amp;I voltados à bioeconomia</p>	<p>ODS 6</p> <p>ODS 7</p> <p>ODS 8</p> <p>ODS 12</p> <p>ODS 17</p>	<p>Biotecnologia Avançada Aplicada ao Agronegócio; Energia, Química e Tecnologia da Biomassa; Mudanças Climáticas; Nanotecnologia</p>
Bioprodutos	<p>Estruturar políticas e programas para o desenvolvimento das ciências ômicas, de melhoramento e engenharia de microrganismo, bem como técnicas avançadas de edição gênica</p> <p>Articular políticas, programas e projetos de pesquisa e desenvolvimento em biomateriais produzidos a partir de biomassa, visando à gradativa independência de matérias-primas fósseis</p>	<p>ODS 6</p> <p>ODS 7</p> <p>ODS 8</p> <p>ODS 12</p> <p>ODS 17</p>	<p>Biotecnologia Avançada Aplicada ao Agronegócio; Energia, Química e Tecnologia da Biomassa; Fibras e Biomassas para Uso Industrial; Mudanças Climáticas; Nanotecnologia</p>

Fonte: Brasil (2018).

modelos sustentáveis de desenvolvimento econômico, social e ambiental; 4) integração de ações e iniciativas na construção de projetos orientados por missões e planejamento de longo prazo da bioeconomia nacional; e 5) indicação de oportunidades de inserção competitiva em mercados bioeconômicos globais (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2020a). Este último resultado está bastante alinhado com o direcionamento da Embrapa que, desde 2015, já havia incluído a inserção estratégica e competitiva da bioeconomia como um dos eixos de impacto do seu sexto Plano Diretor da Embrapa (VI PDE) (Embrapa, 2015). O VII PDE, aprovado em 2020, manteve o alinhamento com o ODBio, pois introduziu um objetivo estratégico (OE) específico para a bioeconomia que considera os mercados bioeconômicos. 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). Além do OE, foram incluídas metas para garantir que os esforços da Empresa sejam direcionados para a bioeconomia.

O ODBio tem promovido reuniões virtuais e preparado uma série de documentos que podem ser bastante úteis para as instituições interessadas no desenvolvimento da bioeconomia e na identificação de possíveis oportunidades e parcerias. Alguns destaques são as propostas de temas para missões e projetos estruturantes. São três temas/missões e, para cada um, há uma série de projetos estruturantes sugeridos: Desenvolvimento & Implantação de Biorrefinarias; Desenvolvimento de Cadeias Produtivas nos Biomas da Biodiversidade; e Estabelecimento do Programa Brasileiro de Bioeconomia Circular (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2020b).

O ODBio elaborou uma nota técnica em que incluiu as várias instituições da rede do MCTI e outras que não são da rede do ministério, mas que poderão contribuir para o desenvolvimento da bioeconomia. A rede é ampla e diversa e inclui temas variados da bioeconomia (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2020c). O documento é atual e mapeia as instituições de CT&I da bioeconomia. Também bastante interessante é a divisão da bioeconomia em quatro macrodimensões: 1) matéria-prima que inclui quatro tipos: novas biomassas, biomassas estabelecidas, resíduos urbanos, técnicas de produção; 2) processos biotecnológicos e não biotecnológicos; 3) bioprodutos e serviços que incluem energéticos, químicos de base biológica, biomateriais e biofármacos; e 4) modelos de negócio e paisagem sociotécnicos, incluindo empresas e sistemas de inovação. Essa divisão é útil na definição de metas, objetivos e soluções para o enfrentamento de desafios e desenvolvimento da bioeconomia. É possível

vislumbrar uma convergência de várias instituições, inclusive da própria Embrapa, em torno dessas quatro categorias. Esse alinhamento entre as instituições é fundamental.

## Programa Bioeconomia Brasil – Sociobiodiversidade e Programa Nacional de Bioinsumos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

O Bioeconomia Brasil – Sociobiodiversidade é um programa do Mapa, executado pela Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo (SAF), que busca ampliar a participação dos pequenos agricultores, agricultores familiares, povos, bem como comunidades tradicionais e seus empreendimentos, nos arranjos produtivos e econômicos que envolvam o conceito da bioeconomia.

No programa, que foi lançado em junho de 2019 pelo Mapa, foram definidos cinco eixos de atuação: 1) estruturação produtiva das cadeias do extrativismo (pró-extrativismo); 2) ervas medicinais, aromáticas, condimentares, azeites e chás especiais do Brasil; 3) roteiros da sociobiodiversidade; 4) potencialidades da agrobiodiversidade brasileira; e 5) energias renováveis para a agricultura familiar.

Além disso, o programa prevê apoio técnico e financeiro<sup>7</sup> de organismos internacionais, fundos e bancos de desenvolvimentos, outros ministérios, entes federativos, setor empresarial, etc. Para a execução do programa, serão abertas chamadas públicas. Pretende-se, também, integrar o programa a outras políticas públicas já existentes que apoiam a bioeconomia.

O segundo programa do Mapa relacionado à bioeconomia é o Programa Nacional de Bioinsumos, que foi instituído em maio de 2020. O programa, que tem como objetivo ampliar e fortalecer o uso de insumos de base biológica, ofertará tecnologias, produtos, processos, conhecimento e informações sobre uma gama de bioinsumos aplicados à nutrição do solo; ao controle de pragas, parasitas e doenças; aos tratamentos culturais e zootécnicos; e à otimização de produtos e processos relacionados à pós-colheita e à agroindústria (Brasil, 2020b). O Programa Nacional de Bioinsumos está alinhado à bioeconomia, pois considera a utilização de recursos de base biológica, recicláveis e renováveis na produção dos insumos e, ao

<sup>7</sup> De acordo com o manual operacional “Fortalece Sociobio” (Brasil, 2020a), nos projetos é possível incluir gastos com custeio e compra de equipamentos, iniciativas de capacitação e assistência técnica, no entanto obras de engenharia não estarão contempladas.

incentivar o uso de bioinsumos, contribuirá para o desenvolvimento sustentável das cadeias de valor.

Esses dois programas recentes trabalham para o desenvolvimento da bioeconomia em diferentes caminhos, o que é importante para a inclusão de atores diversos e de utilização dos diferentes recursos que o País possui. Aproveitar as vantagens do Brasil, de acordo com as especificidades e necessidades locais, é fundamental para o desenvolvimento mais completo da bioeconomia.

## Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Bioeconomia

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) é coordenado pelo BNDES em alinhamento com o Mapa e faz parte do Plano Safra 2020/2021. Trata-se de uma linha de crédito para a agricultura familiar para investimento em energia renovável e sustentabilidade ambiental, destinada à implantação, utilização ou recuperação de tecnologias de energia renovável; tecnologias ambientais, como estação de tratamento de água, de dejetos e efluentes, compostagem e reciclagem; pequenos aproveitamentos hidroenergéticos; projetos de adequação ambiental e de regularização à legislação ambiental; silvicultura; e sistemas produtivos de exploração extrativista e de produtos da sociobiodiversidade ecologicamente sustentável. Há possibilidade de crédito tanto para custeio quanto para investimento a uma taxa de juros de 2,75% ao ano.

No Plano Safra, há ainda um destaque para o Pronaf-Bioeconomia específico para o dendê e a seringueira, com ampliação do custeio associado para a manutenção dessas culturas de 4 para 6 anos, uma demanda da Câmara Temática do Mapa.

Percebe-se que há um alinhamento do Programa Sociobiodiversidade e das Câmaras Temáticas do Mapa com o BNDES em torno da bioeconomia. Isso é um sinal do fortalecimento do tema e de que está havendo coordenação entre instituições privadas e públicas, caso da Câmara Temática (que inclui participantes dos setores público e privado), e entre o Mapa e outras instituições públicas.

Por fim, no que diz respeito à discussão sobre políticas, citam-se alguns planos/políticas/legislações que são importantes para a bioeconomia, visto que, para cumpri-las, será necessário o desenvolvimento ou a adaptação de

tecnologias ou até mesmo incentivos para que as tecnologias já existentes sejam utilizadas, entre as quais se destacam as seguintes: o Plano de Agricultura de Baixo Carbono e a Política Nacional de Mudanças Climáticas, que serão examinados, respectivamente nas seções 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 (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Política Nacional sobre Mudança do Clima do Ministério do Meio Ambiente deste capítulo.

## Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio) do Ministério de Minas e Energia

A Política Nacional de Biocombustíveis, conhecida como Renovabio, está diretamente ligada à bioeconomia, já que pretende incentivar a produção de biocombustíveis, bioproduto importante que poderá contribuir para uma matriz energética mais limpa. Seu objetivo é aumentar a produção de biocombustíveis no Brasil com sustentabilidade e contribuir para a redução de gases de efeito estufa (GEE) no País. Essa política vem para contribuir para os compromissos firmados pelo Brasil no Acordo de Paris, mais especificamente o compromisso de ampliar a participação dos biocombustíveis para 18% na matriz energética até 2030; e há previsão de iniciativas para que as emissões totais de CO<sub>2</sub> dos combustíveis consumidos no Brasil sejam menores.

De acordo com o Ministério de Minas e Energias (MME), a Renovabio foi construída para incentivar a capacidade de cada combustível a fim de reduzir emissões, considerando a unidade produtora. Serão utilizados dois instrumentos principais. O primeiro são as metas nacionais de redução de emissões definidas por períodos de 10 anos. O estabelecimento de metas é importante para que o setor privado possa se planejar. As metas nacionais serão desdobradas em metas individuais anuais e serão compulsórias para todos os distribuidores de combustíveis, de acordo com a sua participação no mercado de fósseis.

O segundo instrumento é a certificação da produção de biocombustíveis por firmas privadas que atribuirão notas para as unidades produtoras as quais refletirão a contribuição de cada agente produtor para a mitigação de GEE, em relação ao substituto fóssil (a medida será toneladas por CO<sub>2</sub>). Para o cálculo da intensidade de carbono de cada biocombustível certificado será utilizada a RenovaCalc, ferramenta desenvolvida pela Embrapa Meio Ambiente, especificamente para



essa finalidade, com base na metodologia de avaliação de ciclo de vida (ACV), e que será disponibilizada pela Agência Nacional de Petróleo (ANP).

A parte de certificação ficará sob responsabilidade da ANP. Os dois instrumentos serão ligados por meio do Crédito de Descarbonização por Biocombustíveis (Cbio). O produtor de biocombustível emite o Cbio a partir da comercialização de sua produção. Os distribuidores de combustíveis cumprirão a meta ao demonstrar a quantidade necessária de Cbios em sua propriedade. Eles serão negociados em bolsa, e outros agentes (pessoas físicas e jurídicas) poderão comprar e vender Cbios na bolsa, como forma de trazer maior liquidez a esse mercado.

Essa política é bastante interessante, porque envolve um compromisso internacional. Há uma coordenação entre o ministério, os produtores de biocombustível e os distribuidores, podendo ser fundamental também para a pesquisa, pois há necessidade de diversificação de matérias-primas para a produção de biocombustíveis com o desenvolvimento e a oferta de biomassas que sejam alternativas à cana-de-açúcar para o etanol e à soja para o biodiesel. Também é importante destacar o papel da pesquisa tanto na produção dos atuais biocombustíveis, quanto também no desenvolvimento da *RenovaCalc* pela Embrapa – uma instituição de pesquisa apoiando uma política pública.

## 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 (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

O Plano ABC (Brasil, 2012) é uma política pública que apresenta o detalhamento das ações de mitigação e adaptação às mudanças do clima para o setor agropecuário e aponta de que forma o Brasil pretende cumprir os compromissos assumidos de redução de emissão de GEE nesse setor. Seu objetivo geral é promover a redução das emissões de GEE na agricultura – conforme preconizado na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) –, a fim de melhorar a eficiência no uso de recursos naturais e aumentar a resiliência de sistemas produtivos e de comunidades rurais, possibilitando a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas. Essa política é uma parte importante do compromisso de



reduzir as emissões de GEE, assumido pelo Brasil na *15ª Conferência das Partes – COP-15*<sup>8</sup>, ocorrida em Copenhague, no ano de 2009.

Em 9 de dezembro de 2010, foi publicado o Decreto nº 7.390 (Brasil, 2010), que regulamentou os arts. 6º, 11 e 12 da PNMC. Para o setor da agricultura, ficou estabelecida a constituição do Plano ABC. Nesse decreto, consta que a PNMC será integrada pelos Planos de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento nos Biomas e pelos Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas, de que tratam, respectivamente, os arts. 6º e 11 da Lei nº 12.187/2009 (Brasil, 2009).

O Plano ABC é composto de ações que contribuirão, de forma direta e indireta, para a meta de redução do desmatamento nos biomas Amazônia e Cerrado, em 80% e 40%, respectivamente, a qual está prevista no compromisso voluntário do Brasil da *COP-15*. Nesse sentido, as políticas públicas<sup>9</sup> que abordam essas metas são o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado), que envolvem diretamente as ações destinadas à recuperação de pastagens degradadas e à adoção do sistema de ILPF e sistemas agroflorestais (SAFs), entre outros que possibilitam a diminuição na pressão por desmatamento de novas áreas.

O Plano ABC está estruturado em sete programas, os quais contribuem para a consecução dos compromissos assumidos pelo governo brasileiro, conforme identificação a seguir: 1) recuperação de pastagens degradadas; 2) ILPF e SAFs; 3) sistema plantio direto (SPD); 4) fixação biológica do nitrogênio (FBN); 5) florestas plantadas; 6) tratamento de dejetos animais; e 7) adaptação às mudanças climáticas.

Segundo avaliação do Senado Federal sobre a PNMC, deve-se dar maior escala ao Plano ABC, aumentando o volume de recursos (atualmente, o Plano ABC tem orçamento equivalente a apenas 1% do orçamento do Plano Safra), facilitando as condições de acesso ao plano e promovendo mais estudos de monitoramento e avaliação (Brasil, 2019). No que diz respeito aos resultados, estudos realizados

<sup>8</sup> Durante a *COP-15*, o governo brasileiro divulgou o seu compromisso voluntário de redução entre 36,1% e 38,9% das emissões de GEE projetadas para 2020, estimando o volume de redução em torno de 1 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub> eq) – são as chamadas Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs, do inglês Nationally Appropriate Mitigation Actions).

<sup>9</sup> Além das já mencionadas, o Plano ABC também possui interface com outras políticas públicas: Programa Mais Ambiente, Operação Arco Verde, Prevfogo, Programa Terra Legal Amazônia e Programa Territórios da Cidadania.

pelo Mapa indicam que, entre 2010 e 2018, o Brasil logrou êxito nas seguintes ações: 1) recuperar 10,45 milhões de hectares de pastagens degradadas – com base nos dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) de 2018 –, o que correspondeu a 70% de alcance da meta inicialmente proposta pelo Plano ABC<sup>10</sup>; 2) converter 5,83 milhões de hectares em área de ILPF, o que corresponde a 146% da meta original<sup>11</sup>; 3) plantar 9,97 milhões de hectares sob SPD, o que corresponde a 125% de alcance da meta<sup>12</sup>; 4) plantar 9,97 milhões de hectares utilizando FBN, o que corresponde a 181% de alcance da meta<sup>13</sup>; 5) estimular o plantio de 1,10 milhão de hectares de florestas para fins comerciais, correspondendo a 37% de alcance da meta<sup>14</sup>; e, finalmente, 6) tratar 1,70 milhão de metros cúbicos de dejetos de suinocultura com financiamento dos recursos do Plano ABC, o que corresponde a 39% de alcance da meta de volume de tratamento<sup>15</sup>. Em termos financeiros, essa política pública, por meio do Plano ABC, disponibilizou R\$ 19,1 bilhões em crédito rural e recursos do Tesouro Nacional para equalização (Lima et al., 2020).

Ao incentivar práticas e sistemas que preservam os recursos naturais, o Plano ABC está em completa sintonia com a bioeconomia sustentável, ou seja, está produzindo com menos impacto ambiental. Por exemplo, a utilização de FBN diminui a utilização de insumos de base fóssil; no sistema ILPF, há uma diversificação de produção em uma mesma área, trazendo benefícios ao solo, aumento de produtividade e aumento de renda para o produtor. A utilização de dejetos, por sua vez, contribui para uma bioeconomia circular, ou seja, diminuição de poluição e utilização de resíduos. Essa intensificação produtiva traz benefícios para os recursos naturais; nesse caso, algumas tecnologias/práticas beneficiam especificamente o solo, mas a utilização de dejetos também pode evitar poluição de águas. Esse é um caminho da bioeconomia: uma produção agrícola cada vez mais sustentável e circular.

<sup>10</sup> Contribuindo para a mitigação de 39,61 milhões de Mg CO<sub>2</sub> eq e para um alcance de 43% da meta estabelecida para recuperação de pastagens degradadas (RPD), quando utilizados coeficientes definidos no Plano ABC.

<sup>11</sup> Representa a mitigação de 22,11 milhões de Mg CO<sub>2</sub> eq e o alcance de 111% da meta quando utilizados coeficientes definidos no Plano ABC.

<sup>12</sup> Em mitigação, contribui com 18,25 milhões de Mg CO<sub>2</sub> eq e representa um alcance de 101% da meta quando utilizados coeficientes definidos no Plano ABC.

<sup>13</sup> Contribuindo para a mitigação de 18,25 milhões de Mg CO<sub>2</sub> eq e para um alcance de 182% da meta quando utilizados coeficientes definidos no Plano ABC,

<sup>14</sup> Representa a mitigação de 2,01 milhões de Mg CO<sub>2</sub> eq quando utilizados coeficientes definidos no Plano ABC – 20% da meta de mitigação proposta.

<sup>15</sup> Em mitigação, esse volume representa 2,67 milhões de Mg CO<sub>2</sub> eq e um alcance de 39% da meta estabelecida para tratamento de dejetos animais (TDA).

## Política Nacional sobre Mudança do Clima do Ministério do Meio Ambiente

A origem da PNMC reside na atuação negociadora internacional brasileira no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Em 2009, durante a *COP-15*, realizada em Copenhague, o Brasil anunciou formalmente seu compromisso voluntário de redução das emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% até 2020. Esse compromisso representou um marco, dado que, até aquele momento, apenas os países desenvolvidos haviam divulgado suas metas de mitigação – em larga medida, devido à obrigatoriedade para os países desenvolvidos que eram partes no Protocolo de Quioto, adotado em 1997 e em vigor desde 2005.

A PNMC, instituída pela Lei nº 12.187/2009 (Brasil, 2009), foi a responsável por internalizar esse compromisso<sup>16</sup> no âmbito doméstico (por meio de seu art. 12), por estabelecer princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos da política de clima em suas duas vertentes (mitigação e adaptação) e por determinar a elaboração de planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança do clima em diversos setores. Inicialmente, a coordenação da PNMC seria do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), sob a responsabilidade da Casa Civil da Presidência da República; porém, na prática, o MMA foi o órgão federal responsável pela implementação da PNMC. O Decreto nº 7.390/2010 (Brasil, 2010) regulamentou a PNMC e estabeleceu o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que inclui planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança do clima nos setores de desmatamento da Amazônia Legal; desmatamento e queimadas no Cerrado; energia; agricultura (Plano ABC); siderurgia; transportes; mineração; indústria; e saúde.

Em 2019, a PNMC passou por avaliação por parte da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal (CMA). A despeito de considerá-la uma política inovadora e voltada para o desenvolvimento (e não pura e simplesmente uma política ambiental), a avaliação da CMA entendeu que a PNMC não atingiu todos os objetivos inicialmente propostos, já que as emissões de GEE vêm aumentando gradativamente desde 2016 e, em maior proporção a partir de

<sup>16</sup> Meta de limite máximo das emissões de GEE para o ano 2020: emissões totais entre 2,068 GtCO<sub>2</sub>e e 1,977 GtCO<sub>2</sub>e, o que equivale à redução entre 36,1% e 38,9% nas emissões projetadas para o ano 2020 (3,236 GtCO<sub>2</sub>e).

2019, e o componente de adaptação da PNMC, orientado pelo Plano Nacional de Adaptação (PNA), foi implementado sem a devida prioridade por parte do governo federal (Brasil, 2019).

Considerando-se o contexto atual de recuperação econômica verde pós-pandemia do novo coronavírus e da consolidação da bioeconomia no cenário global, concorda-se com a recomendação da CMA de que políticas como a PNMC não sejam voltadas apenas para o cumprimento de compromissos assumidos internacionalmente, mas que possibilitem a transição para uma economia menos intensiva em carbono, menos dependente de combustíveis fósseis e que contribuam para construção de uma base para a concepção de um modelo de desenvolvimento que seja econômica, social e ambientalmente sustentável (Brasil, 2019, p. 9).

## Frente Parlamentar de Bioeconomia

Em junho de 2019, foi lançada a Frente Parlamentar Mista pela Inovação da Bioeconomia (FPBioeconomia), então presidida<sup>17</sup> pelo Deputado Federal Paulo Ganime (Novo-RJ) e tendo a Abbi como Secretária-Executiva. Com o objetivo de fomentar discussões legislativas sobre agroeconomia, agenda ambiental, indústria e inovação, a partir de uma visão integrada e sistêmica de políticas públicas, a FPBioeconomia trabalha com oito pautas iniciais, entre as quais se destacam: estabelecimento de estratégia nacional para bioeconomia avançada; criação de um comitê interministerial e *multistakeholder* para a bioeconomia avançada, semelhante ao Conselho de Bioeconomia da Alemanha<sup>18</sup>; maior eficiência e segurança jurídica do sistema brasileiro de propriedade industrial; e incentivo à economia circular e à remediação ambiental.

Desde sua criação, a FPBioeconomia realizou três cafés da manhã temáticos sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (conhecida como Renovabio) e sobre Amazônia e inovação e atração de investimentos; e três seminários virtuais sobre Amazônia e inovação, bioquímicos e biomateriais e bioinsumos. Além disso, a Frente Parlamentar, em parceria com a Abbi, ofertou um curso de capacitação em bioeconomia avançada.

<sup>17</sup> Em junho de 2020, o deputado federal Alexis Fonteyne (Novo-SP) foi nomeado presidente da FPBioeconomia.

<sup>18</sup> Para mais detalhes sobre a atuação do Conselho de Bioeconomia da Alemanha, ver o Capítulo 1 desta obra – Governança, Setores e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em Bioeconomia a partir do Mapeamento de Atores Internacionais.

Um dos principais temas relacionados à agropecuária que têm sido alavancados pela FPBioeconomia é o de bioinsumos. Em julho de 2020, a Frente Parlamentar coordenou a realização de um seminário virtual intitulado *Bioinsumos: Competitividade, Inovação e Sustentabilidade na Agricultura Brasileira*. O debate contou com a participação de diversos representantes do Mapa e da Embrapa, em que foi destacado o Programa Nacional de Bioinsumos, coordenado pelo Mapa. Outro ponto de destaque do evento que também faz parte da pauta de atuação da FPBioeconomia foi a discussão sobre a necessidade de melhorias no ambiente regulatório brasileiro e de garantias de proteção intelectual que favoreçam atividades inovadoras em bioeconomia.

## Infraestrutura dos Parques Tecnológicos

Outra possível fonte de contribuição para o desenvolvimento da bioeconomia são os parques tecnológicos já existentes no Brasil. De acordo com estudo encomendado pelo MCTI, os parques tecnológicos têm por objetivo promover uma infraestrutura técnica, logística e administrativa para ajudar empresas a desenvolver seus produtos, aumentar a competitividade e favorecer a transferência tecnológica e a criação de um ambiente propício à inovação (Estudos..., 2014). Além da definição apresentada, a Lei nº 13.243/2016 (Brasil, 2016a) define parque tecnológico como um

[...] complexo planejado de desenvolvimento empresarial e tecnológico, promotor da cultura de inovação, da competitividade industrial, da capacitação empresarial e da promoção de sinergias em atividades de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico e de inovação, entre empresas e uma ou mais instituições de Ciência e Tecnologia, com ou sem vínculo entre si.

Seja qual for o conceito adotado, destaca-se que os objetivos dos parques tecnológicos são bastante convergentes com a bioeconomia já que se incentiva uma interação entre academia, empresas e governo para se alcançar a inovação. Portanto, a possibilidade de aproveitar estruturas já desenvolvidas para incorporar o conceito da bioeconomia pode ser uma boa estratégia de disseminação e de ação.

Interessante ainda apresentar algumas das informações sobre o estudo mencionado, pois indicam a localização e as áreas de atuação dos parques tecnológicos, sendo possível indicar aqueles que tenham maior afinidade com

o tema da bioeconomia. Em 2013, foram mapeados 94 parques tecnológicos no Brasil, dos quais 38 estavam em fase de projeto; 28 em fase de implementação; e 28 em execução. Com relação à distribuição geográfica, 39 estão localizados na região Sudeste, 35 na região Sul, 8 na região Centro-Oeste, 7 na região Nordeste e 5 na região Norte (Estudos..., 2014).

Para a identificação das áreas de atuação foram aplicados questionários aos gestores dos 94 parques tecnológicos mapeados. Apenas 44 gestores retornaram. Embora não representem o total, esse grupo já nos fornece uma indicação das áreas prioritárias de atuação. As respostas indicam que a maioria dos parques, no grupo que retornou à pesquisa, fomenta as áreas de tecnologia de informação (36), energia (27), biotecnologia (26), saúde (20), petróleo e gás natural (19) e telecomunicações (16). Sem apresentar números, destacam ainda as áreas mineral, espacial, aeronáutico, agronegócio e meio ambiente, que são citadas por diversos parques (Estudos..., 2014). Pode-se perceber que há realmente uma possibilidade de convergência com os objetivos dos parques tecnológicos com a bioeconomia já que os temas biotecnologia, energia, saúde, agronegócio e meio ambiente são comuns. Há necessidade de investigar e detalhar melhor os parques e suas áreas para que se tenha ideia de como realizar essa integração.

Na região Norte, há infraestrutura que poderia ser utilizada no desenvolvimento da bioeconomia, como, por exemplo, o Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), sediado em Manaus, AM, e criado em 2002 no âmbito do Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade (Probem), inscrito no primeiro Plano Plurianual (PPA) do governo federal. O CBA possui um complexo de 30 unidades, incluindo laboratórios, que desenvolvem novas tecnologias aplicáveis à industrialização de produtos da biodiversidade amazônica.

O sucesso dos parques tecnológicos implantados em outros países (Estados Unidos, Inglaterra, França, Japão, Coreia do Sul, Cingapura, Taiwan, China, Índia, Finlândia, Irlanda, Espanha) e nos estados sulistas do País, estimulou a implantação do Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá, em Belém, PA (PCT Guamá), em 2009. O objetivo seria reunir a capacidade científica e tecnológica das universidades com as indústrias e instituições do governo, viabilizando novas alternativas produtivas.

O PCT Guamá, parque tecnológico que foi financiando com recursos do estado do Pará e do BNDES, possui diversas parcerias, entre as quais estão as seguintes: Embrapa, Sebrae, Finep, Eletrobras, Eletronorte e Agência Brasileira de Promoção

de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil). O objetivo do PCT Guamá é estimular a pesquisa aplicada, o empreendedorismo inovador, a prestação de serviços e a transferência de tecnologia para o desenvolvimento de produtos e serviços com maior valor agregado e competitivos. As áreas estratégicas de atuação do PCT Guamá são as seguintes: biotecnologia; tecnologia da informação e comunicação (TIC); energia; tecnologia ambiental e tecnologia mineral (Pará, 2020).

A criação, em 2009, do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável, sediado em Belém, PA, tem por objetivo encontrar alternativas para os recursos da biodiversidade amazônica. Entre diversos temas, pode-se destacar aqui o de genômica ambiental, que visa utilizar uma abordagem molecular em seus estudos sobre biodiversidade, ou seja, busca identificar plantas e animais com o uso massivo de tecnologia de código de barras de DNA e com estudos de natureza genômica. Além disso, a instituição estuda os mecanismos evolutivos e a diversidade genética das espécies. Outro tema bastante relevante para a bioeconomia desenvolvido pelo instituto é o de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Os profissionais da instituição utilizam caracterização morfológica e molecular da biodiversidade, modelagem de nicho ecológico para avaliar a situação da conservação das espécies ameaçadas e subsidiar processos de licenciamento ambiental. Além disso, possuem projetos para avaliação dos impactos da mineração e do planejamento de ações de mitigação de áreas degradadas. Também trabalham com o mapeamento dos diversos serviços ecossistêmicos e sua valoração econômica.

Os exemplos citados mostram que existe infraestrutura que pode ser utilizada, adaptada, compartilhada, tornando-se um possível instrumento de integração entre os pesquisadores de diferentes instituições de pesquisa e entre pesquisadores e setor privado. Mais uma vez, para que isso ocorra, são necessários alguns objetivos comuns, possibilidade de sinergia e de benefícios.

## Legislação de CT&I com Interface na Bioeconomia

O objetivo desta subseção é apresentar de forma sucinta a legislação que está de alguma maneira relacionada à bioeconomia, além de apontar alguns destaques e desafios que precisam ser enfrentados.

A primeira lei a ser apresentada é a Lei de Cultivares (Brasil, 1997), que é bastante relevante, pois envolve as matérias-primas da bioeconomia. Em seguida, apresentar-se-á a Lei de Inovação, de 2004 (Brasil, 2004a), que dispõe sobre os incentivos para a inovação, outro elemento fundamental para o desenvolvimento da bioeconomia. Em 2016, essa lei foi modificada pelo Marco Legal de CT&I (Brasil, 2016a). Alguns itens de destaque do novo Marco Legal são os seguintes:

- 1) Dispensa a obrigatoriedade de licitação para compra ou contratação de produtos para fins de pesquisa e desenvolvimento.
- 2) Torna as regras simplificadas e reduz impostos para importação de material de pesquisa.
- 3) Permite que professores das universidades públicas em regime de dedicação exclusiva exerçam atividade de pesquisa também no setor privado, com remuneração.
- 4) Permite que universidades e institutos de pesquisa compartilhem o uso de seus laboratórios e equipes com empresas, para fins de pesquisa (desde que isso não interfira ou entre em conflito com as atividades de pesquisa e ensino da própria instituição).

Na legislação, há também preocupação com a biossegurança, conforme listado na Tabela 3. A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) é uma instância colegiada multidisciplinar, integrante do MCTI, com a finalidade de prestar apoio técnico consultivo e de assessoramento ao governo federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa aos OGMs, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos conclusivos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, a experimentação, o cultivo, a manipulação, o transporte, a comercialização, o consumo, o armazenamento, a liberação e o descarte de OGMs e derivados. Instituição também fundamental, considerando que os novos produtos da bioeconomia deverão seguir as regulamentações dessa instituição.

Outro ponto fundamental para a bioeconomia, sobretudo a brasileira, são as inovações que têm utilizado, ou utilizarão, novos recursos genéticos provenientes da biodiversidade. Entre os setores considerados importantes, que têm se beneficiado desse uso, estão o alimentício, o químico, o farmacêutico, o têxtil e o de cosméticos.

O desafio posto está na forma pela qual serão criadas condições para o desenvolvimento desses novos produtos. Países como o Brasil, que possuem



**Tabela 3.** Leis e decretos voltados para CT&I relacionados à bioeconomia.

Lei/Decreto	Tema	Objetivo
Lei nº 9.456/1997 (Brasil, 1997)	Lei de Cultivares	Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências
Lei nº 10.973/2004 (Brasil, 2004a)	Lei da Inovação	Estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País
Lei nº 11.105/2005 (Brasil, 2005a)	Biossegurança	Estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGMs) e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB), entre outros
Lei nº 11.196/2005 (Brasil, 2005b)	Lei do Bem	Concede incentivos fiscais às empresas que realizam pesquisa e desenvolvimento de inovação tecnológica
Lei nº 11.105/2005 (Brasil, 2005a)	Criação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio)	Dá apoio técnico ao governo federal e presta assessoria na implementação da Política Nacional de Biossegurança em relação aos organismos geneticamente modificados (OGMs). Auxilia no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente
Decreto nº 6.041/2007 (Brasil, 2007a)	Política de Desenvolvimento da Biotecnologia	Incentiva o desenvolvimento de produtos e processos inovadores nos processos industriais brasileiros, contribuindo assim para o desenvolvimento do País
Lei nº 11.516/2007 (Brasil, 2007b)	Criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – Instituto Chico Mendes; altera as Leis nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, nº 11.284, de 2 de março de 2006, nº 9.985, de 18 de julho de 2000, nº 10.410, de 11 de janeiro de 2002, nº 11.156, de 29 de julho de 2005, nº 11.357, de 19 de outubro de 2006, e nº 7.957, de 20 de dezembro de 1989; revoga dispositivos da Lei nº 8.028, de 12 de abril de 1990, e da Medida Provisória nº 2.216-37, de 31 de agosto de 2001; e dá outras providências

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Lei/Decreto	Tema	Objetivo
Lei nº 11.540/2007 (Brasil, 2007c) e Decreto nº 6.938/2009 (Brasil, 2009)	Regulamentação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)	Estabelece o modelo de gestão do Fundo-administração feita por um Conselho Diretor vinculado ao MCTI. Os recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) são obtidos por meio da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide), de parcela da receita das empresas beneficiárias de incentivos fiscais, de doações e operações de empréstimos, e devem ser utilizados para apoiar atividades de inovação e pesquisa em empresas e Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) nas modalidades de financiamento reembolsável, não reembolsável e investimento
Lei nº 13.123/2015 (Brasil, 2015c)	Lei de Acesso ao Patrimônio Genético	Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências
Lei nº 13.243/2016 (Brasil, 2016a)	Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação	Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004
Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016 (Brasil, 2016c)	Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015	Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade

grande diversidade biológica, têm focado na exploração sustentável desses recursos. Dentro das condições para o desenvolvimento estão as legislações que precisam ser cumpridas. No caso dos recursos genéticos, o novo marco regulatório aprovado no Brasil em 2015 (Lei nº 13.123/2015) e regulamentado em 2016 (Decreto nº 8.772/2016c) (Brasil, 2016c) determina que esses recursos fazem parte do patrimônio territorial.

Essa legislação vem dentro de um contexto maior, que é o da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), que foi estabelecida na *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento*, em 1992, no Rio de Janeiro, RJ, também conhecida como *Rio 92*, e entrou em vigor em 1993, sendo

o principal tratado da ONU para biodiversidade. Os três principais objetivos são os seguintes: a conservação da diversidade biológica, o uso sustentável da biodiversidade e a repartição justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos.

No caso do Brasil, o novo marco regulatório definiu diferentes caminhos, mas todos são baseados em contribuição por parte dos usuários. A contribuição é destinada diretamente às comunidades a cujo conhecimento tradicional se teve acesso ou ao Fundo Nacional de Repartição de Benefícios.

As situações típicas que variam de acordo com o tipo de acesso são as seguintes: 1) acesso ao patrimônio genético; 2) acesso ao conhecimento tradicional associado de origem não identificável; e 3) conhecimento tradicional associado de origem identificável.

O acesso ao patrimônio genético pode ser feito de duas formas. A primeira é mediante uma modalidade monetária e, nesse caso, é feito um depósito de 1% da receita líquida diretamente ao Fundo Nacional de Benefícios. Na segunda forma, o acesso pode ser feito por um projeto monetário, mediante acordo de repartição de benefícios com a União para definir o Projeto de Repartição de Benefícios. Nesse caso, paga-se de 0,75% a 1% de acordo com o projeto definido.

No caso do acesso ao conhecimento tradicional associado de origem não identificável, a repartição de benefícios é feita integralmente ao Fundo Nacional de Repartição de Benefícios, e o valor também é de 1% da renda líquida.

Por fim, no caso de acesso ao conhecimento tradicional associado de origem identificável, o usuário deverá negociar o valor com o provedor do conhecimento tradicional. Além do valor negociado, será pago 0,5% da receita líquida ao Fundo Nacional de Repartição de Benefícios, que repartirá esse montante com os demais beneficiários.

A lei brasileira é executada por um único órgão – o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGen) –, o que se considera uma vantagem, já que vários países possuem mais de dois órgãos públicos responsáveis por subtemas relacionados ao acesso à repartição de benefícios. O CGen é a instância responsável pela gestão do patrimônio genético, do conhecimento tradicional associado e da repartição de benefícios. O CGen é integrado por 20 conselheiros, dos quais 11 são representantes de órgãos da administração pública federal e 9 representantes da sociedade civil, conforme disposto no art. 7º do Decreto nº 8.772, de 2016 (Brasil, 2016c).

A CNI (2017), preocupada com o ambiente de negócios, considerou três fatores como sendo críticos para o desenvolvimento da bioeconomia: regulatórios, econômicos e sistêmicos.

Entre os fatores regulatórios estão, primeiramente, a necessidade de que os termos utilizados nas normas estejam padronizados e entendidos pelos órgãos que estão à frente da regulamentação; em segundo lugar, que as normas sejam interpretadas de maneira uniforme; e em terceiro, que haja clareza na comunicação das normas de forma ampla para facilitar o entendimento dos usuários. Ainda nesse tema, há necessidade de segurança jurídica, ou seja, para que haja investimento, os investidores precisam ter as regras mais bem definidas, isso não significa uma série de regras, mas sim orientações técnicas, pareceres e instruções que permitam que a regra seja mais facilmente aplicada pelos interessados. Essenciais também são os elementos de fiscalização e, para isso, há necessidade de capacitação tanto dos órgãos fiscalizadores quanto dos usuários.

Entre os fatores econômicos, há a necessidade de financiamento, por meio de crédito, que precisa ser alocado nas diferentes etapas das cadeias produtivas. É também importante que sejam desenvolvidos modelos de negócios baseados na agregação de valor do uso da biodiversidade, além de ser essencial considerar a valoração das matérias-primas que são utilizadas para a produção desses novos produtos. Para isso, são necessárias metodologias, dados, estudos e recursos humanos preparados para a valoração de bens e serviços relacionados à biodiversidade brasileira. Outro destaque são os preços relativos dos recursos advindos da biodiversidade brasileira e a necessidade de valorização desses produtos diante do mercado consumidor.

Os fatores sistêmicos necessários são principalmente o desenvolvimento de um ecossistema de inovação, ou seja, a junção de um conjunto de fatores que estimulam a interação e a cooperação. Esse sistema na verdade estaria englobando também os fatores mencionados anteriormente. Dentro desse sistema, estariam incluídas as competências científicas e tecnológicas necessárias ao desenvolvimento da bioeconomia, e um aspecto fundamental é o desenvolvimento e a disponibilização de bases de dados sobre a biodiversidade brasileira e o conhecimento tradicional. Seria bastante importante uma coordenação dos esforços para o desenvolvimento desse ecossistema de inovação. Pode-se pensar em uma coordenação mais ampla, com ambições de Estado e metas que possam guiar as demais instituições. Importante também são os esforços necessários e já existentes no âmbito local, ou seja, uma combinação de uma estratégia nacional e estratégias regionais/estaduais/locais, de acordo com os interesses dos atores e instituições.

## Iniciativas em Bioeconomia na Amazônia

As preocupações com incêndios e com o desmatamento da Amazônia têm mobilizado governo, setor privado, academia e organismos internacionais em busca de soluções. A preocupação de se manter a floresta em pé, com alternativas de produção sustentável que gerem renda para as populações da região amazônica, está entre os grandes desafios do nosso País. A seguir, serão apresentadas algumas mobilizações em curso que consideram a bioeconomia como uma oportunidade para a região Norte, mais especificamente para o bioma Amazônia.

O primeiro exemplo é do Instituto Escolhas, associação civil sem fins lucrativos criada para contribuir de forma qualificada – utilizando medidas de impacto econômico, social e ambiental para avaliar as decisões públicas e privadas – para o desenvolvimento sustentável. Para isso, elabora estudos com argumentos que subsidiem a tomada de decisão e a construção de soluções para viabilizar o desenvolvimento sustentável. Em um desses estudos, intitulado *Uma nova economia para o Amazonas: Zona Franca de Manaus e bioeconomia* (Instituto Escolhas, 2019), é apresentado um modelo para o desenvolvimento sustentável do Amazonas, que preserve a floresta e que aproveite o parque industrial da Zona Franca de Manaus. Para se chegar a esse modelo, inicialmente foi feito um diagnóstico das fraquezas, um levantamento do que seria necessário para estimular a região e os fatores críticos de sucesso e condicionantes para impulsionar a bioeconomia no Amazonas. Esse trabalho foi realizado a partir de dados e entrevistas, reuniões com acadêmicos, autoridades e diversos atores conhecedores da região e do estado.

O modelo de desenvolvimento sustentável sugerido possui quatro diretrizes necessárias: desenvolvimento científico e tecnológico, com foco em inovação; uso do potencial da biodiversidade de modo sustentável; descentralização econômica e geração de ganhos sociais e ambientais; dinamização do Polo Industrial de Manaus (PIM) e de seu modelo atual. Além das diretrizes, quatro eixos de oportunidades foram definidos: bioeconomia, polo de economia de transformação digital, ecoturismo e piscicultura. O estudo acima citado destacou que, dentro da bioeconomia, existem oportunidades de curto prazo nos setores de alimentos, bebidas e cosméticos. Em um prazo mais longo, será possível a expansão de setores, como o têxtil, de energia e de farmacêuticos. Para que o modelo se concretize, será necessário um aporte de R\$ 7,15 bilhões para investimentos em estruturas

físicas, e espera-se que esse aporte venha dos setores públicos e privados. Há um detalhamento maior dos investimentos e fatores críticos e condicionantes e, caso seja possível trabalhar nesses quatros eixos, há uma expectativa de aumento de empregos diretos e indiretos e, conseqüentemente, aumento de renda, preservação da floresta e contribuição para o desenvolvimento sustentável da região/estado (Instituto Escolhas, 2019).

Outra iniciativa é o Projeto Amazônia 4.0, que é uma terceira via, ou seja, uma alternativa para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Os idealizadores desse projeto apresentam a primeira via, que é a de preservação total, e a segunda via, que é a de um desenvolvimento que se diz sustentável, mas na prática isso não tem ocorrido. As duas vias não conseguiram nem preservar o que precisa ser preservado, nem desenvolver de forma sustentável. A solução apresentada é que seja aproveitado o valor de uma “floresta produtiva permanente”, mas que sejam utilizadas novas tecnologias físicas, digitais e biológicas para criar um modelo de desenvolvimento que seja inclusivo. Nobre e Nobre (2019) acreditam que é possível desenvolver a bioeconomia, mas há grandes desafios a serem superados.

O uso dessas novas tecnologias poderá ajudar na transformação dos recursos naturais em produtos de maior valor agregado. Nobre e Nobre (2019) sugerem tecnologias que permitam que os produtos da floresta sejam processados de maneira que suas características sejam preservadas, mas, ao mesmo tempo, que seu volume seja reduzido, permitindo mais facilmente seu transporte. Há necessidade de maior conexão na própria região, permitindo que os produtores possam se unir para aumento de escala, possibilitando maiores ganhos. Também há necessidade de treinamento para que as populações sejam capazes de utilizar tecnologias, por exemplo, por meio de capacitações e assistência técnica. Para isso, viabilizar a conexão dentro da região é fundamental. Outra sugestão é a criação de laboratórios criativos que possam ser montados com uma infraestrutura menos pesada, os quais funcionariam como laboratórios de campo, onde, além de pesquisadores já experientes trabalhando, a população local pudesse ser treinada e as pesquisas pudessem ser realizadas por meio da integração de conhecimentos tradicionais, científicos e tecnológicos (Nobre; Nobre, 2019).

Aliado ao Projeto Amazônia 4.0 está a parceria da Rainforest Social Business School com a Universidade Estadual do Amazonas (UEA) e a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação. Os atores pretendem utilizar os conhecimentos, as tecnologias, as práticas já existentes para a região e organizar capacitações na região amazônica. A UEA possui grande

capilaridade, com vários campi. Além disso, houve um aumento no número de profissionais mestres e doutores que já moram na região, o que ajudará na disseminação de conhecimento. Em conjunto com o Projeto Amazônia 4.0, pretende-se instalar laboratórios criativos que possam facilitar tanto a capacitação quanto a execução de pesquisas com moradores locais (Nobre; Nobre, 2019).

O governo federal também tem se preocupado com a Amazônia e reestabeleceu, em fevereiro de 2020, o Conselho Nacional da Amazônia Legal, presidido pelo vice-presidente Hamilton Mourão, que tem por objetivo coordenar e integrar as políticas públicas relacionadas à Amazônia Legal. Há grandes expectativas em relação ao desenvolvimento da bioeconomia na Amazônia. De acordo com Mourão (2020), a união entre universidade, governo e setor privado poderá impulsionar a bioeconomia. Para isso é considerado essencial promover e organizar a instalação de infraestrutura para que a ciência possa ser utilizada em prol do desenvolvimento da bioeconomia na região.

## Considerações Finais

Há uma grande convergência em relação aos quatro elementos importantes identificados nos diferentes conceitos de bioeconomia adotados por instituições e atores brasileiros. O primeiro elemento é a utilização sustentável de recursos biológicos na produção de novos produtos, processos e serviços. O segundo elemento é o conhecimento, com um grande destaque para a ciência, no entanto é reconhecida também a importância e a possibilidade de combinação entre conhecimento tradicional e ciência para a solução de desafios e o desenvolvimento de novos produtos. O terceiro é o desenvolvimento de atividades econômicas focadas na substituição de insumos fósseis, com ênfase no reúso e no reaproveitamento de resíduos (economia circular), a fim de otimizar a transição para um mundo mais eficiente, circular e sustentável. Finalmente, o quarto elemento traduz-se na preocupação em beneficiar a sociedade não apenas no curto prazo, mas também no longo prazo.

O setor privado se destacou ao iniciar as discussões sobre bioeconomia, notadamente a Fiesp e a CNI em 2012 e 2013, respectivamente. A primeira publicação da CNI foi lançada em 2013. No setor público, o MCTI foi o pioneiro nas discussões e, em 2016, por meio da Encti, incorporou a bioeconomia na sua estratégia. Posteriormente, o Mapa também passou a dar destaque ao tema, mais

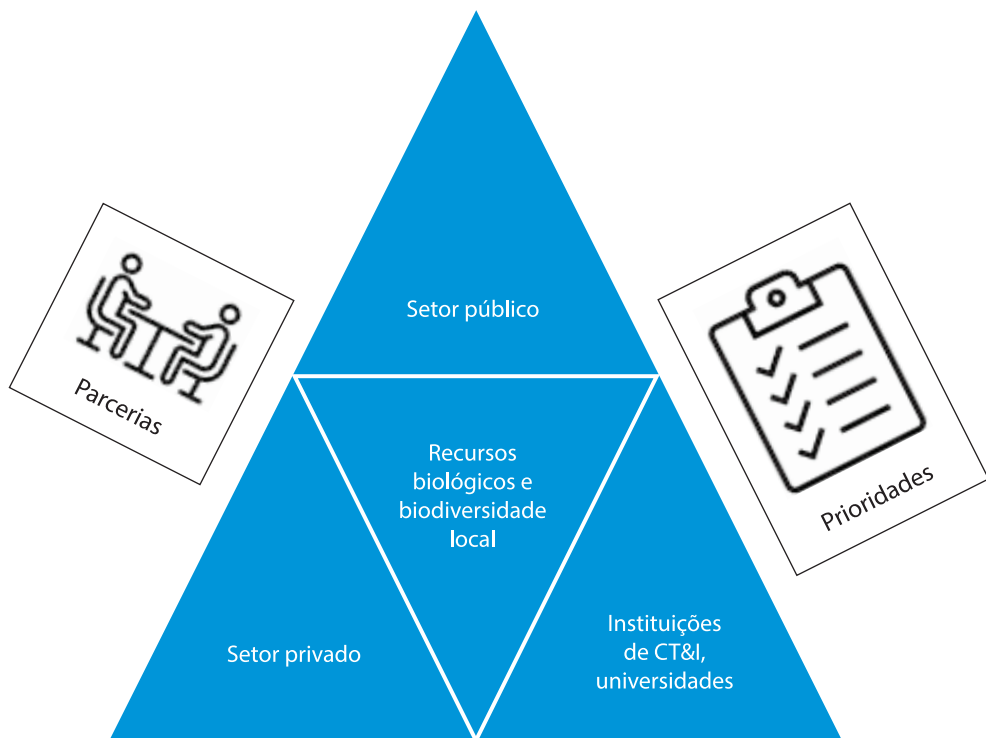
especificamente por meio do Programa Brasil Bioeconomia Sociobiodiversidade e do Programa Nacional de Bioinsumos. A Embrapa, como instituição vinculada ao Mapa, tem participado de diversos projetos e iniciativas sobre bioeconomia, tais como: oficinas de discussão sobre bioeconomia, no âmbito do Projeto Brasil 2035, em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea); três oficinas, realizadas em 2018, no âmbito do Projeto Especial Focus, para discutir os caminhos da bioeconomia; e o seminário *Bioeconomia: o Papel dos Recursos Genéticos e da Biotecnologia para a Promoção da Bioeconomia*, realizado em 2019 na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Além disso, nas duas últimas edições do seu PDE, nas quais a bioeconomia está presente, há atualmente um objetivo estratégico e três metas a serem alcançadas relacionadas ao tema. Destaque também para o MME com a política Renovabio, que possui foco na bioenergia, mas também promove a pesquisa de novos tipos de biomassa que, no futuro, poderão também ser utilizadas para outros bioprodutos. Governos estaduais também estão se mobilizando em torno da bioeconomia, ou seja, há um incremento de estudos, eventos, discussões, iniciativas sobre o tema.

Como a utilização de recursos biológicos é essencial para a bioeconomia, podem-se organizar as oportunidades de acordo com os recursos disponíveis nas localidades/territórios/regiões, pensando nas instituições públicas, privadas, universidades e instituições de pesquisas locais que poderão integrar-se e coordenar os esforços (Figura 1). Existe a possibilidade de desenvolvimento de *clusters* da bioeconomia. No Brasil, há o exemplo do *cluster* em torno do setor sucroalcooleiro, o que possibilitou o grande avanço na produção de etanol e do próprio conceito de biorrefinarias e economia circular. As empresas conseguem, a partir da cana-de-açúcar, gerar diversos produtos, além do biocombustível.

Existem algumas regiões brasileiras que já possuem um ecossistema de inovação e que poderão se beneficiar mais rapidamente da bioeconomia. Mas há também esforços governamentais, não governamentais (sociedade civil) e do setor privado voltados para o desenvolvimento regional a partir desse novo paradigma. Algumas instituições citadas aqui como exemplos de uso da bioeconomia (Mapa, MCTI, estado do Amazonas e Instituto Escolhas) estão estimulando seu desenvolvimento em populações locais (na região Norte), utilizando produtos já conhecidos, mediante agregação de valor, uso de tecnologia e também capacitação de seus habitantes.

Percebe-se que tanto o setor público quanto o privado começam a se organizar a fim de priorizar algumas regiões/biomas, como a Amazônia, e





**Figura 1.** Setores, recursos e atores da bioeconomia.

alguns produtos, como o açaí e a castanha, focando na utilização sustentável da biodiversidade. Ao mesmo tempo, o setor privado, por meio de suas associações e confederações, também está se organizando em torno de temas e agendas para o desenvolvimento da bioeconomia.

Para que os *clusters* se desenvolvam e seja possível uma integração e coordenação local no País, é importante que os atores se mobilizem em torno de objetivos comuns. As secretarias estaduais de agricultura e de ciência e tecnologia podem servir como catalisadoras dessa organização regional. As instituições de CT&I e as universidades também podem contribuir com esse papel agregador. Existe um mapeamento de capacidades em bioeconomia, elaborado pelo MCTI, além de políticas de fomento já lançadas pelo MCTI, pelo Mapa e até por instituições de fomento, como a Finep e o BNDES. O setor privado também tem interesse em parcerias, e os documentos e eventos patrocinados pela Fiesp, pelo CNI e pelo Sebrae, bem como suas participações em eventos e discussões,

comprovam essa intenção. É preciso chegar a uma convergência em torno de uma agenda, para que haja integração e seja possível definir objetivos e metas prioritárias.

A discussão sobre a bioeconomia no Brasil amadureceu, esforços estão em andamento e percebe-se a necessidade de maior integração e coordenação. É importante que as instituições que já trabalham com bioeconomia se organizem internamente, definindo suas prioridades, capacidades e desafios, para que, no momento de definição de uma agenda para o País, seja possível aproveitar ao máximo todo o seu potencial, acelerando assim os benefícios. Conforme discussões nas oficinas *do Simpósio Internacional de Bioeconomia*, organizado em 2016 pela Fiesp e pela Fapesp, o agronegócio pode ser entendido como um direcionador da bioeconomia no Brasil. Nesse contexto, abre-se uma importante oportunidade para que o Mapa e a Embrapa organizem-se e liderem as discussões sobre o tema no País, a partir do desenvolvimento de políticas e tecnologias voltadas para biomassa, bioinsumos, biologia sintética e suas aplicações no setor agropecuário.

## Referências

AGROPOLO-CAMPINAS. **1<sup>st</sup> Workshop Bioeconomy From a “fossil-based economy” to a “bio-based economy”**. Campinas, 2017. Disponível em: [http://www.agropolocampinasbrasil.org/arquivos/workshop\\_report\\_WS1\\_vision\\_agropolo\\_campinas\\_brazil\\_final.pdf](http://www.agropolocampinasbrasil.org/arquivos/workshop_report_WS1_vision_agropolo_campinas_brazil_final.pdf). Acesso em: 28 set. 2020.

AGROPOLO-CAMPINAS. **Agenda**. 2021. Disponível: <http://www.agropolocampinasbrasil.org/agenda.html>. Acesso em 13 de out. 2021.

BRASIL. Decreto nº 6.938, de 13 de agosto de 2009. Regulamenta a Lei nº 11.540, de 12 de novembro de 2007, que dispõe sobre o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 3, 14 ago. 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018.

BRASIL; Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016 Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. 2016c. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 3, 12 maio de 2016.

BRASIL. Decreto nº 6.041, de 8 de fevereiro de 2007. Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências. 2007a. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 3, fev. 2007.

BRASIL. Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 4, 10 dez. 2010.

BRASIL. Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016. Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 3, 12 maio 2016c.

BRASIL. Lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Edição Extra, 30 dez. 2009.

BRASIL. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio e dá outras providências. 2005a. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 3, 28 mar. 2005.

BRASIL. Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica e dá outras providências. 2005b. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 3, 22 nov. 2005.

BRASIL. Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes; altera as Leis nºs 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, 11.284, de 2 de março de 2006, 9.985, de 18 de julho de 2000, 10.410, de 11 de janeiro de 2002, 11.156, de 29 de julho de 2005, 11.357, de 19 de outubro de 2006, e 7.957, de 20 de dezembro de 1989; revoga dispositivos da Lei nº 8.028, de 12 de abril de 1990, e da Medida Provisória nº 2.216-37, de 31 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2007b. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 1, 28 ago. 2007.

BRASIL. Lei nº 11.540, de 12 de novembro de 2007. Dispõe sobre o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT; altera o Decreto-Lei nº 719, de 31 de julho de 1969, e a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997; e dá outras providências. 2007c. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 1, 13 nov. 2007.

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético. 2015c. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 1, 21 maio 2015.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 12 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. 2016a. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 5, 12 jan. 2016.

BRASIL. Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, p. 25162, 28 abr. 1997.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. 2004a. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 2, 4 dez. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Adoção e mitigação de gases de efeito estufa pelas tecnologias do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (Plano ABC)**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Fortalece Sociobio**: Manual Operacional. 2020a. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-seleciona-projetos-para-fortalecer-atividades-da-bioeconomia/Manual2020\\_FortaleceSociobio\\_OFICIAL1.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-seleciona-projetos-para-fortalecer-atividades-da-bioeconomia/Manual2020_FortaleceSociobio_OFICIAL1.pdf). Acesso em: 2 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Bioinsumos**. 2020b. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/bioinsumos/material-para-imprensa/pt/release-04-programanacionalbioinsumos\\_divulgacao](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/bioinsumos/material-para-imprensa/pt/release-04-programanacionalbioinsumos_divulgacao). Acesso em: 2 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação (Encti) 2016-2022**. 2016b. Disponível em: [http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/publicacao/Institucional/15\\_MCTIC\\_Encti\\_2016\\_2022\\_210\\_240mm\\_WEB.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/publicacao/Institucional/15_MCTIC_Encti_2016_2022_210_240mm_WEB.pdf). Acesso em: 12 out. 2020.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 745, de 20 de novembro de 2007. Institui Parceria entre os Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e da Ciência e Tecnologia para cooperação técnica na formulação de políticas de apoio ao Desenvolvimento científico-tecnológico e de inovação na área da produção agropecuária e do desenvolvimento do agronegócio, por intermédio da integração da Política para o Desenvolvimento do Agronegócio com a Política de Inovação Tecnológica. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 59, 20 nov. 2007d.

BRASIL. Senado Federal. Comissão de Meio Ambiente. **Avaliação da Política Nacional sobre Mudança do Clima**: sumário executivo. Brasília, DF, 2019.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Informe ODBio** n°1, 2020. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/6917123/CGEE\\_informe\\_ODBio.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10195/6917123/CGEE_informe_ODBio.pdf). Acesso em: 13 out. 2021.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Mapeamento de capacidades brasileiras em CTI em bioeconomia**. 2020c. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/6917123/CGEE\\_NT\\_Map\\_Cap\\_Bra\\_CTI\\_Bioeconomia.pdf](https://www.cgee.org.br/documents/10195/6917123/CGEE_NT_Map_Cap_Bra_CTI_Bioeconomia.pdf). Acesso em: 13 out. 2021.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Oportunidades e desafios da bioeconomia**. 2020b. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/-/oportunidades-e-desafios-da-bioeconomia>. Acesso em: 13 out. 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Acesso e repartição de benefícios no cenário mundial**: a lei brasileira em comparação com as normas internacionais. Brasília, DF: Senai: IEL, 2017.

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

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Bioeconomia**: uma agenda para o Brasil. Brasília, DF, 2013.

EMBRAPA. Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional. **VI Plano Diretor da Embrapa**: 2014-2034. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/1600893/VI+Plano+Diretor+da+Embrapa+2014-2034/7f0c7f31-b517-4621-8083-6450224d2f4e>. Acesso em: 28 set. 2020.

EMBRAPA. **VII Plano Diretor da Embrapa 2020-2030**. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

EMBRAPA. **Workshop Oportunidades para inserção de produtos da Biodiversidade no Ecossistema de inovação**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-eventos/-/evento/402664/workshop-oportunidades-para-insercao-de-produtos-da-biodiversidade-no-ecossistema-de-inovacao>. Acesso em: 28 set. 2020.

EMBRAPPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial. **Quem Somos**. 2020. Disponível em: <https://embrapii.org.br/>. Acesso em: 20 out. 2020.

ESTUDOS de projetos de alta complexidade: indicadores de parques tecnológicos. Brasília, DF: Ed. UnB/CDT, 2013.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **O que é bioeconomia?** São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/o-que-e-bioeconomia/>. Acesso em: 29 set. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Simpósio Internacional de Bioeconomia**. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/simposio-intl-bioeconomia/>. Acesso em: 2 out. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Amazônia você precisa saber**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/sifumesp/noticias/presidente-da-fiesp-ciesp-paulo-skaf-apresenta-pesquisa-sobre-a-amazonia-para-ceos-e-executivos-de-grandes-grupos-europeus/>. Acesso em: 2 out. 2020.

GREEN RIO. **Abertura, boas vindas e lançamento chamada conjunta bioeconomia Brasil-Alemanha 2020**. 2020. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=8Zaq-tLts\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=8Zaq-tLts_8). Acesso em: 14 out. 2020.

INSTITUTO ESCOLHAS (São Paulo). **Uma nova economia para o Amazonas: Zona Franca de Manaus e Bioeconomia**. 2019. Disponível em: [http://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2019/10/RELATORIO\\_Uma-nova-economia-para-o-Amazonas-Zona-Franca-de-Manaus-e-Bioeconomia.pdf](http://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2019/10/RELATORIO_Uma-nova-economia-para-o-Amazonas-Zona-Franca-de-Manaus-e-Bioeconomia.pdf). Acesso em: 28 set. 2020.

JAMES, C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. **ISAAA Brief**, nº 49, 2014.

LIMA, R. C. A.; HARFUCH, L.; PALAURO, G. R. **Plano ABC**: evidências do período 2010-2020 e propostas para uma nova fase 2021-2030. São Paulo: Agroicone, 2020.

MOURÃO, A. H. M. Amazônia: a Nova Fronteira da Bioeconomia. **Revista Interesse Nacional**, n. 1, p. 9-13, 2020.

NOBRE, I.; NOBRE, C. Projeto “Amazônia 4.0”: Definindo uma Terceira Via para a Amazônia. **Futuribles**, n. 2, p. 7-20, 2019.

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

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **World Input-Output Database**. 2016. Disponível em: <http://www.wiod.org/release16>. Acesso em: 13 out. 2021.

PARÁ (Estado). Parque de Ciência e Tecnologia Guamá. **O Parque**. 2020. Disponível em: [http://pctguama.org.br/?page\\_id=10&lang=pt](http://pctguama.org.br/?page_id=10&lang=pt). Acesso em: 29 set. 2020.

PEREIRA, G. (coord.). **Bioeconomia e a indústria brasileira**. Brasília, DF: CNI, 2020. 118 p. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/cd/ed/cded4159-a4c5-474d-9182-dd901b317e1c/bioeconomia\\_e\\_a\\_industria\\_brasileira.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/cd/ed/cded4159-a4c5-474d-9182-dd901b317e1c/bioeconomia_e_a_industria_brasileira.pdf). Acesso em: 2 out. 2020.

SEBRAE. **1º Workshop de Bioeconomia em Bambu**. 2019a. Disponível em: <http://www.ac.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/AC/sebrae-no-acre-e-parceiros-realizam-1-workshop-de-bioeconomia-e-bambu,f8f38a3a874ee610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 29 set. 2020.

SEBRAE. **Bioeconomia**: termo de referência. Brasília, DF, 2018a.

SEBRAE. **Empreendedorismo em Bioeconomia**: aprendendo com o mercado. 2018b. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/E-book%20Empreendedorismo%20em%20Bioeconomia.pdf>. Acesso em: 28 set. 2020.

SEBRAE. **Inova Amazônia estimula desenvolvimento com sustentabilidade.** 2019b.

Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/inovacao-aberta-para-geracao-de-bionegocios-na-amazonia,4376c248f14ec610VgnVCM1000004c00210aRCRD>.

Acesso em: 29 set. 2020.

SEBRAE. **Inovação aberta para geração de bionegócios na Amazônia.** 2020b. Disponível

em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/inovacao-aberta-para-geracao-de-bionegocios-na-amazonia,4376c248f14ec610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em:

20 set. 2020.

SEBRAE. **O que é a Bioeconomia?** 2020a. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/rj/sebraeaz/bioeconomia-inovacao-e-sustentabilidade-em-cadeias-produttivas,357bcde5d61b3610VgnVCM1000004c00210aRCRD>.

Acesso em: 20 set. 2020.

SENAI. **Institutos SENAI de Inovação.** 2020. Disponível em: <http://institutos.senai.br/>. Acesso

em: 20 set. 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.

# Bioeconomia Aplicada a Pequenos e Médios Produtores e a Pequenas e Médias Empresas

*Danielle Alencar Parente Torres*

*Gilmar Souza Santos*

*Áurea Fabiana Apolinário de Albuquerque Gerum*

*Marcelo do Amaral Santana*



## Introdução

A bioeconomia pode ser conceituada, de uma forma geral, como a produção econômica de produtos e serviços de forma sustentável a partir de recursos de base biológica. No Global Summit de Bioeconomia, em 2018, foi definida como “a produção, utilização e conservação de recursos biológicos que engloba 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).

Essa nova economia pode ser vista como uma oportunidade para enfrentar grandes problemas globais, como o aumento da população, a demanda por alimentos, o desenvolvimento sustentável, a redução da pobreza, e contribuir para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Pensando em países em desenvolvimento, há uma expectativa de que possa contribuir para o desenvolvimento econômico e social de forma sustentável.

Nessa visão, a bioeconomia é uma oportunidade para pequenos negócios que trabalham com produtos orgânicos e sustentáveis, desde setores como alimentos e bebidas, passando por empresas de higiene e cosméticos, energia, construção e moda. Consiste em iniciativas sustentáveis baseadas na utilização de recursos biológicos renováveis que visam inovar processos ou produtos em cadeias produtivas, gerando oportunidades de mercado para os pequenos negócios. Considerando a sua aplicação em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) e Pequenos e Médios Produtores (PMPs), a bioeconomia se estabelece como um macrosegmento transversal que possibilita agregação de valor em cadeias produtivas, contribuindo para o desenvolvimento de bionegócijs e abrindo oportunidades de mercado para os pequenos empreendimentos.

Apesar de todas essas expectativas, há também dúvidas sobre de que maneira será possível, por exemplo, incluir pequenos produtores, muitas vezes com pouco conhecimento, nessa nova economia.

Este capítulo tem por objetivo apresentar, por meio de exemplos, como a bioeconomia pode abrir uma série de oportunidades inovadoras e sustentáveis para pequenos negócios inovadores. A partir dos exemplos, serão destacados os elementos que indicam como é possível que PMPs e PMEs participem e se beneficiem da bioeconomia.

É importante destacar que o universo da bioeconomia é amplo e as instituições e os atores são muitos; portanto, este capítulo está longe de ser exaustivo, é uma amostra de casos para discussão com sugestões de caminhos para fomentar a bioeconomia para esse público. Com esse intuito, além dessa introdução, o capítulo está dividido em cinco seções: a primeira, uma apresentação da experiência internacional e dos elementos da bioeconomia para PMPs e PMEs em países selecionados; a segunda apresenta “cases” nacionais; a terceira trata da bioeconomia de serviços, exploração da biodiversidade e serviços ecossistêmicos e suas oportunidades para PMPs e PMEs; a quarta seção apresenta algumas iniciativas do governo e de segmentos da indústria aplicadas a PMPs e pequenos negócios; e, finalmente, a última seção apresenta as considerações finais.

## Inovação em Bioeconomia para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas em Países Selecionados

Esta seção tem por objetivo iniciar o debate sobre pequenos e médios produtores e empresas na bioeconomia. É importante destacar que são duas categorias com características bastante diferentes, com realidades distintas, sobretudo quando consideramos os diferentes países/regiões. Dos países que possuem estratégias nacionais de bioeconomia, foram selecionados cinco que englobam pequenos e médios produtores e/ou empresas. A partir da experiência desses países, foram identificadas as áreas e os setores que as PMEs e os PMPs se encontram, a existência de políticas definidas para inclusão de PMEs e PMPs na bioeconomia e os gargalos apontados que, em conjunto, são elementos utilizados como ponto de partida para analisar a situação no Brasil.

### Alemanha

Em 2015, os ministérios da Educação e Pesquisa e da Alimentação e Agricultura da Alemanha publicaram um documento intitulado Bioeconomia na Alemanha: oportunidades para um futuro de base biológica e sustentável. No documento, os ministérios orientam para que a bioeconomia seja aplicada/

utilizada pelo máximo de setores possíveis, destacando que o governo alemão criou linhas de financiamento de P&D com foco especial em pequenas e médias empresas, pois consideram que estas possuem *drivers* inovadores de crescimento. Os ministérios avaliam ainda que as formas de financiamento, especificamente desenhadas para esse propósito, permitiram o lançamento de projetos promissores de bioeconomia e estimulariam investimentos privados consideráveis (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

Há um destaque para o fato de que, em 2013, a Comissão Europeia e vários representantes de países se juntaram para patrocinar uma parceria público-privada (PPP) chamada de Indústria Bio-based (BBI, em inglês). Eles se comprometeram a destinar 3,7 bilhões de euros para projetos de pesquisa e plantas de demonstração. Esse esforço contou com 140 parceiros em toda a Europa, incluindo corporações, pequenas e médias empresas, assim como *clusters* e associações profissionais. O objetivo principal dessa ação foi o de criar cadeias de valor agregado, além do que é produzido tradicionalmente como, por exemplo, novos conceitos para a reciclagem de madeira, grãos e resíduos orgânicos, e também de vários usos para bioenergia e química fina (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

Ainda nessa publicação, são detalhados alguns exemplos de como a bioeconomia está se desenvolvendo na Alemanha nos setores automobilístico, de construção, químicos, energia, agricultura e florestas, engenharia mecânica, alimentos e bebidas, farmacêutico, bens de consumo e têxteis. A partir desses exemplos, serão apresentados aqueles que consideraram pequenas e médias empresas ou pequenos e médios produtores.

No setor automobilístico, um dos destaques foram as partes de automóveis feitas de fibras naturais, populares entre as fábricas de carros, pois são leves. Existe uma rede, cuja maioria dos participantes é de pequenas e médias empresas, chamada Fenafa (significa oferta holística, estratégias de produção e processamento de matérias-primas a partir de fibras naturais), financiada pelo Ministério da Alimentação e Agricultura Alemã, e que contribuiu para esse desenvolvimento. Há um projeto, no âmbito da rede, para o desenvolvimento técnico das fibras naturais nativas da Alemanha e que inclui desde a melhoria nas tecnologias de colheita até o desenvolvimento do produto com aplicações em novas áreas (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

Pequenas empresas também têm se beneficiado com o aumento da demanda por materiais de base biológica, como a Tecnar GmbH, que desenvolveu

um processo que utiliza resíduos da produção de celulose como base para materiais termoplásticos (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

O setor de químicos é considerado como um dos que possui as maiores oportunidades no caso de produtos denominados *drop in*, que seriam os substitutos de produtos fósseis. Especificamente, as oportunidades estariam em matéria-prima de fontes renováveis com propriedades idênticas às convencionais baseadas no petróleo e nas plataformas de químicos de base biológica que possuem novas propriedades. Essas plataformas podem ser utilizadas em diferentes estágios de produção e áreas de aplicação (Federal Ministry of Education and Research, 2015). Para as PMEs e PMPs, o uso de processos bioeconômicos mais sofisticados dentro da agroindústria familiar envolve uma série de desafios, incluindo a necessidade de interação de diversas áreas de conhecimentos, uma maior qualificação dos produtores, investimento alto e retorno mais demorado. Outro aspecto relevante é a escala e sazonalidade da matéria-prima dentro da propriedade familiar que possibilite gerar uma industrialização rentável. Uma solução para esses desafios é a associação entre produtores que permita aumento de escala e organização para construção de uma ponte com a indústria.

Destacam-se, ainda, os benefícios nos processos de base biológica com enzimas, microrganismos e biocatalizadores, pois muitas etapas das reações apresentam maior rendimento em temperatura ambiente com pressão normal (já os processos químicos necessitam de altas temperaturas e maior pressão). Estima-se que existem cerca de 60 empresas predominantemente pequenas e médias que estão se especializando nesse tipo de atividade e atuando no desenvolvimento de enzimas e processos de produção da biotecnologia com base em microrganismos (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

Outro grupo de pesquisa organizado pelo Ministério da Educação e Pesquisa tem por objetivo utilizar colza, uma oleaginosa alemã, para a produção de plásticos. A companhia Phytowelt GreenTechnologies GmbH, parceira do Ministério da Educação e Pesquisa, coordena a aliança Biotecnologia de Sistemas com o Uso de Matérias-Primas Regenerativas, que possui 17 parceiros ao longo de toda a cadeia produtiva, focando nos diferentes elos da cadeia, ou seja, na melhoria das condições de cultivo para os materiais necessários à produção, na colheita mecânica de oleaginosas, e na conversão da matéria-prima em químicos de maior valor. Participam dessa aliança instituições de pesquisa, pequenas, médias e grandes empresas (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

No setor de energia, a Alemanha é considerada líder mundial em tecnologias para produção de biogás, e é importante destacar que nessa área predominam pequenas e médias empresas. O governo financia vários projetos colaborativos e uma iniciativa chamada Bioenergia – Pesquisa e Inovação Orientadas a Processos (BioProFi, em inglês) que tem trabalhado com essa questão (Federal Ministry of Education and Research, 2015). Nessa área, no Brasil, e incluindo a Embrapa, há estudos e projetos de utilização de dejetos animais para a produção de biogás. Incentivos à pesquisa e aos projetos podem ser extremamente importantes no contexto da pequena produção com impactos não somente na renda, mas também no bem-estar e na diminuição da poluição.

Outra preocupação externada é que o *boom* do biogás tem tido impacto na agricultura com aumento da produção de milho, considerado a cultura mais produtiva. Esse aumento impacta não somente na biodiversidade, mas também afeta o solo e o meio ambiente. Para resolver essa questão, vários projetos têm sido financiados para o cultivo sustentável de matérias-primas energéticas, cujos focos estão em: aumentar a diversidade de espécies energéticas; testar espécies como girassol, sorgo, milheto em diferentes regiões; e otimizar técnicas de cultivo (Federal Ministry of Education and Research, 2015). No Brasil também vem se buscando diversificar matérias-primas para produção de energia, com iniciativas como o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, para incentivar essa diversificação.

No setor agrícola e florestal, há também pequenas e médias empresas envolvidas na pesquisa. É importante ressaltar que a Alemanha se destaca na pesquisa com plantas e possui prioridades bem definidas e elencadas. Um dos principais objetivos é aumentar a produtividade por meio do uso de plantas mais adaptadas às condições ambientais; e o melhoramento genético avançado contribui para aumentar a diversidade tanto de plantas quanto de substâncias produzidas por elas, a exemplo de óleos essenciais. A demanda é maior para novas variedades resistentes a fatores de estresse como seca, falta de nutrientes e excesso de sal. Além disso, são considerados importantes o uso ótimo, eficiente e sustentável dos recursos como solo, água e nutrientes, e a manutenção da biodiversidade (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

As prioridades de pesquisa para o setor agrícola e florestal da Alemanha estão próximas às existentes no Brasil, inclusive na Embrapa. O fato de o Brasil ser um país continental com diferentes biomas, níveis de desenvolvimento e prioridades, a necessidade de desenvolver pesquisas para o clima tropical e subtropical são aspectos presentes nas agendas de pesquisa das instituições.

O setor de alimentação e bebidas alemão destaca-se pela predominância de pequenas e médias empresas, já que 95% das empresas possuem menos de 250 empregados. Dentre as empresas estão incluídas tanto as familiares tradicionais, bem como as multinacionais alemãs. É também um setor pilar da bioeconomia, já que aproximadamente 80% dos produtos agrícolas são processados nas indústrias de alimentos e bebidas. Os processos inovadores para a produção de ingredientes de maior valor adicionado contribuem para alimentos mais saudáveis e seguros. Processos que são poupadores de recursos fornecem materiais e embalagens mais sustentáveis. Também é bastante importante desenvolver estratégias de reciclagem de resíduos das indústrias de alimentos e de ração, o que tornaria a indústria um fornecedor de matérias-primas para químicos.

Esses processos seriam importantes para o desenvolvimento da bioeconomia em algumas regiões brasileiras. Embora no Sudeste há PMEs que utilizam novos processos, essa ainda é uma realidade distante no restante do País. O desenvolvimento de tecnologias para aproveitamento de resíduos diminuiria perdas, poluição e poderia se reverter em aumento de renda ou utilização de resíduos para adubação, geração de energia, etc., o que justifica a inserção desse tema em uma agenda prioritária da bioeconomia no Brasil.

Também no setor alemão de alimentos e bebidas é dado um destaque para as enzimas. Desde os anos 1960, processos microbiais de fermentação foram estabelecidos como padrão para a produção de enzimas e, atualmente, 50 enzimas industriais estão em uso na indústria de alimentos e bebidas. As responsáveis pelos processos de produção e seus resultados foram as aproximadamente 30 empresas de biotecnologia da Alemanha, todas pequenas ou médias, e várias delas obtiveram financiamento do Ministério da Educação e Pesquisa para seu desenvolvimento tecnológico (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

No Brasil, na região Sudeste, já existem exemplos de PMEs que atuam na área de enzimas. A empresa Verdatis, fundada em agosto de 2007, desenvolve produtos e processos na área de biotecnologia, mais especificamente, tecnologias para uso de enzimas em processos industriais. Seu foco atual é o desenho racional de enzimas para atuarem em processos de biorrefinarias dos setores sucroalcooleiro e de papel e celulose. Essa empresa estabeleceu-se como uma *spin-off*<sup>1</sup> universitária e beneficiou-se de investimentos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), por meio de seu programa Pesquisa Inovativa na Pequena

<sup>1</sup> O conceito é utilizado para denominar uma empresa que passa a existir a partir de outra já existente. Detalhes estão disponíveis em: <https://endeavor.org.br/estrategia-e-gestao/spin-off/>.

e Microempresa (Pipe). Embora seja um exemplo bem-sucedido de PME, ainda não é uma realidade no País. Para aumentar a quantidade de empresas desse tipo, são necessários maiores incentivos para as diversas regiões brasileiras.

O setor farmacêutico é extremamente importante na Alemanha. Há predominância de químicos, mas os biofármacos estão aumentando sua participação e, em 2015, representavam 21% das vendas. Esses medicamentos incluem anticorpos contra câncer e doenças autoimunes (a exemplo da esclerose múltipla), hormônios como a insulina para o tratamento da diabetes e enzimas contra doenças metabólicas. Para sua produção, são aplicadas técnicas de biotecnologia avançada desenvolvidas na década de 1980 e microrganismos vivos e células que podem ser reprogramados como minifábricas. Algumas pequenas e médias empresas desse setor se especializaram como fornecedores de serviços para a produção de base biológica ou para dar suporte ao desenvolvimento e para algumas implementações em processos (Federal Ministry of Education and Research, 2015). Essa é outra oportunidade que representa uma maior agregação de valor, especialmente quando se considera a possibilidade de utilização de insumos advindos dos diversos biomas no Brasil, como o da Amazônia. No entanto, é imprescindível definir prioridades e integrar esforços para canalizar os investimentos necessários para criação desse tipo de PMEs.

Para o setor de têxteis, há grande predominância de pequenas e médias empresas, que empregam cerca de 111 mil pessoas. O uso extensivo do algodão é um dos símbolos da bioeconomia para os alemães, dado que a planta pode ser utilizada quase que totalmente. As fibras são utilizadas para os têxteis, e o óleo, que vem das sementes, é um material básico para a indústria de cosméticos. O que sobra, após se prensar a semente e obter o óleo, é a torta de algodão, bastante utilizada como proteína para enriquecer a ração animal (Federal Ministry of Education and Research, 2015).

No Brasil, tem-se a cana-de-açúcar utilizada na produção de etanol e seus múltiplos produtos como açúcar, energia a partir do bagaço, adubo a partir da torta de filtro, esse é considerado um exemplo de biorrefinaria. Ademais, é possível fazer um paralelo com algumas pesquisas com caju, maracujá e outras que buscam técnicas e processos para o máximo de utilização da planta. Esse é um tipo de direcionamento que poderia ser mais bem divulgado, ampliando a disseminação da bioeconomia e da economia circular. A circularidade é um princípio que se aplica em todos os elos da cadeia de valor da biomassa. Alcançar a circularidade na cadeia de valor envolve manter o valor dos diferentes tipos de recursos (não

apenas os recursos biológicos) no ciclo econômico o máximo possível, antes que esses recursos atinjam o estágio de final de vida. Uma economia circular é restaurativa e regenerativa por princípio (Ellen Macarthur Foundation, 2020).

Percebe-se, pelas descrições dos setores, que as pequenas e médias empresas possuem papel relevante na bioeconomia. É possível destacar que as prioridades para pequenas e médias empresas na Alemanha são: a produção de enzima e de ingredientes de maior valor agregado; a utilização de processos que necessitam de menos insumos; e a utilização de resíduos. Com relação à pesquisa, há ênfase nos estudos com plantas, e suas prioridades nessa área são novas variedades resistentes a fatores de estresse como seca, falta de nutrientes e excesso de sal.

## Estados Unidos da América

Assim como para o caso da Alemanha, a Estratégia Nacional Americana não possui uma sessão dedicada às pequenas e médias empresas ou aos pequenos e médios produtores. No entanto, é importante identificar dentro do documento os setores em que PMEs ou PMPs são mencionados, para comparar com os demais casos aqui discutidos e para examinar se são compatíveis com a realidade brasileira.

A primeira menção explícita surge quando os Estados Unidos da América (EUA) discutem o objetivo estratégico de facilitar a transição das invenções do laboratório de pesquisa para o mercado. Essa necessidade vem da constatação de que muitas empresas têm falhado nesse estágio de desenvolvimento de produtos que é chamado de vale da morte, e entre as causas do insucesso estão: altos e crescentes custos de se disponibilizar novos produtos para os mercados, a complexidade científica e a falta de experiência no gerenciamento do negócio.

Para resolver esse problema, o governo americano promoveu algumas iniciativas para ajudar a traduzir ideias em produtos. Entre elas, a *startup* America uniu o governo federal e o setor privado para implementar ações visando aumentar o sucesso de empreendedores. As cinco áreas de ação são: acesso ao capital; conexão de mentores com empreendedores; redução das barreiras regulatórias; alívio fiscal; e outros incentivos econômicos para pequenas empresas. Há também a participação do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologias e a *Hollings Manufacturing Extension Partnership* (MEP, em inglês) que fornecem assistência técnica a pequenas empresas em uma rede nacional por meio de



subsídios para parcerias entre governo federal, estadual e organizações sem fins lucrativos. Essa iniciativa possui uma menção explícita às pequenas empresas. Em dezembro de 2011, o presidente assinou o HR1540, projeto de lei que estende os programas de Pesquisa de Inovação em Pequenas Empresas (Sbir, em inglês) e Transferência de Tecnologia para Pequenas Empresas (STTR, em inglês) por mais 6 anos (Estados Unidos, 2012). Esse tipo de ação direcionada, com áreas de atuação bem delimitadas, é fundamental para o desenvolvimento.

A coordenação e a união de esforços é a chave para acelerar os processos. No caso do Brasil, há ações em prol das PMEs, por exemplo, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). Essa instituição privada sem fins lucrativos foi criada para dar apoio aos pequenos negócios de todo o país, e trabalha como agente de capacitação e de promoção do desenvolvimento. Na seção Exemplos de Inovação em Bioeconomia para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas no Brasil, traremos um exemplo específico de fomento para a bioeconomia que é o caso da Marajaca.

Além das modificações descritas na prorrogação do projeto Sbir, em 2011, o Instituto Nacional de Saúde (NIH, em inglês) iniciou um novo Programa de Transferência de Tecnologia, que inclui esforços para desenvolver contratos de licenciamento exclusivo para novas empresas interessadas em descobertas geradas pelos esforços de pesquisa do NIH. Além disso, o NIH criou um programa de assistência para fornecer fundos a fim de ajudar pequenas empresas a participar nos processos de aprovação regulatória do Food and Drug Administration (FDA) para medicamentos e instrumentos médicos (Estados Unidos, 2012).

Algumas iniciativas que não são diretamente relacionadas a pequenas e médias empresas, mas que podem beneficiá-las, são: o *America Invents Act* que fornece aos empreendedores as ferramentas necessárias para obter patentes mais rapidamente e para defendê-los contra as despesas judiciais que possam ocorrer, diminuindo assim o custo para as empresas; a *BioInnovation Initiative* que visa acelerar o desenvolvimento de avanços médicos por meio de colaborações históricas entre o NIH, o FDA e o setor privado – especialmente empresas de biotecnologia, farmacêuticas e de equipamentos. Há também a Ordem Executiva 13514, intitulada Liderança Federal em Desempenho Ambiental, Energético e Econômico, na qual o presidente Barack Obama solicitou que as agências federais fossem líderes em desempenho ambiental, energético e econômico. Como parte dessa Ordem Executiva, a administração se comprometeu a alavancar aquisições de agências para promover mercados para tecnologias sustentáveis e materiais, produtos e serviços ambientalmente preferíveis (Estados Unidos, 2012).

As pequenas e médias empresas também são consideradas nas medidas para remover barreiras nas indústrias de biomedicamentos. As preocupações para aumentar a transparência, a consistência e a previsibilidade dos processos regulatórios impulsionaram o FDA a propor reformas. Para que uma nova ideia se torne um produto médico, há necessidade de envolvimento de todo um ecossistema de atores, incluindo pesquisadores, agências governamentais, pequenas empresas e grandes empresas de biotecnologia, assim como dispositivos médicos e farmacêuticos, provedores de seguros, médicos, pacientes e o público americano.

Para se preparar para os desafios nas indústrias biomédicas, o FDA, em 2012, conduziu análises internas e reuniu-se com os principais interessados para identificar as áreas em que a agência poderia melhorar sua estrutura regulatória. A partir das análises, o FDA lançou algumas reformas para resolver as preocupações imediatas e impulsionar a inovação americana. Essa agenda concentra-se em diversas áreas, como o fortalecimento do relacionamento da agência com a comunidade de pequenos negócios; a facilitação do desenvolvimento de medicamentos; e o aproveitamento do potencial de compartilhamento de informações e mineração de dados. Discussões entre as principais partes interessadas são essenciais para essas reformas e para aumentar o potencial de novos produtos médicos para promover melhoria da saúde pública (Estados Unidos, 2012).

Há também uma preocupação do FDA em treinar jovens empreendedores. Para tal, previu uma série de bolsas nas áreas de negócios, engenharia e ciências, para estudantes com interesse de empreender. O plano era envolver escolas de negócio para estabelecer um período de estágio de 4 a 6 meses dentro de escritórios do FDA, visando dar aos futuros empreendedores acesso à informação sobre as revisões e processos para aprovação dentro do FDA (Estados Unidos, 2012).

Há uma preocupação com a segurança alimentar e nutricional e, como consequência, o governo lançou a iniciativa “Alimentar o Futuro” com o objetivo de ajudar os países em desenvolvimento a transformar seus setores agrícolas. Também reforçou o programa de pesquisa básica para capacitar o desenvolvimento agrícola, por meio de uma parceria com a Fundação Bill e Melinda Gates para investir US\$ 48 milhões em 5 anos para apoiar parceiros internacionais. Um dos projetos destacados já estava revolucionando a seleção genômica de plantas com características desejáveis (Estados Unidos, 2012).

No documento americano, percebe-se uma preocupação com PMEs, mas dentro de um contexto geral, e não apenas no contexto da bioeconomia. A exceção é a área de biomedicamentos. Os Estados Unidos também possuem uma publicação que avalia o impacto da indústria americana de produtos de base biológica (Daystar et al., 2020). No documento, não há uma segmentação entre pequenas, médias e grandes empresas, e não há nenhum destaque especial para as pequenas e médias empresas; portanto, dessa experiência do país, não foi possível tirar muitos elementos. No entanto, percebe-se essa preocupação muito forte com ciência aplicada na área de saúde e com a segurança dos produtos e alimentos. Todos os incentivos para a inovação, o treinamento sobre regras para os produtos e para o empreendedorismo, mostram a priorização da utilização de novas tecnologias, da agregação de valor. Para o setor agropecuário, há um destaque de parcerias internacionais de fomento e transformação desse setor em países em desenvolvimento. E, a segurança alimentar surge no cerne da preocupação para o setor.

## Países Nórdicos

Para discutir PMEs nos países nórdicos, Finlândia, Suécia, Dinamarca, Noruega e Islândia, será utilizado o estudo *Criando valor a partir de biorecursos – Inovação na bioeconomia nórdica* cujo objetivo foi identificar os desafios orientados para a inovação, bem como as áreas com alto potencial de crescimento dentro da bioeconomia nórdica (Nordic Innovation, 2014).

Segundo o estudo, para aproveitar as oportunidades da bioeconomia, são necessárias diversas formas de inovações, como de produto, de tecnologia, sociais, sistêmicas e operacionais. O potencial de inovação está, por exemplo, no desenvolvimento de novos tipos de produtos de base biológica, como biocombustíveis, biomateriais ou bioquímicos, assim como no desenvolvimento de tecnologias de processo e produção, e na criação de simbiose industrial para aumentar a eficiência dos recursos (Nordic Innovation, 2014).

Além das diversas formas de inovação, o estudo apresenta um conceito diferente para os negócios, denominado de ecossistemas de negócios que é a conexão de várias cadeias lineares de valor que acabam se transformando em complexas redes de valor. Essas redes de valor propiciam maiores inovações de base biológica, pois os fluxos de materiais são utilizados de forma eficiente,

transformando-se em produtos de valor agregado. Ao final se chega a maiores benefícios econômicos e ambientais.

Os setores considerados como prioritários para a bioeconomia nórdica são baseados no manejo, colheita e/ou processamento de matérias-primas de base biológica. São eles: agricultura, pesca e aquicultura, floresta, indústria de alimentos, indústria de florestas, bioenergia e biocombustíveis. Nesses setores, foram definidos sete ecossistemas de negócio de interesse para os países nórdicos – biorrefinaria aquática, ingredientes funcionais nórdicos de base biológica, biomateriais avançados, biorrefinaria, biocatálise, sistemas descentralizados de bioenergia e serviços relacionados à bioeconomia – e para cada ecossistema de negócios são discutidos exemplos de empresas.

Nesta seção, discutiremos apenas os exemplos em que houve destaque para PMEs e/ou PMPs. Ao invés de apresentarmos os elementos por país, serão apresentados por ecossistema de negócios. Entre os sete, apenas dois apresentaram exemplos de PMEs, no entanto, outros três indicaram que ao longo do tempo poderão ser mais explorados por PMEs (Nordic Innovation, 2014).

O ecossistema de negócios de biorrefinaria aquática baseia-se na aquicultura e inclui pesca marinha, de água doce e em terra seca, bem como a indústria de algas. Além de produzir bens para a indústria de alimentos e ração, os resíduos de peixe podem ser utilizados na produção de biodiesel e de óleos, as algas podem ser utilizadas como suplementos, entre outros usos. Há enormes possibilidades de sinergias entre pesca, produção de algas, produção de alimentos e energia, químicos e nutrientes (Nordic Innovation, 2014).

O exemplo de PMEs apresentado é da Sybimar Ou, da Finlândia, que é uma empresa que combina conhecimentos de vários processos industriais. Além de produzir alimento em fazendas, ela faz parte das empresas integradas ao conceito de economia circular. Além de produzirem alimentos e energia em sua unidade, nutrientes, água, calor residual e CO<sub>2</sub> são reciclados para a produção de energia e alimentos (Nordic Innovation, 2014).

A estrutura da inovação da empresa é baseada em pilotos; o processo de inovação é interativo, e vários pilotos são testados ao mesmo tempo. Há uma combinação de conceitos de vários setores e demanda por ciclos fechados de produção (Nordic Innovation, 2014). Esse é um exemplo avançado de uma empresa trabalhando na bioeconomia circular, com destaque para a variedade de áreas de conhecimento envolvidas para que se alcance a circularidade. Pensando-se na situação atual brasileira, poderia ser uma fonte de inspiração

para a criação de ecossistemas de inovação baseados na aquicultura. O potencial brasileiro para a aquicultura é enorme e ainda pouco explorado. Alianças entre pesquisadores, pescadores e indústria poderiam alavancar o setor de pesca e aquicultura com a promoção de inovação, geração de renda e benefícios para os locais/regiões e consequentemente para PMPs e PMEs. Para que isso ocorra, há necessidade de uma forte integração entre os diferentes elos da cadeia e da pesquisa.

O segundo exemplo é de uma empresa de serviços chamada Ocean Cluster da Islândia, que funciona como uma articuladora entre diferentes empresas do país para buscar oportunidades em diversos negócios. Participam da empresa aproximadamente 60 PMEs nas mais diversas áreas, tais como alimentos, biorrefinarias, tratamento de água, entre outras. Os autores consideram que a Ocean Cluster é um exemplo bem-sucedido de rede, pois existem várias pequenas empresas associadas e que cooperam e dividem financiamentos, atraindo, assim, interesse de consumidores, investidores e fornecedores (Nordic Innovation, 2014). Aqui novamente o destaque é a integração entre as empresas trazendo benefícios para as PMEs.

No ecossistema de nutrientes funcionais de base biológica, os ingredientes podem ser extraídos de biomassa e possuem funcionalidades para diversos usos, como suplementos nutricionais, cosméticos e produtos químicos. A fonte de biomassa pode ser de florestas, recursos aquáticos, agricultura, resíduos advindos da indústria da pesca e de alimentos. Há um grande potencial nesses ecossistemas para os países nórdicos (Nordic Innovation, 2014).

Uma das empresas consideradas inovadoras nesse ecossistema é a Chitinor, uma PME norueguesa, que produz quitina e o derivado quitosana. Essa empresa está sendo considerada inovadora, pois produz um ingrediente cosmético e farmacêutico a partir de cascas de camarão (natural de água fria), sem gerar resíduos, competindo com empresas que produzem a quitosana a partir de camarão cultivado em água quente, que tem um impacto ambiental mais elevado. Os elementos apontados como responsáveis pelo sucesso da empresa são o fato de que começaram a trajetória de inovação a partir de um produto de base relativamente estável e com oferta confiável e, a partir daí, passaram para outros produtos com uma cadeia de valor sinérgica. A companhia tem a vantagem de poder arriscar, pois possui financiamento público e um sistema de apoio de P&D (Nordic Innovation, 2014). Aqui o destaque fica para o uso da ciência permitindo inovação, agregação de valor em uma empresa do tipo PME.

Esse é mais um exemplo que poderia ser utilizado no Nordeste brasileiro com parcerias entre universidades, cientistas e empreendedores. É importante apontar o apoio financeiro público recebido que certamente serviu de incentivo e acelerou os resultados da empresa. O ecossistema de biorrefinarias é visto como relevante para todos os países nórdicos, já que possuem importantes fluxos de matérias-primas de biomassa provenientes da agricultura, aquicultura, e/ou indústrias baseadas em biomassa. Biorrefinaria é um sistema integrado de produção em que diversas matérias-primas de base biológica podem ser usadas, resultando em vários produtos finais. A principal diferença para uma produção linear tradicional é que o foco é a otimização. O objetivo é utilizar eficientemente cada componente da matéria-prima e produzir tanto valor quanto possível. Os resíduos que não se tornam produtos podem ser usados para a geração de calor e eletricidade. Atualmente, existem apenas grandes biorrefinarias, porque há necessidade de investimentos significativos em plantas de produção. No entanto, biorrefinarias menores e mais modulares também serão possíveis, especialmente no futuro, quando a tecnologia se tornar mais madura e avançada (Nordic Innovation, 2014).

O ecossistema de biocatálise é outro considerado importante para todos os países nórdicos. Os catalisadores de base biológica são usados para aumentar a taxa de reações químicas e são tipicamente enzimas e proteínas necessárias em múltiplos processos de biorrefinarias. Há possibilidade de utilização em vários setores, como a indústria de alimentos, resíduos e tratamento de solo e produtos químicos, cosméticos e indústria farmacêutica (Nordic Innovation, 2014).

A produção de biocatálise é um negócio intensivo em conhecimento e requer recursos de pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia. Esses recursos estão disponíveis em todos os países nórdicos. Biocatalisadores são produtos com alto valor e servem aos mercados globais em muitos setores. Há necessidade de um apoio de P&D e o desenvolvimento de capacidades na biotecnologia, e os países nórdicos possuem esses dois itens. O desenvolvimento desse ecossistema traz benefícios sociais à medida que aumenta o emprego local. A utilização de biocatalisadores aumenta frequentemente a eficiência energética e material, bem como diminui a geração de resíduos nas indústrias clientes, trazendo também benefícios ambientais.

As empresas que produzem biocatálise destacadas no documento são grandes empresas, mas os autores consideram que atualmente também existem

PMEs dentro desse ecossistema de negócios (Nordic Innovation, 2014). Esses dois últimos exemplos podem ser considerados experiências avançadas em termos de uso de tecnologia, integração, academia, empresa e governo. São exemplos do alcance da bioeconomia e de seus possíveis benefícios para a sociedade.

O ecossistema de energia descentralizada é outro considerado relevante. Algumas das características apontam a possibilidade de desenvolvimento de PMEs: a possibilidade de diferentes tipos de matérias-primas de origem agrícola, florestal ou de resíduos industriais ou domiciliares. Os sistemas de produção incluem plantas de biogás que produzem calor e energia que podem servir às municipalidades, indústria e transporte. Além disso, há a possibilidade de se complementar a produção de energia com outras fontes renováveis como a solar e a eólica (Nordic Innovation, 2014). Esse exemplo pode ser aplicado ao contexto brasileiro com a sua diversidade de biomassa e possíveis matérias-primas para a bioenergia. Para esse tipo de ecossistema, há necessidade de incentivos e apoio governamental tanto para o desenvolvimento de matérias-primas quanto para a conversão e para que se tornem uma realidade na matriz energética de uma determinada localidade, estado ou região.

Apesar dos exemplos apresentados serem de empresas de grande escala, os sistemas de energia descentralizada possuem potencial em todos os países nórdicos para plantas de pequena escala e áreas de baixa densidade residencial e industrial, situações típicas desses países. Além disso, o calor é um dos coprodutos, o que é uma vantagem, considerando-se o clima dos países nórdicos (Nordic Innovation, 2014).

A produção/coleta local e o processamento de biomassa para geração de energia criam empregos diretos e indiretos. Além disso, o fato de se utilizar a biomassa em localidades próximas diminui a emissão de gases de efeito estufa. A utilização de resíduos de base biológica ou resíduos industriais também evita a decomposição da matéria orgânica. As unidades de bioenergia em pequena escala, em momento de necessidade, também podem atuar como provedoras de energia. Os autores consideram que nesse ecossistema existem PMEs e grandes empresas, no entanto, descrevem dois exemplos de grandes empresas. Apesar disso, mencionam elementos importantes que podem ser aproveitados para o caso do Brasil, como a possibilidade de diversas matérias-primas; a ideia da localização da produção de energia próxima à da matéria-prima com impactos ambientais positivos, impactos econômicos e sociais, por meio da criação de empresas.

Por fim, o último ecossistema de negócios dos serviços de recreação relacionado à bioeconomia inclui os serviços relacionados ao turismo, atividades culturais recreativas e benefícios para o meio ambiente. Esses serviços estão ligados a outros ecossistemas de negócios da bioeconomia, já que usam sinergicamente o meio ambiente e definem os requisitos da infraestrutura necessária e licenças ambientais para a produção de base biológica. Esse ecossistema é relevante para todos os países nórdicos, pois são escassamente habitados, e a natureza está sempre próxima. O ecossistema inclui cadeias de valor emergentes com potencial de crescimento e possui benefícios sociais e de saúde, pois aumenta o emprego local e proporciona serviços de promoção da saúde. O ecossistema é constituído principalmente por PMEs, mas existe a possibilidade para grandes empresas que combinam a atividade das menores. As inovações são frequentemente ligadas à oferta de serviços, e há ligações entre vários prestadores de serviços que se complementam.

No caso específico da Finlândia, Salmela (2019) avaliou as barreiras e pré-requisitos para o sucesso das PMEs na bioeconomia circular relacionada à indústria madeireira. O autor conduziu a pesquisa entre janeiro e fevereiro de 2019 junto a PMEs finlandesas. Baseado na pesquisa, uma série de recomendações para o sucesso das PMEs na bioeconomia circular foram abordadas, como: desenvolver continuamente a cultura e a estratégia de utilizar ajuda de consultores externos em bioeconomia circular; colocar a sustentabilidade e a avaliação das capacidades competitivas no centro da estratégia; inspirar os funcionários a inovar com ações como dias de inovação, incluindo recompensas por inovações em bioeconomia; desenvolver parcerias com grandes empresas e instituições já estabelecidas em bioeconomia; e, finalmente, utilizar os recursos e capacidades de ecossistemas de negócios por região.

## EuropaBio – Plataforma de Pequenas e Médias Empresas

O último exemplo relacionado aos países desenvolvidos não é de um país específico, mas de uma plataforma de PMEs da EuropaBio.

A EuropaBio é uma associação europeia de bioindústrias que, entre seus membros, inclui 78 empresas, 15 associações nacionais de biotecnologia que, por sua vez, representam 1.800 PMEs de biotecnologia. Está dividida em quatro áreas: biotecnologia para a agricultura, biotecnologia para a saúde, biotecnologia para a indústria e uma área transversal. Dentro da área transversal, há ainda uma subdivisão em que está localizada a Plataforma PMEs.



A Plataforma PMEs EuropaBio reúne diretores de PMEs, associações nacionais de biotecnologia, capitalistas de risco e bancos privados, instituições financeiras europeias, representantes da Comissão Europeia (CE) e outras partes interessadas. O objetivo da plataforma é apontar os desafios e as restrições financeiras enfrentadas pelas PMEs de biotecnologia, desenvolver recomendações políticas que respondam a esses desafios, como, por exemplo, otimizar os instrumentos de financiamento da União Europeia (UE) e dos Estados membros para as empresas de biotecnologia, reduzir a carga regulatória e favorecer colaborações (EuropaBio, 2018).

Em 2017, na véspera do Dia Europeu da Indústria, a EuropaBio lançou um apelo aos tomadores de decisão da UE com recomendações fundamentais para o reforço do ambiente político, a fim de garantir os benefícios sociais e econômicos das PMEs de biotecnologia na Europa. Destaca-se que a indústria de biotecnologia na Europa conta com mais de 3 mil empresas, das quais 95% são PMEs ou microempresas com 50 empregados ou menos. Uma grande parte da pesquisa e inovação na biotecnologia tem sido conduzida por PMEs e microempresas, por essa razão a EuropaBio argumenta que é fundamental apoiar não só sua criação, mas também o seu desenvolvimento. Argumenta que os riscos e custos enfrentados pelas empresas de biotecnologia são enormes. No setor de biotecnologia, o lapso de tempo entre a descoberta e o acesso ao mercado pode ser de até 15 anos, com risco relativamente alto, bem como altos custos de desenvolvimento e testes (EuropaBio, 2018).

A EuropaBio destaca ainda que, para garantir o futuro de muitas das indústrias em crescimento, é necessário um setor de biotecnologia viável para as PMEs. Os tomadores de decisão devem priorizar as políticas públicas, que garantam uma comunidade de pequenas e médias empresas na Europa, para isso sugerem:

- Expandir, acelerar e simplificar o acesso aos instrumentos de financiamento europeus e nacionais para as PMEs.
- Coordenar mecanismos de financiamento em nível europeu e nacional.
- Desenvolver e apoiar incentivos que respondam às necessidades específicas das PMEs (por exemplo, escritório da European Medicines Agency – EMA – para PME).
- Assegurar que a legislação seja adaptada às realidades e necessidades das PMEs.
- Permitir o acesso a conhecimentos adequados em fases cruciais do desenvolvimento das PMEs.

- Facilitar o acesso das PME's aos mercados internacionais e a mobilidade de pessoal.

Os tomadores de decisão reiteram ainda que a manutenção da competitividade e da liderança da Europa deve ser uma prioridade na agenda industrial da UE para 2020 (EuropaBio, 2018).

A plataforma também promove um prêmio para PME's de biotecnologia; e, na página da EuropaBio, estão disponíveis as informações do prêmio nos anos 2016 e 2017. É interessante observar quais áreas e que tipo de pesquisas foram premiadas no desenvolvimento das PME's na Europa.

A realidade brasileira é diversa, e a EuropaBio está bastante focada em biotecnologia e não abarca todas as áreas da bioeconomia, ainda assim é interessante mostrar o que PME's premiadas e algumas competidoras das áreas de biotecnologia da Europa estão produzindo.

Em 2016, na área de saúde, a vencedora foi uma PME francesa que trabalha com imunoterapia. A especificidade dessa terapia alogênica é que as células T de doadores saudáveis são editadas geneticamente com tecnologia que procura e destrói as células cancerígenas. Essa abordagem poderia levar a uma droga que seria eficaz e a um custo possível, e poderia ser facilmente distribuída e estaria disponível para pacientes que não têm células T suficientes para utilizá-las (EuropaBio, 2016).

Duas outras competidoras também mencionadas são: Yzon Genomics que é uma empresa biofarmacêutica que trabalha com epigenética, no desenvolvimento de terapias inovadoras em oncologia e doenças neurodegenerativas; e a Tigenix que é uma empresa biofarmacêutica, com sede na Bélgica, que trabalha com desenvolvimento e comercialização de novas terapias, a partir de plataformas alogênicas (próprias), ou derivadas de doadores com células estaminais expandidas (EuropaBio, 2016).

Na área de biotecnologia industrial, a vencedora foi a empresa de biotecnologia irlandesa OxyMem cujo objetivo é revolucionar a aeração biológica nas plantas de águas residuais industriais e municipais. O tratamento convencional de águas residuais consome grandes quantidades de eletricidade em razão da sua dependência nos últimos 100 anos do uso de difusão por bolha, que leva a perdas de energia no processo de 65% a 70%, por causa das limitações de transferência de oxigênio no processo de aeração da bolha. O reator de biofilme aerado com membrana da OxyMem não possui tais limitações, uma vez

que não utiliza bolhas para fornecer oxigênio, o que o torna 75% mais eficiente energeticamente. Isso permite que os clientes da OxyMem construam e operem estações de tratamento biológico de efluentes com eficiência energética, e que eles se aproximem dos objetivos de tratamento de efluentes e que sejam neutros em utilização de energia (EuropaBio, 2016).

As duas outras competidoras mencionadas foram: Biosyntia, uma empresa dinamarquesa de biotecnologia com foco em biologia sintética e engenharia metabólica que trabalha com a produção de compostos químicos complexos por fermentação, reduzindo os custos de produção e o impacto ambiental em comparação com outros processos, como a síntese química. A outra empresa é a finlandesa de biotecnologia MetGen, que desenvolve enzimas industriais econômicas que podem ser facilmente adotadas para quaisquer mudanças e parâmetros exigidos na produção industrial (EuropaBio, 2016).

Outra vencedora foi a empresa espanhola de biotecnologia verde Plant Response Biotech, que é a primeira empresa de biotecnologia agrícola a ganhar esse prêmio. O foco da empresa é a busca de novos produtos naturais que conferem resistência e aumentam as respostas das plantas ao estresse biótico e abiótico. A empresa trabalha com o objetivo de aproximar a pesquisa ao mercado e trazer soluções para os agricultores de forma eficiente, para isso desenvolve e comercializa produtos utilizados nas aplicações preventivas para as culturas. Essa abordagem permite uma produção agrícola mais sustentável, com o mínimo de impacto ambiental, reduzindo o uso de produtos químicos, bem como outros insumos agrícolas que produzem resíduos (EuropaBio, 2016).

No ano de 2017, foram três empresas premiadas e outras quatro foram consideradas finalistas. Na área de biotecnologia para a saúde, a vencedora foi a empresa do Reino Unido Novabiótica, que trabalha nos estágios de teste clínico de anti-infectantes em doenças de difícil tratamento. A outra competidora foi a empresa finlandesa de biotecnologia Nightingale Health, que trabalha no acompanhamento de doenças crônicas com uma plataforma de análise de sangue que pode melhorar a previsão do risco de doenças cardiovasculares, diabetes, dentre outras (EuropaBio, 2017).

Na área de biotecnologia industrial, a vencedora foi a francesa Carbios que é uma companhia de química verde focada na descoberta e desenvolvimento de processos enzimáticos para reinventar o ciclo de vida dos plásticos. A Carbios traz uma grande mudança no modo que os plásticos são produzidos e consumidos, pois combina o que chamam de enzimologia e plasturgia, e considera uma nova

abordagem industrial. Os processos da empresa são baseados no uso de enzimas produzidas por microrganismos naturais selecionados por sua capacidade de degradar os polímeros que compõem materiais plásticos (EuropaBio, 2017).

A competidora foi a Numaferm, uma *spinoff* alemã do Instituto de bioquímica da universidade de Heinrich-Heine, em Düsseldorf, que desenvolveu uma tecnologia confiável e eficiente em termos de custos para produzir peptídeos baseados em microrganismos que convertem simples nutrientes em peptídeos. Peptídeos são biomoléculas com características e funcionalidades únicas como farmacêuticas, antimicrobiais e adesivas (EuropaBio, 2017).

Na área de biotecnologia para a agropecuária, a empresa vencedora foi a espanhola Iden Biotechnology que vem desenvolvendo produtos biotecnológicos e soluções integradas para produção, melhoramento e qualidade de culturas. Seus produtos fazem parte da indústria de insumos agrícolas e setores de sementes e proteção de cultivos e incluem também produtos agrobiológicos (por exemplo, bioestimulantes vegetais e biopesticidas) e variedades de culturas mais produtivas (EuropaBio, 2017).

Os exemplos e as discussões da plataforma de PME's da EuropaBio tocam em alguns temas – a produção de enzimas, a utilização de resíduos e a parte de biotecnologia utilizada na agricultura – que poderiam ser considerados no ambiente brasileiro. Embora o enfoque seja mais direcionado à biotecnologia, é importante ver em quais áreas as PME's estão conseguindo se estabelecer em outros países e seus aprendizados durante o processo de inserção nos mercados. Pelas características da agroindústria de pequeno porte no Brasil, temas como a utilização de resíduos, o beneficiamento dos produtos oriundos da agricultura e a exploração da biodiversidade para fabricação de bioprodutos poderiam ser melhor desenvolvidos.

A seguir, abordaremos os exemplos da África do Sul e da Malásia, países considerados emergentes ou em desenvolvimento e que não estão tão avançados, como os países da Europa e da América do Norte, na área de biotecnologia, mas já possuem estratégias nacionais para a bioeconomia.

## África do Sul

Para a África do Sul, analisaremos destaques dados às PME's e PMPs na sua estratégia nacional. Esse país considerou sua estratégia de bioeconomia

como sendo um passo seguinte à estratégia nacional de biotecnologia de 2001. Esta última teve resultados positivos, como o estabelecimento de centros de inovação para o crescimento da biotecnologia, que por sua vez resultaram em várias plataformas, companhias, além de produtos comerciais e serviços. Esses desenvolvimentos trouxeram novos empregos e novas capacidades.

Apesar de resultados bem-sucedidos, foram percebidas algumas lacunas e ineficiências nas cadeias de valor. O destaque dado pelo Departamento de Ciência Tecnologia e Inovação é de que a estratégia de biotecnologia dava ênfase nas oportunidades de colheita/rendimento que representavam uma forma rápida de retorno do investimento. A estratégia não havia sido desenhada para desenvolver uma cadeia de valor de produtos da biotecnologia, mas focou na comercialização de tecnologias que estavam próximas ao mercado. Mas percebeu-se a importância de se ligar a biotecnologia a setores que estão com maior necessidade, tais como saúde, agricultura (incluindo agroindústria e pesca) e o setor de minas e meio ambiente.

O Departamento de Ciência Tecnologia e Inovação concluiu que a estratégia de biotecnologia vigente necessitava de uma avaliação e, a partir dos resultados dessa avaliação, surgiu uma nova estratégia que ampliou o escopo de atuação de biotecnologia para bioeconomia. A estratégia de bioeconomia foi construída considerando lições aprendidas e avançando em oportunidades para o futuro. No momento de sua elaboração, o foco era criar um ambiente para que *stakeholders*, como departamentos de governo, indústria, venture capital e o público em geral, pudessem interagir com aqueles que estão atuando com as ciências da vida, acadêmicos, pesquisadores e empreendedores do setor privado para criar valor (Republic of South Africa, 2013).

A biotecnologia na África do Sul é dominada por projetos de pesquisa, conselhos de ciência e pequenas empresas de biotecnologia. Não há grandes empresas de biotecnologia que sejam da África do Sul, existem algumas multinacionais presentes, mas elas são representadas principalmente pelos parceiros responsáveis pela comercialização (Republic of South Africa, 2013).

Com relação ao setor agropecuário, a África do Sul possui as indústrias de milho, cana-de-açúcar, vinho e frutas estabelecidas. Essas indústrias dependem de pesquisa, desenvolvimento e inovação para se manterem competitivas. Historicamente, o Conselho de Pesquisa Agrícola (ARC, em inglês) e seus institutos, assim como as universidades, proporcionaram base de pesquisa e desenvolvimento tecnológico para apoiar a indústria agrícola primária. No

entanto, o trabalho de extensão (comunicar o conhecimento em culturas novas e melhoradas/pecuária aos agricultores) possui poucos recursos e precisa ser fortalecido. Recentemente, surgiram algumas pequenas empresas locais que comercializam biopesticidas, novas culturas e tecnologias pós-colheita. No entanto, o ARC continua sendo o principal instrumento do governo para inovação agrícola e há necessidade de um reinvestimento significativo para manter e aumentar a produtividade de culturas sustentáveis (Republic of South Africa, 2013).

O Departamento de Ciência e Tecnologia considera que as habilidades e soluções que surgem a partir das pesquisas que utilizam biotecnologia precisam ser efetivamente transferidas para os agricultores e comércios de pequena escala. Alguns *hubs*<sup>2</sup> regionais voltados para a inovação na agricultura podem atuar como catalisadores para o aprimoramento coletivo da produção, processamento e comercialização de agricultores, cientistas e inovadores. O trabalho de extensão também é uma necessidade crítica na intensificação da agricultura (Republic of South Africa, 2013).

Entre as oportunidades apontadas está a do processamento agrícola que reduz as perdas pós-colheita, aumenta a vida na prateleira e melhora a qualidade e a segurança dos alimentos. Existem oportunidades significativas para que o processamento possa adicionar valor aos produtos agrícolas e o Departamento de Ciência e Tecnologia sugere que sejam construídos mecanismos que incentivem a expansão das inovações na agroindústria, de forma a ajudar no estabelecimento de pequenas e médias empresas que melhorem a qualidade do produto da agroindústria sul-africana (Republic of South Africa, 2013).

A estratégia nacional de biotecnologia já havia apoiado um número de pequenas empresas de biotecnologia que comercializam biopesticidas, fertilizantes e reguladores de crescimento vegetal de base biológica, produtos benéficos ao meio ambiente, pois reduzem a utilização de pesticidas e fertilizantes químicos. Essas empresas são essenciais para aumentar a competitividade da agricultura. Programas para aumentar a comercialização dessas tecnologias precisam ser desenvolvidos (Republic of South Africa, 2013).

Outro aspecto destacado, não apenas para PMPs, é o da conservação do solo que é fundamental para a sustentabilidade da agricultura. Há necessidade de investimento para garantir que a conservação do solo e melhores práticas sejam

---

<sup>2</sup> *Hubs* são espaços que conectam indivíduos com objetivos comuns, com interesse em tecnologia e inovação (Sebrae, 2020).

pesquisadas e implementadas por agricultores comerciais e emergentes (Republic of South Africa, 2013).

Na descrição das oportunidades para o setor agrícola, um estudo de caso de uma outra política implementada pelo governo sul-africano, a *Indigenous Knowledge Sustainable Policy* (Política Sustentável do Conhecimento Índigena), foi apresentada. Uma das ações foi a transferência de tecnologia e estímulo à inovação em uma comunidade, em 2011. Foram conduzidas pesquisas para uma árvore considerada super nutritiva chamada moringa. O trabalho de desenvolvimento na comunidade foi feito com pesquisas sobre as habilidades de cultivo pelas universidades de Witwatersrand e de KwaZulu-Natal. Duas cooperativas levaram adiante o projeto e chegaram a oito produtos que passaram a produzir e comercializar. Os royalties e a propriedade intelectual foram divididos igualmente entre os participantes (Republic of South Africa, 2013).

Na área de saúde, apontam que a falta de infraestrutura para desenvolvimentos pré-comerciais e comerciais é um grande desafio. Pequenas plantas para o desenvolvimento de produtos de base biológica e remédios encorajariam a indústria a participar em novos segmentos de mercado. Essas plantas poderiam ser plataformas para transferência de tecnologia (Republic of South Africa, 2013).

De um modo geral, há uma preocupação com PMEs e PMPs, no entanto, eles são elementos dentro da estratégia. Não há um foco específico para o seu desenvolvimento, ao menos não no documento que apresenta a estratégia nacional. Apesar disso, para o setor agrícola há um reconhecimento da necessidade de transferência de tecnologia e para a área de saúde consideram a possibilidade de PMEs participarem da cadeia de valor.

## Malásia

A Malásia lançou, em 2012, o seu Programa de Transformação em Bioeconomia (BTP, em inglês) com o objetivo de promover a indústria de base biológica da Malásia, que foi identificada como tendo enorme potencial para desenvolver o país, já que possui abundância de recursos naturais (Malásia, 2014).

A expectativa era de que o BTP promovesse a bioeconomia baseada no conhecimento por meio do estabelecimento de um ecossistema sustentável de P&D, de incentivos à comercialização nas áreas de agricultura, cuidados pessoais

e biotecnologia industrial, e ao fomento de interações entre os setores público e privado no desenvolvimento e exploração de oportunidades de alto impacto. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação lidera esse processo, e a Empresa de Biotecnologia da Malásia foi designada como executora do programa.

Para executar o programa, a Empresa de Biotecnologia da Malásia promoveu várias oficinas em conjunto com diversas instituições governamentais e privadas, instituições de educação e pesquisa para identificar projetos que consideraram como sendo pontos de entrada de projetos (EPPs, em inglês) para serem incluídos no programa. O BTP identificou dez projetos EPPs em três setores: biotecnologia na agricultura (Agbiotech); biomedicina; e bioindústria. Esses dez EPPs incluem bioinsumos, bioquímicos, biomateriais, insumos agrícolas de base biológica (labb), bio-ingredientes de alto valor (Biav), variedades de alimentos de alto valor (Vavv), biossimilares, descoberta de serviços pré-clínicos, rastreamento molecular e diagnóstico, células-tronco e medicina regenerativa. O relatório de 2015 mostra a evolução, entre 2012 e 2015, com aumento no número de projetos nas três áreas: Agbiotech passou de 6 para 20; de biomedicina de 4 para 7; e no setor bioindustrial, de 10 para 21 projetos.

Embora não seja possível definir se esses projetos também estão beneficiando PMEs e/ou PMPs, é pertinente destacar o tipo de projeto que a Empresa de Biotecnologia da Malásia está desenvolvendo em Agbiotech e suas áreas, pois dará uma ideia de como a Malásia está organizando a pesquisa em torno da bioeconomia. No setor de projetos AgBiotech, foram 10 projetos para variedades de alimentos de alto valor, 7 projetos de bioingredientes de alto valor, e 3 projetos de insumos de base biológica (Tabela 1).

Além dos projetos acima elencados, em 2014, o governo lançou o Programa de Desenvolvimento de Bioeconomia para Comunidades (BCDP, em inglês) para desenvolver a bioeconomia em áreas rurais, otimizando as atividades dos produtores e estimulando para que passem a servir de insumo para companhias dentro do projeto BTP. O governo atua como intermediário entre produtores e empresas. Dentro dos objetivos do BCDP estão: assegurar uma oferta estável e consistente de matéria-prima e extratos de bioingredientes; aumentar a receita de companhias que utilizam insumos de base biológica e/ou iniciar projetos por meio da oferta de matéria-prima de cooperativas/produtores; ajudar no desenvolvimento de produtores sem qualificação para que se tornem bioempreendedores e fomentar a mobilidade social pela utilização de tecnologias empreendedoras; facilitar a certificação por meio do Esquema Malásia Orgânico e/



**Tabela 1.** Projetos de biotecnologia na agricultura.

<b>Título do projeto</b>	<b>Pontos de entradas de projetos</b>
Estabelecendo uma Instalação de Cogumelos Frescos de Alto Valor Agregado	Variedades de alimentos de alto valor
Desenvolvimento de Instalações de Aquacultura de Abalone Tropical de Alto Valor Agregado	Variedades de alimentos de alto valor
Desenvolvimento de Instalações de Aquacultura de Camarão	Variedades de alimentos de alto valor
Produção e Comercialização de Abacaxi MD2	Variedades de alimentos de alto valor
Desenvolvimento de Instalações de Aquacultura de <i>Fish</i> (peixe)	Variedades de alimentos de alto valor
Desenvolvimento de Método de Biorreator de Imersão Líquida (LIB) para Comercializar Plantlets de Abacaxi MD2	Variedades de alimentos de alto valor
Expansão da Produção, Cultivo e Processamento de Cogumelos Shiitake	Variedades de alimentos de alto valor
Produção de Ninho de Pássaro Comestível e de Produtos à Jusante	Variedades de alimentos de alto valor
Aumento da Escala de Produção de Variedades de Cogumelos de Alto Valor Agregado	Variedades de alimentos de alto valor
Desenvolvimento, Produção e Comercialização de Sementes Nativas	Variedades de alimentos de alto valor
Produção de Extrato Bio-Terapêutico Avançado (ATE) da Cocos Nutrifera Milk para Saúde e Bem-Estar	Bioingredientes de alto valor
Cultivo em massa de <i>Haematococcus pluvialis</i> para a Produção de Astaxantina Natural	Bioingredientes de alto valor
Comercialização de Abelhas Agropecuárias e Processamento de Mel e seus Derivados	Bioingredientes de alto valor
Cultivo e Processamento de Biomassa de <i>Haematococcus pluvialis</i> para a Produção de Astaxantina	Bioingredientes de alto valor
Desenvolvimento e Fabricação de Emulsionantes e Estabilizadores	Bioingredientes de alto valor
Desenvolvimento de Plantação, Extração e Comercialização de Mangostão	Bioingredientes de alto valor
Aumento da escala de Plantação, Extração e Comercialização de Stevia como uma Alternativa de Adoçante para Alimentos e Bebidas	Bioingredientes de alto valor
Conversão de Resíduos de Óleo de Palma em Biofertilizadores através da Implementação de Estações Integradas de Tratamento de Resíduos	Bioinsumos, bioquímicos, biomateriais, insumos agrícolas de base biológica
Conversão de Resíduos da Agropecuária em Biofertilizantes através da Implementação de Estações Integradas de Tratamento de Resíduos	Bioinsumos, bioquímicos, biomateriais, insumos agrícolas de base biológica
Aumento da Escala de Produção e Comercialização de Ração de Base Biológica para a Pecuária	Bioinsumos, bioquímicos, biomateriais, insumos agrícolas de base biológica

Fonte: Adaptado de Malásia (2014).

ou Ecocert para o desenvolvimento sustentável; maximizar a utilização de terras ociosas com o uso da biotecnologia (Malásia, 2016).

O governo acredita que a bioeconomia rural tem um potencial para ser um dos principais responsáveis pelo crescimento econômico. Considera ainda que, se houver estímulo para um crescimento de 15% da agricultura de pequena escala e da aquicultura, é possível aumentar o produto interno bruto (PIB) da Malásia em RM<sup>3</sup> 24,1 bilhões, em 2030. Esse número poderia mais que dobrar, chegar a RM 49,3 bilhões, se for possível avançar com tecnologias de base biológica.

É importante destacar que BTP e BCDP estão alinhados em seis pontos estratégicos identificados no 11º Plano da Malásia que permitirão que o país explore oportunidades e enfrente desafios nesse ambiente de constante mudança. São eles:

- Reforçar a inclusão para uma sociedade equitativa: o BCDP contribuirá para esse impulso, gerando renda adicional e utilizando tecnologias de base biológica.
- Melhorar o bem-estar para todos: o BTP e o BCDP preveem um aumento para elevar os padrões de vida dos malaios por meio de benefícios sociais e ambientais que vão aumentar o bem-estar.
- Acelerar o desenvolvimento do capital humano para uma nação avançada: oportunidades de trabalho criados pelo BTP e o desenvolvimento de bioagroempreendedores pelo BCDP.
- Buscar o crescimento verde para sustentabilidade e resiliência: a promoção de projetos verdes no BTP está muito alinhada com o crescimento verde.
- Fortalecer a infraestrutura para dar suporte à expansão econômica: será executada por meio dos projetos de alto impacto do BTP.
- Promover a reengenharia do crescimento verde para grande prosperidade: o BTP é direcionado a projetos de alto impacto, representa uma nova fonte de crescimento na Malásia, e tem por meta contribuir com RM 48 bilhões do produto nacional interno até 2020.

O relatório do BCDP, em 2015, mostra que existem 23 projetos em diversas regiões da Malásia, 342 produtores envolvidos, 1.642 vidas sendo impactadas e um aumento na renda mensal de RM 4.300,00. (Malásia, 2016).

Os exemplos acima apresentaram alguns caminhos escolhidos pelos diferentes países e como PMEs e PMPs estão sendo considerados. Percebe-se que

<sup>3</sup> Moeda local da Malaysia. 1 Ringgit Malaio (RM) equivale a 4,18 dólares em cotação de 29/9/2021.

nos países desenvolvidos, as PMEs têm papel importante, ainda que nem sempre ligadas à bioeconomia. Muitas vezes essas PMEs são consideradas de biotecnologia, mas entende-se que a biotecnologia é uma das ferramentas da bioeconomia, e o tipo de produto que essas empresas estão desenvolvendo está, muitas vezes, também contribuindo para o desenvolvimento da bioeconomia. Em relação aos atores/instituições, envolvidos na bioeconomia, percebe-se que são as PMEs, instituições de pesquisa, universidades e os governos em suas ações de suporte às PMEs. As áreas apresentadas foram as mais diversas, mas alguns destaques estão no uso e aproveitamento de enzimas, resíduos, setores da saúde para testes pré-clínicos e, no segmento agropecuário, a parte de melhoramento e insumos agrícolas de base biológica.

Para o caso da Malásia e África do Sul, percebe-se uma atuação mais abrangente por parte da Malásia, com maior diversificação em termos de áreas, que incluem bioinsumos, bioquímicos, biomateriais, insumos agrícolas de base biológica, bioingredientes de alto valor, variedades de alimentos de alto valor, biossimilares, descoberta de serviços pré-clínicos, rastreamento molecular e diagnóstico, células-tronco e medicina regenerativa. Na Malásia, há uma agenda ligada ao objetivo maior do país que é tornar-se desenvolvido. Os atores são pequenos produtores, empresas, incluindo PMEs, e há um forte apoio governamental. Percebe-se também um alinhamento das políticas internas.

No caso da África do Sul, a estratégia para bioeconomia é um pouco mais recente, ainda que seja uma continuação da estratégia anterior de biotecnologia. Há prioridades identificadas como, por exemplo, biopesticidas, fertilizantes e reguladores do crescimento de plantas de base biológica, produtos benéficos ao meio ambiente. Na parte de saúde, há uma preocupação em criar uma infraestrutura para testes pré-clínicos e vacinas. Há também uma forte preocupação com a transferência de tecnologia.

## Exemplos de Inovação em Bioeconomia para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas no Brasil

Para o caso do Brasil, é possível traçar vários caminhos, de acordo com o território, as aptidões, e a disponibilidade de recursos humanos. Os exemplos dos diferentes países, apresentados acima, são excelentes para se pensar no País

como um todo, no entanto, parece que um ponto fundamental para o rápido desenvolvimento, com maiores sinergias e alinhamentos entre os diferentes atores/instituições, é uma coordenação entre eles e a construção de uma estratégia nacional que permita o avanço do Brasil na bioeconomia.

Esta seção aborda alguns exemplos de uso da bioeconomia em empresas brasileiras de pequeno e médio porte e em pequenos e médios produtores agroindustriais. Percebe-se que a inserção dessas empresas e produtores na bioeconomia será cada vez maior nos próximos anos. Diante do potencial e oportunidades da bioeconomia e de geração de renda para os pequenos produtores e pequenas empresas agroindustriais, incluindo as comunidades tradicionais, existem vários casos de valorização e agregação do valor aos produtores agrícolas, como o desenvolvimento de novos bioprodutos para fins cosméticos e medicamentos.

A bioeconomia combinada com a economia circular envolve a utilização inovadora dos resíduos gerados nos processos produtivos. Assim, o leque de oportunidades à disposição dos empreendedores é quase inesgotável. Há certamente desafios na estruturação desses negócios (Bomtempo, 2018).

São apresentadas uma série de médias e pequenas empresas que utilizam recursos biológicos para a produção de diversos produtos, na área de bioenergia, bioplásticos, biocosméticos, biofármacos e outros. Um destaque são as cooperativas agroindustriais que trabalham com pequenos e médios produtores. Uma série delas está inserida no contexto da bioeconomia. Há muitas opções para o desenvolvimento da bioeconomia; nesta seção chamaremos essas opções de caminhos da bioeconomia. Apresentaremos estudos de caso e levantaremos elementos importantes para o desenvolvimento da bioeconomia para pequenos e médios produtores e empresários e será feita uma relação dos casos com os caminhos da bioeconomia que serão descritos abaixo. Optou-se por apresentar esses exemplos para três regiões no Brasil: Sudeste, Nordeste e Norte.

Os seis caminhos da bioeconomia apresentados a seguir foram baseados no Projeto ALCUE-KBBE, projeto da União Europeia (UE) que tinha por objetivo discutir o conceito de bioeconomia na América Latina e Caribe (ALC) e fomentar parcerias entre UE e ALC (Trigo et al., 2013). Considerando a diversidade da ALC em termos de recursos naturais, conhecimento e desenvolvimento, argumenta-se que não há uma única bioeconomia, mas sim seis caminhos para seu desenvolvimento<sup>4</sup>:

<sup>4</sup> Esses caminhos da bioeconomia foram primeiramente apresentados no Capítulo 1 e voltarão a ser discutidos novamente no Capítulo 4.

**Utilização dos recursos da biodiversidade:** o elemento diferenciador é a valorização (domesticação, transformação, vinculação a mercado, etc.) da biodiversidade (descoberta de características funcionais relacionadas a usos específicos e desenvolvimento de novos produtos por meio de transformações inovadoras, desenvolvimento de mercado para produtos locais, etc.). A biodiversidade é fator-chave para o desenvolvimento de uma economia de base biológica, criando novas matérias-primas industriais como base para novas cadeias de valor, por exemplo, cosméticos, fitoterápicos, biofármacos, frutas tropicais e outras áreas.

**Ecointensificação da produção:** relaciona-se a práticas agrônômicas para melhorar o desempenho ambiental, atividades agrícolas sem sacrificar os níveis de produção/produktividade. Exemplos de estratégias específicas de intensificação incluem práticas agrícolas como plantio direto, manejo integrado de pragas, entre outras.

**Aplicações biotecnológicas e de novas tecnologias:** referem-se a produtos, ferramentas e processos, incluindo cultura industrial de tecidos, seleção assistida por marcadores nas culturas e pecuária, sementes/plantas geneticamente modificadas, diagnósticos moleculares, melhoria da reprodução animal por meio de técnicas moleculares, enzimas modificadas, microrganismos, leveduras, etc. São aplicados ao longo de todo o espectro de aplicações agrícolas e se estendem a montante na gestão de recursos naturais, e a jusante nas indústrias alimentícia, de fibras, nos produtos químicos e na bioenergia.

**Bioenergia e bioprodutos:** incluem o setor de energia e processos voltados à substituição de insumos industriais de combustíveis fósseis. Exemplos são o etanol, biodiesel, biogás e as diferentes atividades orientadas à química. Biorrefinarias e bioprodutos são um dos principais componentes do conceito de bioeconomia e, em essência, são semelhantes às refinarias de petróleo, instalações destinadas a transformar biomassa em um amplo espectro de produtos comercializáveis e energia.

**Eficiência das cadeias de valor agroalimentares:** incluem atividades para reduzir as perdas pós-colheita em qualquer nível em que estejam ocorrendo e criar as conexões de mercado necessárias para o desenvolvimento de produtos inovadores baseados na biologia

**Serviços ecossistêmicos:** incluem os processos pelos quais o meio ambiente produz recursos utilizados pelos seres humanos, como ar limpo, água,

alimentos e materiais. O desenvolvimento de sistemas de crédito de carbono, estratégias de ecoturismo e mecanismos de gestão e valoração da água são pontos de partida a serem considerados dentro da bioeconomia.

Esses caminhos não são excludentes, ao contrário, a ideia é que sejam trilhados ao mesmo tempo e que, eventualmente, até se cruzem. É uma forma de planejar ações diversas, mas que podem ser complementares, e de aproveitar as diferentes oportunidades que um país megadiverso como o Brasil pode proporcionar.

## Região Sudeste

Na região Sudeste, os destaques principais estão nas PMEs, como veremos abaixo. Os exemplos são variados e mostram que o setor privado já descobriu a bioeconomia e está aproveitando as novas demandas e o ecossistema de inovação em algumas áreas da região.

### Cbpak

Essa é uma empresa que produz embalagens biodegradáveis a partir da fécula de mandioca brava e revestimentos que permitem tornar produtos, como copos, mais resistentes à umidade. O engenheiro Cláudio Bastos precisou de 5 anos de pesquisa e desenvolvimento, com investimentos próprios, para criar a tecnologia que permite usar a espuma da fécula de mandioca na produção de embalagens. O primeiro desafio foi fazer com que o biopolímero, antes testado apenas em escala laboratorial, pudesse ser produzido industrialmente. Para criar essa solução, foi necessário desenvolver máquinas automáticas de múltiplas estações (tecnologia de automação) e, posteriormente, desenvolver um novo processo de aplicação de material impermeabilizante no sistema produtivo, o que trouxe ganhos de produtividade. Os principais clientes da Cbpak são aqueles que incluíram a preocupação com sustentabilidade entre os pré-requisitos para a compra de produtos e contratação de serviços. Entre os principais estão Korin, Raízen, Statoil, GM e Google. Seguindo a linha dos desafios da bioeconomia, a Cbpak, para os próximos anos, precisará monetizar o valor ambiental agregado de seus produtos. Podemos identificar que o caminho principal da bioeconomia é o de aplicações biotecnológicas e novas tecnologias, que permitiu transformar a fécula de mandioca em um bioinsumo. Mas a empresa já vê a possibilidade

de também utilizar um outro caminho que é o da valoração dos serviços ecossistêmicos/ambientais. O objetivo é considerar o benefício ambiental que a empresa está prestando por ofertar um produto menos dependente de insumos de base fóssil (CBPAK, 2019).

## Marajaca – Rio de Janeiro

O segundo exemplo é de um produto que pretende atender a um tipo de consumidor específico que são os vegetarianos. Esse é um caso apresentado pelo Sebrae (2018) de como dois alunos vegetarianos e com pouco recursos desenvolveram um negócio. Pelo fato de serem vegetarianos, procuravam alternativas para a proteína animal e descobriram que a jaca cozida ainda verde possui uma textura similar à da carne de frango desfiada. Além dessa textura similar à carne, oferece uma série de nutrientes benéficos à saúde, como ferro, potássio, manganês, vitamina C e cálcio, além de ser rica em fibras. A jaca é uma fruta tropical, pode ser encontrada em vários lugares no Brasil. Uma característica importante é que, quando a fruta ainda está verde, sua polpa não tem cheiro nem gosto, o que possibilita prepará-la com qualquer tipo de tempero, com muitas possibilidades. Desfiada, pode substituir, por exemplo, a carne de soja. No entanto, para prepará-la, é necessário muito trabalho e, por isso, é encontrada principalmente em restaurantes vegetarianos com um preço relativamente alto para, por exemplo, vegetarianos de baixa renda.

Os dois estudantes começaram o seu projeto de forma caseira, preparando e vendendo essa carne de jaca via internet. Posteriormente, fizeram um curso de *startup* voltado para biotecnologia e bioeconomia promovido pelo Sebrae. A partir do curso, aprenderam a montar um modelo de negócio, que envolveu os seguintes aspectos: como se organizar, aumentar escala e se estabelecer como negócio. A Marajaca, pequena empresa do Rio de Janeiro, produz carne de jaca desfiada, pronta para o preparo, em potes de 250 g.

Um destaque do ponto de vista bioeconômico é a sustentabilidade da comercialização da carne de jaca, por vir de uma árvore que cresce de forma selvagem e orgânica. Seu ciclo de vida e crescimento é rápido e não necessita de técnicas agrícolas, sendo possível colhê-la facilmente (Sebrae, 2018). O exemplo dessa empresa está bastante ligado ao caminho da bioeconomia na utilização de recursos da biodiversidade, entrando em um mercado de consumidores que deixaram de comer carne e ofertando um produto que possui ingredientes que

beneficiam a saúde. Destaca-se também a parceria com o Sebrae, possibilitando treinamento e promovendo o empreendedorismo na bioeconomia.

## Bug Agentes Biológicos

A Bug Agentes Biológicos é uma pequena empresa brasileira, incorporada em 2017 pela empresa holandesa Koppert. O seu foco são produtos para o controle biológico de pragas. Foi uma das 50 empresas mais inovadoras do mundo de acordo com o ranking da revista *Fast Company* de 2012. Um dos produtos da empresa é a produção de vespas em grande quantidade para eliminar percevejos da lavoura de soja. Foi fundada em 1999, na cidade de Piracicaba, SP, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, quando a universidade juntou-se com a Fundecitrus para sintetizar um feromônio de *Ecdytolopha aurantiana*. Após o produto ter sido industrializado em pastilha por uma empresa do Japão, os pesquisadores fundadores da empresa tiveram a visão de que poderiam gerar um negócio. Assim iniciaram produzindo armadilhas para este tipo de praga que ataca a citricultura (Koppert, 2019). Esse é mais um exemplo do caminho de aplicações biotecnológicas e novas tecnologias. É importante ressaltar o papel da pesquisa e da universidade para o estabelecimento dessa empresa. A região próxima à universidade pode ser considerada um ecossistema de inovação, onde universidades e empresas têm desenvolvido pesquisas na área de biocombustíveis e bioprodutos.

## Atina Biocosméticos

Em 2005, a Atina iniciou sua operação com uma fábrica em Pouso Alegre, MG, obteve a certificação Forest Stewardship Council (FSC<sup>5</sup>) para o bisabolol de candeia e conquistou a Natura como primeiro cliente. Candeia, a árvore nativa da Mata Atlântica, tem sido explorada à exaustão em virtude de sua madeira resistente, considerada útil para fabricação de mourões para cercas, e de seu óleo essencial, rico em alfabisabolol, um composto muito apreciado pela indústria cosmética dadas as suas propriedades cicatrizantes e anti-irritantes. Seguindo o plano de diversificar o portfólio de ativos, a Atina também aposta na pesquisa e produção de matérias-primas para a indústria de cosméticos, como extratos

<sup>5</sup> A certificação FSC é um sistema de garantia internacionalmente reconhecido, que identifica, através de sua logomarca, produtos madeireiros e não madeireiros originados do bom manejo florestal.



de aroeira e jatobá. O equivalente a 70% de sua produção é voltado para a exportação (os principais países são Bélgica, Alemanha, China, Irã e Turquia) e tem como alvo o mercado americano, especialmente as marcas de cosméticos naturais do estado da Califórnia. Atualmente, o maior desafio da empresa, além de garantir a sustentabilidade da cadeia produtiva dos ativos que produz, é o de convencer clientes das vantagens socioambientais das matérias-primas certificadas.

Esse é mais um exemplo do uso da biodiversidade, com a utilização de um óleo essencial agregando valor e servindo de insumo para a indústria de cosméticos. Esse é um caminho bastante promissor para o Brasil que possui uma enorme biodiversidade. Destaca-se também o papel da pesquisa na descoberta de compostos e sua viabilização como insumo para a indústria (Atina, 2019).

## Região Nordeste

Várias iniciativas vêm sendo desenvolvidas como forma de alavancar a bioeconomia no Nordeste, que possui uma agricultura familiar muito forte e uma rica biodiversidade, ainda pouco valorizada. No segmento de PMEs e PMPs, as cooperativas locais vêm ganhando importância na bioeconomia. A exploração sustentável da Caatinga também vem chamando atenção pela biodiversidade. Além da agricultura familiar, as comunidades tradicionais possuem potencial de uso da bioeconomia para gerar renda e riqueza local.

A partir da criação de novos bioprodutos pela agricultura familiar e pelas comunidades tradicionais, abre-se a possibilidade de novos mercados, geração de renda, valorizando o conhecimento popular, validado pelo conhecimento científico, e colocando o Nordeste na bioeconomia, a partir da sua pujante agricultura familiar e biodiversidade (Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional, 2020).

Um exemplo de iniciativa no Nordeste voltada para a bioeconomia e pequenos produtores, agroindústria e comunidades tradicionais é o Bahia Produtiva do governo do estado em parceria com o Banco Mundial. O projeto é executado pela Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR), empresa pública vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR), a partir de acordo de empréstimo firmado entre o Estado e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird). Por meio do Bahia Produtiva, foram financiados projetos de inclusão socioprodutiva de interesse e necessidades das comunidades rurais de baixa renda da Bahia.

Entre 2018 e 2020, foram lançados editais voltados para o incentivo da agroindústria e fortalecimento das cooperativas e associações. No total, foram investidos R\$ 98 milhões no apoio a projetos de formação de alianças produtivas territoriais, recuperação de agroindústrias e inclusão produtiva. Por exemplo, o edital Alianças Produtivas Territoriais, no valor de R\$ 60 milhões, teve como finalidade apoiar associações e cooperativas da agricultura familiar, com foco na relação comercial dessas cooperativas e associações com compradores do setor privado, incentivando a inclusão no mercado e atraindo empresas privadas para as oportunidades de negócio. Os recursos e investimentos foram direcionados para as cooperativas da agricultura familiar que ganham com melhorias nos processos de gestão, nas aquisições de equipamentos mais eficientes, no desenvolvimento de novos bioprodutos, entre outros resultados (Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional, 2020).

Esse caso mostra que o uso da biodiversidade e do conhecimento local pode alavancar o desenvolvimento da bioeconomia, beneficiando a população local com aumento de renda, de forma sustentável.

## Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina

A Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina (Coopes) é uma cooperativa baiana que atua em bioeconomia a partir de uma matéria-prima nativa da Caatinga, o licuri, utilizada para produção de fitoterápicos e fitocosméticos. Para tanto, foi realizada uma parceria da Coopes com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) para pesquisa e desenvolvimento de novos produtos a partir do licuri. O objetivo é mostrar que o extrativismo do licuri abre a possibilidade de desenvolvimento de uma gama de produtos bioeconômicos, seja na área de alimentação, cosméticos ou na área farmacêutica (Coopes, 2020).

No âmbito da cooperação técnica, já estão sendo realizadas análises químicas, físicas e de estabilidade do óleo do licuri para avaliar o seu potencial, quanto ao valor medicinal, tais como atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, antidiabético, cicatrizante, antitumoral, antiartrite, analgésico e em tratamento de transtornos neurológicos (Alzheimer, por exemplo). Outro objetivo do projeto é potencializar a realização de formulações para fitocosméticos, entre eles, enxaguantes bucais, cremes dentais, tratamento de lesões acometidas pela bactéria que causa acne e fotoprotetores solares, além de formar profissionais em nível de pós-graduação, na área de desenvolvimento de bioprodutos, a

partir da biodiversidade brasileira. Esse é mais um exemplo de como o uso da biodiversidade poderá ajudar a agregar valor, possibilitando aumento de renda e desenvolvimento local. Destaca-se a parceria da universidade e a cooperativa, com pesquisa e formação de profissionais que poderão contribuir para o desenvolvimento da bioeconomia.

## Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves

Fundada em 2000 por produtores rurais da região do Baixo Sul da Bahia, a Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves (Coopatan) está localizada no município baiano de Presidente Tancredo Neves. Teve faturamento, em 2017, superior a R\$ 12 milhões e garante renda e qualidade de vida aos seus mais de 300 cooperados, sendo mais de 95% composto por agricultores familiares. Sua atuação é pautada no desenvolvimento da tecnologia de produção e organização da produção com posterior beneficiamento, visando à agregação de valor e maior renda aos cooperados. Atua sinergicamente com o setor de distribuição e comercialização do produto, por meio da identificação e conquista de parceiros comerciais. Ao oferecer orientação para o planejamento da produção e assistência técnica, a Coopatan vem conseguindo elevar significativamente os índices de produtividade na região. Tem como principais produtos banana-da-terra, aipim, abacaxi, farinha de mandioca, abacate e banana chips. Conquistou, em 2017, o selo do Programa Empresa Amiga da Criança, da Fundação Abrinq, pelo seu comprometimento com a infância e adolescência. Comercializa seus produtos para grandes clientes, a exemplo da rede Walmart<sup>6</sup>. Há uma intensa troca de conhecimentos com a Casa Familiar Rural de Presidente Tancredo Neves (CFR-PTN) por meio da realização de estudos qualificados e parceria com centros de pesquisa como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), garantindo maior qualidade e produtividade aos cultivos.

Um dos produtos principais é a banana chips. Esse produto bioeconômico é saudável e tem contribuído para a transformação financeira, social, econômica e solidária no Baixo Sul da Bahia. Esse também é um exemplo de uso da biodiversidade para agregação de valor e aumento de renda de pequenos produtores. O papel da cooperação é fundamental na organização dos produtores e para

<sup>6</sup> Em meados de 2018, 80% das operações da rede Walmart Brasil foi adquirida pelo Grupo Advent International, passando a adotar a bandeira BIG e incorporando-se ao Grupo BIG Brasil, terceiro maior conglomerado de varejo alimentar em operação no País. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/10/23/rede-walmart-passa-a-ser-big-no-brasil.htm>

o aumento de escala e comercialização. Aliado a essa cooperativa, há também parcerias com a Embrapa e a Casa Familiar Rural que ajudam na disseminação do conhecimento.

## Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá

A Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc), criada em 2004, é formada por 204 cooperados. Seu foco é a fabricação de bioprodutos a partir da exploração sustentável da Caatinga para a bioeconomia usando como matéria-prima o umbu, o licuri e o maracujá do mato. Entre seus principais produtos bioeconômicos, destacam-se a cerveja, a geleia, os doces, os licores e as cachaças. Hoje, os números apresentam a evolução de um trabalho sério e que traz na bagagem um valor social indiscutível.

A Coopercuc atua junto a 450 famílias, em 18 comunidades, envolvidas na produção cuidadosa de doces cremosos, de corte e light, sucos, geleias, compotas e polpas, que compõem a linha Gravetero. O carro chefe da Gravetero são os doces feitos de umbu, uma fruta suculenta da Caatinga, rica em sais minerais e vitaminas. A Coopercuc tem uma capacidade de produção de 200 toneladas de doces. Esse é mais um exemplo de uso da biodiversidade em benefício de pequenos produtores em suas localidades, com agregação de valor e aumento de renda pela transformação sustentável de produtos locais (Coopercuc, 2020).

## Produtores de Queijos Artesanais

Em 2020, um novo projeto com foco na bioeconomia para pequenos produtores foi lançado pelo Mapa no Nordeste. A proposta é contribuir para a geração de renda e inclusão produtiva de pequenos e médios agricultores e agricultores familiares com a estruturação das cadeias produtivas artesanais do queijo caprino e do queijo coalho nos territórios do Cariri, na Paraíba, e do Vale do Jaguaribe, no Ceará. Conforme o Mapa, os roteiros do queijo de caprinos e do queijo coalho são exemplos do potencial que os arranjos de bioeconomia podem trazer para o Semiárido. É uma ação para a estruturação produtiva e, também, para a valorização da sociobiodiversidade.

A iniciativa, que integra as ações do AgroNordeste, é resultado de parceria com o Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (Fida), a Fundação

Parque Tecnológico da Paraíba (PaqTcPB), a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e a Incubadora de Agronegócios das Cooperativas, Organizações Comunitárias, Associações e Assentamentos Rurais do Semiárido da Paraíba (Iacoc). Intitulado Roteiro do Queijo Artesanal – Paraíba e Ceará, o projeto visa promover a valorização da diversidade biológica, social e cultural a partir da estruturação de produtos, processos e serviços relacionados à sociobiodiversidade, principalmente com relação ao resgate da vocação da fabricação de queijos artesanais de cabra, na região do Cariri paraibano, queijo coalho, do Vale do Jaguaribe cearense, e do mapeamento da produção de cachaça, na região do Brejo paraibano (Brasil, 2020c). Nesse exemplo, além do uso da biodiversidade, há também um componente de criação de um novo mercado que pode se enquadrar em turismo rural e gastronômico. É importante também o reconhecimento e o apoio do governo federal a alternativas para aumento de renda da população.

Percebe-se que há um grande potencial para a região Nordeste de aproveitamento da biodiversidade. Os exemplos de sucesso aqui apresentados mostram também que as parcerias e a cooperação são fundamentais para esse desenvolvimento. É de grande relevância também o apoio do governo local, com incentivos para a associação e aumento de escala, permitindo assim maiores ganhos.

## Região Norte

A região Norte do Brasil tem aparecido com frequência na mídia brasileira e mundial. As preocupações com o desmatamento, o aumento de áreas degradadas, as queimadas no bioma Amazônia e seus impactos sobre o meio ambiente, a população local, regional, nacional e inclusive internacional são alguns dos tópicos principais. A região também possui uma grande vulnerabilidade social, com 11,8% de sua população em situação de extrema pobreza (IBGE, 2018a).

Ao mesmo tempo em que a região Norte passa por todas essas dificuldades do ponto de vista ambiental, econômico e social, seu potencial é considerado enorme. Só para se ter uma ideia, quando se considera um dos biomas da região, o bioma Amazônia, fala-se de uma área que corresponde a 49,3% do território brasileiro (IBGE, 2018b). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), esse bioma possui 20% da disponibilidade de água mundial, plantas que podem ser utilizadas para inúmeras finalidades, além de fauna, fungos, bactérias e outros microrganismos que contribuem para o balanço ecológico do

bioma. Essas características fazem com que o bioma Amazônia seja considerado a maior reserva de diversidade biológica do mundo. (IBGE, 2018b)

A bioeconomia surge como uma oportunidade de utilizar de forma sustentável essa enorme biodiversidade, em favor de sua população e preservando para as gerações futuras. Para isso, há necessidade de se disponibilizar e disseminar práticas, soluções tecnológicas que gerem renda para a população, incentivando a preservação e a conservação. Também é preciso valorar os serviços ecossistêmicos, ou seja, se o bioma traz amplos benefícios para o Brasil e para o mundo, nada mais justo do que valorar esse benefício e repassá-lo aos produtores que conservam e preservam a Amazônia.

No caso da Amazônia, onde se tem um objetivo importantíssimo que é a preservação da floresta e a necessidade de desenvolvimento econômico e social sustentável de sua população, é essencial que se definam esses caminhos e que sejam trilhados em conjunto e, se possível, de forma coordenada, para que haja um aumento de escala. Aqui apresentaremos alguns estudos de caso de sucesso para levantar elementos que precisam ser considerados. No entanto, o objetivo é que esses casos ganhem uma dimensão maior, deixem de ser casos para se tornarem *clusters*, por exemplo.

É importante ressaltar que os agricultores da Amazônia não são avessos a inovações, mas é necessário que elas tenham mercado e gerem renda. Como exemplo, citam-se as lavouras de culturas exóticas, juta e de pimenta-do-reino, que foram incorporadas pelos pequenos produtores (Homma, 2017). Passaremos a alguns exemplos a partir dos caminhos de Trigo et al. (2017).

## Natura

A Natura é uma empresa reconhecida mundialmente por seu trabalho de uso sustentável da biodiversidade do bioma Amazônia em colaboração com pequenos produtores e comunidades, que se beneficiam desse relacionamento. A empresa existe há 51 anos, está presente em 9 países, possui 100 milhões de consumidores, e mais 3 milhões de consumidores on-line (Natura, 2019).

Em sua página na internet, a empresa afirma que, desde 2000, firmou um compromisso para manter a floresta em pé na Amazônia. E, para isso, trabalha com comunidades locais que extraem de forma sustentável *príprioca*, *ucuuba*, *patauá*, *murumuru*. Atualmente, são 37 comunidades fornecedoras em todo o Brasil.

Esse compromisso está explícito em seu documento Visão 2050 (Natura, 2014), em que descreve o Projeto Amazônia, que foi implantado em 2011 com o compromisso de contribuir para o desenvolvimento do enorme potencial da Amazônia. O programa possui três pilares:

- 1) Ciência, tecnologia e inovação.
- 2) Cadeias produtivas sustentáveis.
- 3) Fortalecimento institucional.

Em 2012, foi inaugurado em Manaus, AM, o Núcleo de Inovação Natura na Amazônia (Nina) para estabelecimento de uma rede com instituições locais e mundiais, de ciência, tecnologia e inovação da sociobiodiversidade. Já em 2014, foi inaugurado em Benevides, PA, o Ecoparque, um parque industrial que tem como objetivo atrair diversos parceiros para impulsionar a geração de negócios sustentáveis na Amazônia. Os números alcançados até 2018 foram: R\$ 1,5 bilhão movimentado em negócios na região entre 2012 e 2018; 4.636 famílias de comunidades fornecedoras beneficiadas em 2018; 17,8% de toda a matéria-prima usada pela Natura é proveniente da Pan Amazônia.

A empresa possui uma política de uso sustentável da biodiversidade que está pautada em três pontos principais: relacionamento direto com comunidades e pequenos produtores rurais; rede local de parceiros de diferentes setores; e ferramentas de gerenciamento e monitoramento. Atualmente a Natura trabalha com 22 espécies nativas, e 18 matérias-primas são processadas nas comunidades parceiras. Estima-se um impacto em 257 mil hectares e 18.554 pessoas.

A forma de agregação de valor considera três etapas principais (coleta, secagem e processamento) até que se obtenha a manteiga de murumuru, que é enviada então à fábrica da Natura. Para que esse fluxo ocorra de maneira estável, há várias ações de assistência técnica, como: monitoramento de safra; apoio no fornecimento de matéria-prima; boas práticas de manejo, disponibilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) e materiais de campo; programa de treinamento de saúde e segurança no trabalho; assessoria técnica nas agroindústrias; e parcerias entre diversos atores: governo, organizações não governamentais (ONGs) e organizações de base comunitária. Os contratos de fornecimento possuem previsão de compras por períodos de 3 anos. O resultado é a produção e geração de valor local; e, para acompanhamento, há um mapeamento das famílias impactadas na cadeia e preocupações com segurança e saúde das

comunidades. O exemplo a seguir deixa claro como o uso da biodiversidade é o caminho da bioeconomia que vem sendo desenvolvido pela empresa.

A Natura possui ainda um Sistema de Informação Geográfica da Sociobiodiversidade. Nesse sistema estão incluídas diversas variáveis que permitem o acompanhamento das famílias e de sua produção e incluem também o acompanhamento da área. Por meio dessas variáveis, a empresa consegue medir seu impacto na vida das famílias. As informações coletadas são: registro de famílias, registro da produção, áreas protegidas, desmatamento, uso e ocupação do solo, áreas de produção, alocação dos recursos, fornecedores da sociobiodiversidade. É possível estimar a produção, acompanhar o fornecimento da matéria-prima e medir a renda média por família.

A Natura obteve dois certificados internacionais, e é a primeira empresa brasileira a recebê-los. São eles: Ethical Sourcing System (ESS) e Internal Monitoring System (IMS). Por meio de sua organização, apoio e monitoramento da produção, consegue mostrar sua atuação em três pilares importantes e reconhecidos internacionalmente: conservação da biodiversidade, desenvolvimento comunitário e comércio justo.

A Natura tem sido bem-sucedida em seu Projeto Amazônia, em seu trabalho de preservação da floresta, e no apoio e impacto junto às comunidades. É possível destacar alguns elementos que podem ter sido fundamentais nesse desenvolvimento: a importância dada à ciência e tecnologia; as parcerias construídas entre produtores e empresa e entre a Natura e outras instituições; por fim, as ações de educação, treinamento e assistência técnica. Esses elementos destacam-se nessa narrativa de sucesso da Natura.

### Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Acre

O segundo estudo de caso da região Norte apresenta um exemplo de como a pesquisa e sua disseminação/transfêrencia pode contribuir para o incremento de renda de um casal de agricultores familiares com o uso da biodiversidade, ao mesmo tempo em que recupera área e dissemina práticas de conservação do solo.

O casal de agricultores familiares, produtores de gado de corte do assentamento Moreno Maia em Rio Branco, AC, participou de um curso sobre integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Após o curso, procuraram a Embrapa, pois possuíam uma área que estava improdutiva, e tiveram a oportunidade de cedê-la para uma unidade de demonstração da Embrapa (Rede ILPF, 2020).



Para fazer a reforma da pastagem improdutiva, alguns passos foram seguidos. Primeiro, foi necessário um estudo do solo para definição de como seria a preparação para o plantio. O segundo passo foi o plantio concomitante de culturas e árvores. O coordenador da ação, Tádario Kamel, destacou a importância do plantio concomitante, pois permite um aumento da taxa de sobrevivência das árvores. Isso ocorre em razão do uso do resíduo da adubação da cultura que influencia o crescimento tanto na altura quanto no diâmetro da árvore. A terceira etapa são os tratos culturais para lavoura e árvores; e, por fim, a produção e colheita.

O sistema adotado na área foi eucalipto e duas espécies florestais nativas da região amazônica: o bordão-de-velho e o mulateiro. Essas escolhas foram baseadas em pesquisas anteriores de sistemas ILPF. Um dos destaques é que o bordão-de-velho é uma leguminosa com alta capacidade de fixar nitrogênio, o que beneficia o solo e o valor nutritivo da pastagem.

Os resultados foram bastante positivos, pois além da recuperação da área, no período de 2013 a 2017, a família alternou culturas e produziu, nas entrelinhas das árvores, milho, feijão, mandioca, melancia, abóbora; e, no ano de 2017, instalou um cultivo de maracujá. Além da diversificação da produção, destacou-se também a produtividade das culturas: o milho obteve uma média de  $4 \text{ t ha}^{-1}$ , o feijão aproximadamente  $1.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , enquanto a média do Acre é de  $550 \text{ kg ha}^{-1}$ . A mandioca ficou em torno de  $28 \text{ t ha}^{-1}$ . Podemos alinhar esse caso ao caminho da ecointensificação da produção.

Nesse exemplo, a interação da pesquisa com agricultores familiares possibilitou:

- Recuperação da área.
- Produção de alimentos típicos da agricultura familiar para comercialização, aumentando renda.
- Melhor utilização dos insumos, adubação para cultura, favorecendo o crescimento das árvores.
- Uso da biodiversidade – Uma das espécies de árvore local possui alta capacidade de fixar nitrogênio, característica que ajuda a melhorar a fertilidade do solo e o valor nutritivo da pastagem. A outra espécie possui valor comercial e características que beneficiam a qualidade da forragem.

Os elementos de destaque nesse aprendizado foram:

- Importância do conhecimento, disseminação e uso de tecnologias.
- Associação entre produtor e instituição de pesquisa.
- Empreendedorismo da família.

## Projeto Microoma – Microbiomas Amazônicos

Nesse terceiro exemplo para a região Norte, optou-se por discutir o papel da pesquisa no uso da biodiversidade e seu potencial para agregação de valor e benefícios para o bioma Amazônia. A biotecnologia ainda não está sendo tão utilizada no bioma, mas, ao longo do tempo, com investimentos, poderá trazer enormes benefícios para a região.

O projeto de pesquisa Microoma – Microbiomas Amazônicos: Uma Abordagem para Sustentabilidade e Prospecção de Bioativos foi desenvolvido em parceria pela Embrapa Amazônia Ocidental, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) e Universidade Federal de Viçosa (UFV). O financiamento foi da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), e a professora Jânia Lília da Silva Bentes, da Ufam, foi a coordenadora-geral do projeto, que teve como foco a caracterização do microbioma de duas espécies nativas da região amazônica e que são culturas importantes do ponto de vista econômico: guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Estudos mostram que o guaraná é rico em cafeína e possui propriedades antioxidantes. A Embrapa Amazônia Ocidental mantém o único banco de germoplasma e programa de melhoramento da espécie no mundo e, durante os últimos 40 anos, lançou 20 cultivares produtivas e resistentes às principais doenças dessa planta.

O objetivo do projeto era detectar microrganismos cultiváveis e não cultiváveis para identificar espécies com potencial biotecnológico. Os microrganismos que foram selecionados são chamados de endofíticos, o que significa que são capazes de conviver com a planta, colonizando seus tecidos, sem causar doenças, e podem até auxiliá-la (Embrapa, 2019a).

As etapas da pesquisa foram coleta de plantas nos campos experimentais da Embrapa nos municípios de Manaus e Maués, AM, onde a Embrapa possui o Banco Ativo de Germoplasma (BAG); a segunda etapa consistiu no isolamento

de bactérias e fungos cultiváveis no Laboratório de Biotecnologia e Ecologia Microbiana da UFMT, que foram posteriormente identificados com o auxílio de técnicas moleculares no Laboratório de Biologia Molecular da Embrapa Amazônia Ocidental; na terceira etapa, foi feita uma triagem e identificação dos microrganismos, e foram selecionadas várias bactérias e fungos presentes no microbioma do guaranzeiro, com possibilidade de futura transformação em produtos. De acordo com Gilvan Ferreira da Silva, coordenador do projeto na Embrapa Amazônia Ocidental, foi possível identificar vários microrganismos com potencial biotecnológico para atividade antimicrobiana e anticâncer.

Esse estudo está servindo de base para o desenvolvimento de outras pesquisas para avaliar a possível aplicação desses microrganismos no controle de patógenos em culturas agrícolas de interesse. Por exemplo, a professora Rhavena Graziela Liotti, do grupo de pesquisa em biotecnologia e ecologia microbiana da UFMT, conseguiu obter linhagens de microrganismos endofíticos de guaraná com forte potencial biotecnológico para controlar patógenos pré-colheita e pós-colheita em pimentão, e a promoção de crescimento em pimentão.

Além das três etapas descritas acima, houve uma segunda fase do trabalho na qual foi realizado o metagenoma bacteriano de todas as partes do guaranzeiro, incluindo raízes, caule, folhas e frutos, em que se descobriu uma grande diversidade microbiana associada à planta do guaranzeiro. De acordo com o pesquisador Gilvan Ferreira da Silva, "Foram identificados mais de 19 filos de bactéria, 32 classes, 79 ordens, 114 famílias, 174 gêneros e o equivalente a 1.520 espécies de bactérias morando no guaranzeiro, vivendo harmonicamente com a planta" (Embrapa, 2019a).

Essa pesquisa bem-sucedida poderá ser base para a produção de diversos tipos de bioprodutos, beneficiando assim a região. Apesar de não ter havido um exemplo ainda que possa beneficiar PMPs ou PMEs, há grande expectativa de que a utilização da biodiversidade a partir da ciência seja fonte de renda e desenvolvimento. Até o momento, os elementos de destaque para a região foram: utilização da biodiversidade; ciência propiciando novas descobertas; parcerias importantes entre instituições e pesquisadores. O próximo passo é o envolvimento de novos parceiros para a pesquisa para que bioprodutos sejam desenvolvidos.

A seguir, abordam-se a bioeconomia de serviços e suas possibilidades para PMEs e PMPs. Esse tópico é de grande relevância para o desenvolvimento de algumas regiões no Brasil pelas possibilidades de incremento de renda aliada à preservação ambiental.

## Tendências em Bioeconomia de Serviços Ecosistêmicos e Ecoturismo para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas

A bioeconomia de serviços explora os recursos biológicos de forma sustentável e oferece serviços econômicos para a sociedade. Um dos exemplos é o ecoturismo. Segundo a Agência Brasileira de Promoção Internacional do Turismo – Embratur (2019), o ecoturismo é um segmento de atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista pela interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações envolvidas. Atualmente, o ecoturismo e o turismo de natureza, que se resumem às atividades de lazer em áreas verdes, segundo definição da Organização Mundial de Turismo (OMT), crescem de 15% a 25% ao ano. Em todo o mundo, 10% dos turistas buscam esse tipo de atração, e, no Brasil, os dados também revelam essa tendência. Em 2018, entre os turistas que visitaram o País, a lazer, 16% procuraram pelo ecoturismo, ficando atrás apenas de sol e praia (Embratur, 2019).

Rico em biodiversidade, reservas de água doce, com um litoral extenso e florestas preservadas, o Brasil é o país mais competitivo do mundo em recursos naturais. O estímulo ao ecoturismo é capaz de impulsionar o desenvolvimento das comunidades locais. Pequenas propriedades com potencial de ecoturismo podem usufruir dessa atividade bioeconômica. Além disso, cidades com zona rural e potencial de receber visitantes para trilhas ecológicas, a exemplo de moto e ciclismo, também podem se beneficiar. Essas atividades movimentam a economia local, o que é bioeconomia na sua essência.

Quanto ao setor de serviços, trata-se de uma influente atividade econômica em nível global. Até mesmo economias menos desenvolvidas, como várias da África, já encontram nos serviços a sua atividade predominante. É também nesse setor que a maior parte das pessoas encontrará não apenas o seu primeiro emprego, mas, também, o emprego das suas vidas. A expectativa é de que os serviços, incluindo o ecoturismo, se tornarão ainda mais influentes ao longo das próximas décadas. Profundas mudanças na organização e nas tecnologias de produção, mudanças das preferências dos consumidores e, sobretudo, mudanças

na natureza dos bens e serviços estão alterando e transformando o funcionamento das economias modernas. Na bioeconomia, bens e serviços estão se combinando por meio de uma relação cada vez mais sinérgica e simbiótica para formar um terceiro produto que nem é um bem industrial tradicional, nem tampouco um serviço convencional.

Por fim, segundo a Embratur (2019), ao todo, foram gerados cerca de 80 mil empregos diretos, R\$ 2,2 bilhões em renda, outros R\$ 3,1 bilhões em valor agregado ao Produto Interno Bruto (PIB), e mais R\$ 8,6 bilhões em vendas no ano de 2018. Os resultados mostram que, a cada R\$ 1 investido no setor de turismo ecológico, R\$ 7 retornam para a economia. Além das vantagens econômicas, o ecoturismo aproxima as pessoas da natureza e contribui para o aumento da conscientização ambiental, o que, num país com grande diversidade como o Brasil, tem uma importância fundamental.

## Pagamento por Serviços Ambientais

Sabe-se da importância da natureza e dos serviços ecossistêmicos que ela nos presta, mas ainda não se dá a tudo isso o devido valor. Os serviços de uma área florestal (recurso bioeconômico) são inúmeros, e entre eles há o que nos beneficia diretamente. Porém, o incentivo à produção não sustentável ainda é muito maior que o incentivo à proteção dos recursos naturais. O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento que tenta estimular a proteção dos serviços ecossistêmicos. Um exemplo de mensuração de PSA em um ecossistema é o do Pantanal. Conforme Moraes et al. (2009), considerando os valores de uso direto (comercial), indireto (funções do ecossistema), opção e o não uso (existência), o valor de serviços ambientais total (VET) foi estimado em US\$ 17.477 por hectare ao ano (a preços de 2007). Desse valor, aproximadamente 48% correspondem ao valor de existência (US\$ 8.327 por hectare ao ano), 44% ao valor de uso indireto (US\$ 7.628 por hectare ao ano), 7,2% ao valor de opção (US\$ 1.262 por hectare ao ano) e 1,5% ao valor de uso direto (US\$ 260 por hectare ao ano). Essa mensuração demonstra a importância de serviços ambientais na exploração da bioeconomia de serviços.

O PSA é muito relevante para a bioeconomia de serviços. Trata-se de um instrumento econômico que visa à minimização da falha na gestão atual (que não considera o valor de um serviço ecossistêmico) por meio de um novo mercado. O beneficiário ou usuário do serviço ambiental retribui, por meio de

recursos financeiros ou outra forma de remuneração, aos provedores do serviço. Essa ferramenta ajuda na conservação e no manejo adequado por meio de atividades de proteção e de uso sustentável, seguindo o princípio provedor-recebedor. Não adianta só cobrar multas de quem polui, mas também beneficiar quem presta o serviço.

A biodiversidade brasileira tem grande valor pela beleza, pelos serviços que os biomas naturalmente realizam e pelo grande número de bioquímicos e catalisadores que tais biomas encerram. Com exceção da beleza, os demais valores só podem ser percebidos e explorados a partir da lupa do conhecimento. Conhecer os benefícios que a natureza traz para a humanidade não é suficiente para incentivar a conservação ambiental. Assim, torna-se necessário sistematizar o conhecimento, quantificar os benefícios e gerar mecanismos tangíveis de compensação que resultem em incentivos reais para a conservação. Pelos serviços de fornecimento, os ecossistemas geram alimento, água limpa, madeira e os mais diversos produtos derivados dos diferentes biomas. Já os serviços de regulação reduzem as alterações ambientais, mantendo os meios biótico e abiótico relativamente estáveis, ao regular o clima ou controlar pestes e doenças, por exemplo (Pereira, 2020).

Um exemplo de PSA aplicado a pequenos e médios produtores pode ser verificado na cidade de Ibirapitanga, BA (Moreira, 2018). Um dos locais onde esse instrumento econômico está implantado é a Área de Proteção Ambiental (APA) do Pratigi, localizada no litoral Baixo Sul da Bahia. A iniciativa, denominada Produtor de Água Pratigi (PAP), premia financeiramente proprietários que protegem áreas com vegetação nativa em suas propriedades, em região de mananciais. A iniciativa foi criada pela Organização de Conservação da Terra (OCT)<sup>7</sup> em 2012. No mesmo ano, foi estabelecida parceria da Agência Nacional de Águas (ANA) e, no final de 2013, com a Fundação Grupo Boticário. Até 2014, o projeto estava em fase de articulação institucional para passar a utilizar a metodologia Oásis da Fundação Grupo Boticário, que inclui um conjunto de ferramentas e procedimentos necessários ao planejamento, gestão, desenvolvimento e monitoramento de projetos de PSA.

O PAP está implantado atualmente nos municípios de Igrapiúna e Pirai do Norte. As 46 propriedades contratadas somam 744 ha; desse total, 311 ha (41%) são de vegetação nativa, incluindo 141 ha de áreas de preservação permanente (APP). Encontram-se também nessa área 55 nascentes. Ao protegerem as áreas com vegetação nativa, a água e o solo em suas propriedades e ao adotarem práticas

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.oct.org.br/home>.

conservacionistas no manejo das áreas destinadas à agropecuária, os proprietários participantes do projeto contribuem para melhorar a qualidade e quantidade de água nos mananciais da Bacia Hidrográfica do Rio Juliana.

## Ecoturismo

Conforme Rotta et al. (2006), o ecoturismo é apontado atualmente como uma das alternativas em potencial para a redução da miséria em que vive grande parte da população brasileira. O incentivo para o desenvolvimento regional de programas de educação ambiental e a valorização da cultura local, aliados à percepção das riquezas naturais, são componentes fundamentais para o início de projetos bem-sucedidos na área do ecoturismo. O ecoturismo envolve um sério compromisso com a natureza e uma grande responsabilidade social, responsabilidade essa que deve ser também assumida pelo turista.

Para as PMEs e PMPs, há necessidade de uma visão de médio/longo prazo. O empreendedor necessita estar genuinamente interessado na conservação e no apoio às comunidades locais. Nesse caso, o ecoturismo pode ser um investimento recompensador. Antes de investir, deve-se fazer um plano de negócios e uma análise de viabilidade econômica. Para se ter uma ideia, o ecoturismo muitas vezes chega a ser mais caro que o turismo tradicional, pois, na maioria dos casos, os roteiros oferecidos já estão todos incluídos no valor final do programa, com meia pensão e um serviço mais personalizado ao seu cliente. Entretanto, com a expansão do mercado, o consumidor tornou-se mais exigente.

O ecoturismo praticado no Brasil ainda está em fase embrionária, impulsionado quase que exclusivamente pela oportunidade mercadológica. Para ser um empreendedor do ecoturismo, é preciso muito dinamismo, disposição, planejamento e, o mais importante, muita paixão pela vida ao ar livre. Numa rápida análise, observa-se que no espaço rural acontecem diferentes tipos de turismo, como, por exemplo: aventura, cultura, técnico, esportivo, lazer e rural propriamente dito. Sob a ótica do negócio, fica mais interessante quando são ampliadas as atividades ofertadas na fazenda, cabendo ao proprietário dimensioná-las conforme suas possibilidades, a saber: cavalgada, trilhas, banho de cachoeira, passeio de barco, pesque e solte, artesanato, passeio de charrete, passeio de bicicleta, comidas típicas, etc. O êxito depende muito da atratividade do local, da criatividade, do bom gosto de quem organiza os produtos e da capacidade gerencial do empreendedor (Rotta et al., 2006).

Ainda no contexto do ecoturismo para PMEs e produtores, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (BSE) oferecem oportunidades para todos os setores da atividade empresarial. A integração de BSE no negócio pode criar um valor agregado significativo para as empresas, pela garantia da sustentabilidade das cadeias de produção, ou pela penetração em novos mercados e atração de novos clientes. A biodiversidade ou os serviços ecossistêmicos podem ser a base para novos negócios. Conservar a biodiversidade e/ou utilizá-la de forma sustentável e equitativa pode ser a base para proposições de valor únicas, permitindo que empresários e investidores desenvolvam e ampliem negócios em biodiversidade. A visão da biodiversidade como uma oportunidade de negócio talvez seja mais aparente no ecoturismo, na agricultura orgânica e no manejo florestal sustentável, em que a demanda é crescente por bens e serviços sustentáveis (TEEB..., 2010).

## Políticas e Ações do Setor Público e Privado Visando à Bioeconomia para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas

De acordo Silva et al. (2018a), o Brasil conta com vantagens comparativas capazes de proporcionar excelentes oportunidades com o desenvolvimento da bioeconomia para as PMPs e PMEs. O País possui a maior diversidade genética vegetal do mundo, contando com 42.730 espécies vegetais distribuídas em seus biomas (Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Caatinga e Pantanal). Essa variedade é uma fonte importante para a obtenção de diversos produtos – como biocombustíveis, corantes, óleos vegetais, gorduras, fitoterápicos, antioxidantes e óleos essenciais para o setor produtivo –, que são matérias-primas em indústrias tão diversas, como as de higiene e limpeza, alimentos, bebidas, farmacêutica e de cosméticos. Com exceção dos biocombustíveis, trata-se de excelente oportunidade para as PMEs. Além da biodiversidade local, o dinamismo econômico do agronegócio brasileiro, incluindo dentro das cooperativas, será um importante pilar para o desenvolvimento da bioeconomia para os pequenos e médios empresários (Silva et al., 2018).

Apesar de todas essas vantagens do País, o desenvolvimento das bioindústrias requer muito investimento e políticas públicas adequadas (Confederação



Nacional da Indústria, 2013), e o Brasil ainda não possui uma estratégia nacional de bioeconomia, a exemplo de outros países, com o apoio e incentivo do alto escalão do governo, e metas e recursos alocados para os próximos anos. A estratégia e seus planos de ação devem contemplar políticas estruturantes para a inserção dos PMPs e das PMEs na bioeconomia. Atualmente, existem algumas iniciativas governamentais que poderão servir de subsídio para o plano e que contam também com abordagem para os pequenos e médios empreendimentos.

## Iniciativas Atuais do Governo Brasileiro e de Algumas Instituições para Pequenos e Médios Produtores e Pequenas e Médias Empresas

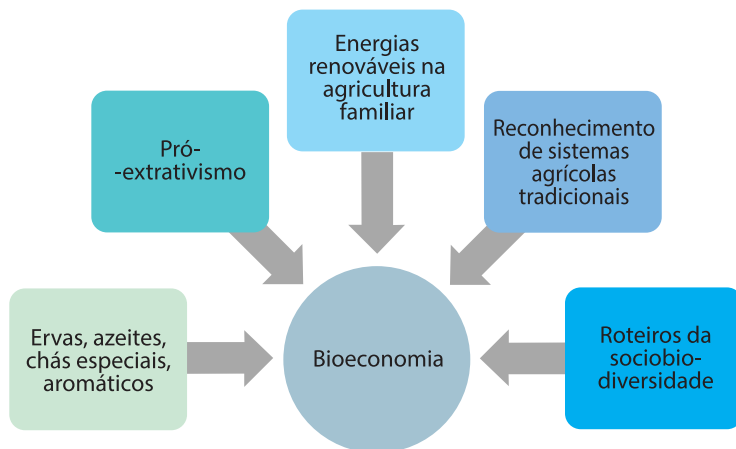
### Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações

Desenvolvido em 2018 pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e com a colaboração de importantes atores como a Embrapa, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), a Associação Brasileira de Bioinovação (Abbi), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR), o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia (Pacti Bioeconomia) tem como objetivo produzir e aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos para a promoção de benefícios sociais, econômicos e ambientais. Além disso, pretende fomentar a inovação e prover condições para a inserção estratégica da bioeconomia brasileira dentro do cenário global, inclusive para PMPs e PMEs. Abrange ações de bioeconomia em três linhas temáticas: a) biomassa, b) processamento e biorrefinarias, c) bioprodutos e duas auxiliares: observatório de bioeconomia e comitê nacional. Inclui para todos os temas as estratégias de implementação, atividades e metas, estimativa de recursos, aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Brasil, 2018).

### Programa Bioeconomia Brasil – Sociobiodiversidade

O Programa Bioeconomia Brasil – Sociobiodiversidade foi instituído pelo Mapa em maio de 2019. Seu objetivo está totalmente alinhado com a bioeconomia

para PMPs e PMEs. Trata de promover a articulação de parcerias entre o poder público, os pequenos agricultores, os agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais e seus empreendimentos e o setor empresarial, visando à promoção e estruturação de sistemas produtivos baseados no uso sustentável dos recursos da sociobiodiversidade e do extrativismo, conforme a Figura 1.



**Figura 1.** Estrutura do Programa Bioeconomia Brasil.

Fonte: Brasil (2019).

A iniciativa do governo federal inclui ainda a produção e utilização de energia a partir de fontes renováveis que permitam ampliar a participação em arranjos produtivos e econômicos que envolvam o conceito da bioeconomia. A estrutura do programa é dividida em cinco eixos temáticos:

- Estruturação produtiva das cadeias do extrativismo (pró-extrativismo).
- Ervas medicinais, aromáticas, condimentares, azeites e chás especiais do Brasil.
- Roteiros da sociobiodiversidade.
- Potencialidades da agrobiodiversidade brasileira.
- Energias renováveis para a agricultura familiar.

O programa é coordenado pela Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo do Mapa (SAF/Mapa) que adota, em conjunto com os parceiros, as medidas e ações necessárias para a gestão, a implementação e o monitoramento.

Contempla ainda apoio técnico e financeiro de organismos internacionais, fundos e bancos de desenvolvimento, instituições de pesquisa, entidades da sociedade civil, outros ministérios, entes federativos e setor empresarial. As ações serão executadas por meio de chamadas públicas específicas e outros instrumentos jurídicos de contratação necessários para viabilizar o financiamento de projetos e a execução do programa, além da integração de políticas públicas que têm interface com a bioeconomia. O acompanhamento e monitoramento será realizado pelos parceiros nos municípios, governos de estado e federal (Brasil, 2019).

## Iniciativa Cenário 2035

A iniciativa Cenário 2035 foi lançada, em 2017, pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e contou com a contribuição da Embrapa. A questão da inserção das PMPs e PMEs na bioeconomia, entre outros assuntos, foi discutida e documentada por 50 pesquisadores e técnicos de 26 instituições como Petrobras, Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Confederação Nacional da Agricultura (CNA) e Confederação Nacional da Indústria (CNI), ministérios, universidades, empresas privadas e de Unidades da Embrapa. O documento abordou cinco variáveis que poderão influenciar o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil, inclusive para PMPs e PMEs:

- Marcos regulatórios e políticas públicas.
- Investimentos em C&T, recursos humanos e infraestrutura.
- Estratégias e investimentos em bioindústrias.
- Recursos naturais e meio ambiente.
- Mercados e tendências de consumo.

Entre os desafios apontados pelos participantes da oficina, destacam-se: aprimorar a integração das cadeias produtivas da bioeconomia em todos os seus elos, com foco na intensificação sustentável; incrementar os investimentos na transformação da biodiversidade em produtos e processos tecnológicos; e avançar nas legislações que regulamentam o acesso ao patrimônio genético e à proteção intelectual dos ativos da bioeconomia, com o intuito de fortalecer e dar maior celeridade ao processo de inovação tecnológica no Brasil (Torres et al., 2017). Nesse documento, são apresentados quatro cenários possíveis para o futuro da bioeconomia no Brasil. Desses quatro cenários, dois deles veem a bioeconomia

beneficiando PMPs e PMEs, por meio do uso de novas matérias-primas para bioenergia e da utilização da biodiversidade para o desenvolvimento de novos produtos. Esses desenvolvimentos beneficiariam os PMPs e empresas. É importante destacar que, em ambas as cenas, há planejamento e coordenação para que a bioeconomia se desenvolva. Existem diferenças na forma de desenvolvimento, mas a preocupação com a integração entre atores e definição de prioridades e instrumentos para o alcance de objetivos é outro ponto em comum.

## Frente Parlamentar da Bioeconomia

A Frente Parlamentar Mista (FPBioeconomia) pela Inovação da Bioeconomia é uma iniciativa do Congresso Nacional, lançada em 2019. A FPBioeconomia considera que a bioeconomia é um tema amplo, inovador, podendo ser uma resposta para um futuro sustentável no qual a sociedade, o meio ambiente e a economia não apenas convivem, como prosperam juntos. Destacam também que, em um país tão grande como o Brasil, é preciso saber utilizar os recursos de forma responsável, e o caminho para a sustentabilidade está justamente na pesquisa avançada voltada à bioeconomia.

A FPBioeconomia possui um foco em políticas públicas que possam ser promovidas pelo Legislativo em prol da bioeconomia no Brasil. Em seu lançamento, contou com a participação da Embrapa (Embrapa, 2019b), por meio do então chefe da Embrapa Agroenergia, Guy Capdeville, e, mais recentemente, em julho de 2020, o presidente Celso Moretti também participou de um evento promovido pela FPBioeconomia sobre bioinsumos. Outro evento de bastante interesse foi seu seminário sobre a Amazônia, que teve a participação do vice-presidente da República, de vários deputados e de instituições do setor privado, como a Abbi e a Natura. Seus eventos buscam o debate e a apresentação de soluções entre diversas instituições que trabalham para o fortalecimento da bioeconomia.

A frente parlamentar possui dez objetivos, e o primeiro, extremamente relevante, é o uso ético e sustentável da biodiversidade e do conhecimento peças-chave para a agregação de valor e aumento de renda de PMPs e PMEs. Ainda em relação ao primeiro objetivo, há intenção de revitalizar e expandir a produção industrial para todas as regiões do País, reconhecendo as desigualdades e a necessidade de garantia de oportunidades entre as regiões. Os demais objetivos são todos no sentido do fortalecimento da bioeconomia e de trazer essa pauta para o Congresso Nacional, ou seja, incluindo mais um dos poderes, o Legislativo, nessa construção de uma bioeconomia para o País.

## Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Bioeconomia

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) – Bioeconomia é uma política de crédito lançada em 2020 pelo governo federal e viabilizada por instituições financeiras como o BNDES e o Banco do Brasil. Trata-se de um programa que visa ao financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoas físicas) para investimento em tecnologias de energia renovável, tecnologias ambientais, armazenamento hídrico, pequenos aproveitamentos hidroenergéticos, silvicultura e práticas conservacionistas e de correção da acidez e fertilidade do solo, cujos objetivos são sua recuperação e melhoramento da capacidade produtiva.

Os financiamentos podem ser usados para custeio e investimentos em extrativismo, produtos da sociobiodiversidade sustentáveis, produção de ervas medicinais, aromáticas e condimentares, produtos artesanais e turismo rural. São válidos para sistemas produtivos localizados em todos os biomas do País. A taxa de juros é de 2,75% ao ano (Brasil, 2020a).

## Iniciativa Inova Amazônia do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) lançou uma iniciativa para fomentar os empreendimentos da floresta e ressaltar a necessidade de fortalecer o setor na região. O Inova Amazônia pretende potencializar o empreendedorismo na Amazônia Legal a partir da bioeconomia, com incentivos a empreendimentos e novos negócios, à pesquisa e à utilização consciente da biodiversidade, de maneira que seus recursos sejam renovados durante o uso. Para o Sebrae, esse incentivo significa juntar ciência e tecnologia para a geração de negócios com foco no uso sustentável dos recursos naturais, tornando seus produtos sinônimo de riqueza (Sebrae, 2020).

O Inova Amazônia vai selecionar empresas, *startups* e pessoas físicas com ideias de negócios que possam contribuir para o desenvolvimento sustentável na região. As empresas escolhidas passarão por um processo de aceleração adequado às suas necessidades, com a ajuda de diversos projetos e ferramentas, como mentorias, Sebraetec, agentes locais de inovação, *branding*, entre outros.

## Programa Nacional de Bioinsumos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

O Programa Nacional de Bioinsumos lançado pelo Mapa, em 2020, tem uma aplicação ampla, incluindo os pequenos e médios produtores. A proposta é disponibilizar um conjunto estratégico de ações para o desenvolvimento de alternativas para a produção agrícola, pecuária e aquícola, considerando dimensões econômicas, sociais, produtivas e ambientais. Visa estimular a adoção de ativos sustentáveis baseados no uso de tecnologias, produtos e processos desenvolvidos a partir de recursos renováveis, por meio da ação integrada dos setores de ciência, tecnologia e inovação, além do setor produtivo e do mercado.

O seu foco é aproveitar o potencial da biodiversidade brasileira para reduzir a dependência dos produtores rurais em relação aos insumos importados e ampliar a oferta de matéria-prima para o setor. Os produtores orgânicos e convencionais, incluindo a agricultura familiar, estão contemplados. De acordo com a política, os bioinsumos e a bioeconomia se baseiam em um binômio: a utilização da nossa grande biodiversidade e a possibilidade da redução da dependência de insumos fósseis, com o uso de insumos biológicos. Espera-se, com o programa, aumentar em 13% a área agropecuária com uso de recursos biológicos. Atualmente, 10 milhões de hectares usam bioinsumos para controle de pragas.

Conforme o Mapa (Brasil, 2020b), o programa é um dos pilares da visão de bioeconomia que o ministério está desenvolvendo, visando ao acesso, ao desenvolvimento e ao uso sustentável da rica diversidade biológica brasileira. A proposta é contribuir para o desenvolvimento de novas soluções tecnológicas, como também gerar renda, riqueza e qualidade de vida para os produtores, inseridos nos diferentes elos das cadeias produtivas do agronegócio, e a toda a sociedade. A lista de bioinsumos é ampla e abrange desde inoculantes, promotores de crescimento de plantas, biofertilizantes, produtos para nutrição vegetal e animal, extratos vegetais, defensivos feitos a partir de microrganismos benéficos para controle de pragas, parasitas e doenças, como fungos, bactérias e ácaros, até produtos fitoterápicos ou tecnologias que têm ativos biológicos na composição, seja para plantas e animais, como para processamento e pós-colheita (Brasil, 2020b).

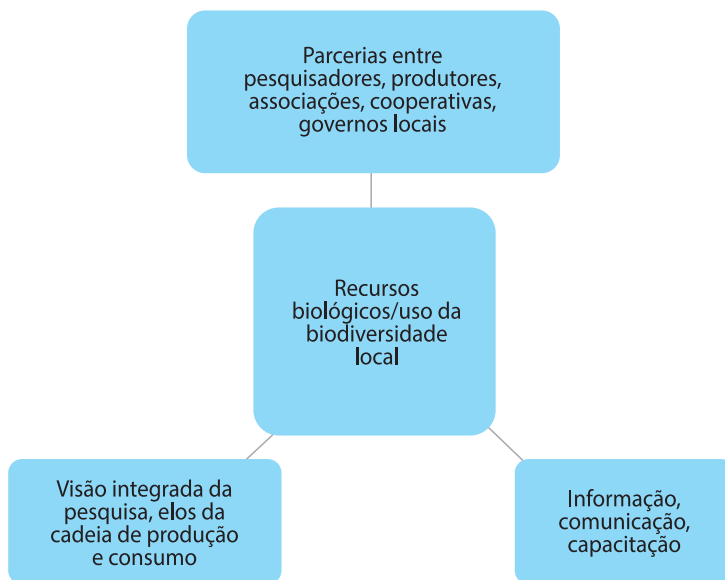
## Considerações Finais

Este capítulo buscou ampliar o entendimento da bioeconomia aplicada às PMEs e aos PMPs. Alguns pontos importantes em relação às PMEs e aos PMPs, independentemente de estarem dentro da bioeconomia, são: a necessidade de um mercado para seus produtos, de escala de produção e logística de distribuição. Essas são necessidades que podemos considerar como desafios e trazem um aspecto importante da bioeconomia que é o fomento ao desenvolvimento local. Ou seja, ao se promover o uso dos recursos locais por produtores locais (PMPs e PMEs), com o apoio de instituições de ensino, pesquisa e governos locais, cria-se um ecossistema de inovação local.

Esse ponto de partida, utilização dos recursos locais, inicialmente contemplará apenas alguns elementos da bioeconomia, como o uso da biodiversidade, por exemplo, agregando valor a produtos alimentícios. Ao longo do tempo, outros elementos como uso de resíduos, extração de substâncias da biomassa e sua máxima utilização poderão ocorrer por meio do aumento de parcerias entre as associações de produtores, cooperativas, extensão rural, universidades, instituições de pesquisa, empresas do setor privado que possuem projetos sociais e com o apoio do governo. Espera-se que, aos poucos, os empreendedores de bioprodutos e de biomateriais sejam cada vez mais comuns, preenchendo nichos de mercado regionais ou nacionais. Para que os benefícios sejam acelerados e seja possível agregar mais valor à biodiversidade local, é necessário que haja integração, coordenação e planejamento. Esses elementos principais estão ilustrados na Figura 2 abaixo.

É importante destacar que a ideia é fomentar o desenvolvimento da bioeconomia para que os valores agregados dos bioprodutos sejam revertidos para as comunidades locais, como é o caso das cooperativas, apresentadas no capítulo. Além disso, existem as oportunidades de ofertas de serviços a partir da biodiversidade, como a valorização de localidades com características atrativas ao turismo e que podem se aliar à produção de alimentos e bebidas locais. Essas oportunidades poderão trazer dinamismo e benefícios econômicos, sociais e ambientais ao mesmo tempo em que contribuem para essa nova economia, cada vez mais baseada no uso sustentável de recursos renováveis.

A Embrapa, com presença em todas as regiões do País e expertise em diferentes áreas, bem como capacidade de estabelecer relações com o setor produtivo local, poderá contribuir cada vez mais para a integração de atores e instituições, além



**Figura 2.** Elementos para o desenvolvimento da bioeconomia para pequenos e médios produtores e pequenas e médias empresas.

de expandir sua atuação na coordenação de iniciativas voltadas para a bioeconomia, seja em nível local ou regional. Nos últimos anos, a Embrapa realizou várias ações nesse sentido e poderá intensificar ainda mais o desenvolvimento da bioeconomia em prol da competitividade e sustentabilidade da agropecuária brasileira, considerando suas capacidades essenciais e de parcerias com diferentes instituições públicas e privadas, tanto nacionais quanto internacionais.

## Referências

ATINA. **Ativos Naturais**. 2019. Disponível em: <http://www.atina.com.br/>. Acesso em: 20 out. 2019.

BOMTEMPO, J. V. **Green Rio, a bioeconomia e os pequenos negócios**. 2018. Disponível em: <http://planetaorganico.com.br/site/index.php/green-rio-a-bioeconomia-e-os-pequenos-negocios/>. Acesso em: 30 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Bioeconomia**. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/plano-safra-2020-2021-agricultura-familiar>. Acesso em: 31 ago. 2020.



BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Programa Bioeconomia Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/hortalicas/2019/58a-ro/bioeconomia-dep-saf-mapa.pdf>. Acesso em: 5 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Bioinsumos**. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos>. Acesso em: 3 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Projeto para fortalecer a cadeia dos queijos caprino e coalho será implantado na Paraíba e no Ceará**. 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/projeto-para-fortalecer-a-cadeia-dos-queijos-caprino-e-coalho-sera-implantado-na-paraiba-e-no-ceara>. Acesso em: 3 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. **Plano de Ação para a Bioeconomia**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018. Disponível em: [http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/Pacti\\_BIOECONOMIA\\_web.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/Pacti_BIOECONOMIA_web.pdf). Acesso em: 5 set. 2019.

CBPAK. **Embalagens de Mandioca**. 2019. Disponível em: <http://cbpak.com.br/>. Acesso em: 20 out. 2019.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL (CAR). **Cooperação Técnica entre cooperativa baiana e universidade de Pernambuco tem o Licuri como objeto de pesquisas**. 2020. Disponível em: <http://www.car.ba.gov.br/index.php/noticias/cooperacao-tecnica-entre-cooperativa-baiana-e-universidade-de-pernambuco-tem-o-licuri-como>. Acesso em: 30 ago. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Bioeconomia: uma agenda para o brasil**. São Paulo, 2013.

COOPATAN. Cooperativa de Produtores Rurais de Presidente Tancredo Neves. Disponível em: <https://www.fundacaoodebrecht.org.br/programa-social/pdcis/instituicoes-executoras/cooperativa-de-produtores-rurais-de-presidente-tancredo-neves-coopatan.html>. Acesso em: 30 out. 2019.

COOPERCUC. **Nossa história**. 2020. Disponível em: <http://www.coopercuc.com.br/quem-somos/nossa-historia/>. Acesso em: 29 ago. 2020.

COOPES. Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina. Disponível em: <https://coop.es.org.br/home>. Acesso em: 4 out. 2021.

DAYSTAR, J.; HANDFELD, R. B.; PASCUAL-GONZALEZ, J.; MCCONNELL, E.; GOLDEN, J. S. **An Economic Impact Analysis of the U.S. Biobased Products Industry (2019) Update**. Disponível em: [https://www.rd.usda.gov/sites/default/files/usda\\_rd\\_economic\\_impact\\_analysis\\_us\\_biobased\\_products\\_industry.pdf](https://www.rd.usda.gov/sites/default/files/usda_rd_economic_impact_analysis_us_biobased_products_industry.pdf). Acesso em: 1 out. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **What is circular economy?** Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>. Acesso em: 1 out. 2020.

EMBRAPA. **Embrapa participa de lançamento da Frente Parlamentar de Bioeconomia no Congresso Nacional.** 2019b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soles/sibcs/busca-de-noticias/-/noticia/44464805/embrapa-participa-de-lancamento-da-frente-parlamentar-de-bioeconomia-no-congresso-nacional>. Acesso em: 1 set. 2020.

EMBRAPA. **Microrganismos presentes no guaranazeiro têm potencial para a agricultura e saúde humana.** 2019a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48371603/microrganismos-presentes-no-guaranazeiro-tem-potencial-para-a-agricultura-e-saude-humana>. Acesso em: 1 set. 2020.

EMBRATUR. **Brasil terá programa de revitalização do ecoturismo.** 2019. Disponível em: <https://embratur.gov.br>. Acesso em: 30 out. 2019.

EUROPABIO. **SME Platform.** Bruxelas, 2018. Disponível em: <https://www.genosciencepharma.com/2018/12/10/most-innovative-european-biotech-sme-for-2018/>. Acesso em: 20 set. 2020.

EUROPABIO. **Top European Biotech SMEs announced at 7<sup>th</sup> edition of EuropaBio Awards.** Bruxelas, 2016. Disponível em: <https://biotechsmeawards.eu/previous-edition/2016-top-european-biotech-smes-announced-7th-edition-europabio-awards/>. Acesso em: 20 set. 2020.

EUROPABIO. **Top European Biotech SMEs announced at 8<sup>th</sup> edition of EuropaBio Awards.** Bruxelas, 2017. Disponível em: <https://biotechsmeawards.eu/press-release/top-european-biotech-smes-announced-8th-edition-europabio-awards/>. Acesso em: 20 set. 2020.

FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH. **Bioeconomy in Germany:** Opportunities for a bio-based and sustainable future. Alemanha, 2015. Disponível em: <https://bioeconomy.easteco.org/wp-content/uploads/2020/06/Opportunities-for-a-bio-based-and-sustainable-future-Bioeconomy-in-Germany.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

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 jan. 2019.

HOMMA, A. A terceira natureza da Amazônia. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 38, n. 132, p. 27-42, jan./jun. 2017.

IBGE. **Biomass continentais do Brasil.** Rio de Janeiro, 2018b. Disponível em: [https://educa.ibge.gov.br/images/pdf/vamoscontar/texto\\_biomass.pdf](https://educa.ibge.gov.br/images/pdf/vamoscontar/texto_biomass.pdf). Acesso em: 25 ago. 2020.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais:** uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro, 2018a. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101629.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

KOPPERT. **Koppert Biological Systems**. 2019. Disponível em: <https://www.koppert.com/>. Acesso em: 5 set. 2019.

MALÁSIA. Ministry of Science, Technology and Innovation. **Bioeconomy Transformation Programme**: 2015 annual report. 2016. Disponível em: [http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BTP\\_AR\\_2015.pdf](http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BTP_AR_2015.pdf). Acesso em: 15 jun. 2019.

MALÁSIA. Ministry of Science, Technology and Innovation. **Bioeconomy Transformation Programme**: 2013 annual report. 2014. Disponível em: [http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BioEconomy-BTP\\_AR2013.pdf](http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BioEconomy-BTP_AR2013.pdf). Acesso em: 15 jun. 2019.

MORAES, A. S.; SAMPAIO, Y.; SEIDL, A. **Quanto Vale o Pantanal?** A valoração ambiental aplicada ao bioma Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009.

MOREIRA, F. T. C. **Pagamento por serviços ambientais – estudo de caso**: projeto produtor de água Pratigi, Ibirapitanga-BA. 2018. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

NATURA. **Apresentação Natura Green Rio**. 2019. Disponível em: [http://www.greenrio.com.br/arquivos/Raoni-Silva\\_-\\_NATURA.pdf](http://www.greenrio.com.br/arquivos/Raoni-Silva_-_NATURA.pdf). Acesso em: 30 set. 2020.

NATURA. **Visão de sustentabilidade 2050**. 2014. Disponível em: <https://static.rede.natura.net/html/home/2019/janeiro/home/visao-sustentabilidade-natura-2050-progresso-2014.pdf>. Acesso em: 30 set. 2020.

NORDIC INNOVATION. **Creating value from bioresources**: Innovation in Nordic Bioeconomy. Noruega, 2014.

PEREIRA, G. (coord.). **Bioeconomia e a indústria brasileira**. Brasília, DF: CNI, 2020. Disponível em: [https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/cd/ed/cded4159-a4c5-474d-9182-dd901b317e1c/bioeconomia\\_e\\_a\\_industria\\_brasileira.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/cd/ed/cded4159-a4c5-474d-9182-dd901b317e1c/bioeconomia_e_a_industria_brasileira.pdf). Acesso em: 30 set. 2020.

REDE ILPF. **Fazenda Esperança**: Integração de culturas transformou área improdutivo em fonte de renda para agricultores. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf/ilpf-na-amazonia/>. Acesso em: 1 set. 2020.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. Department of Science and Technology. **The Bio-economy Strategy**. África do Sul, 2013.

ROTTA, M. A.; LUNA, H. S.; WEIS, W. A. (ed.). **Ecoturismo no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006.

SALMELA, M. **Small and medium sized companies in wood-based circular bioeconomy – barriers and prerequisites to success**. Dissertação (Mestrado em Negócios) - Escola de Negócios, Universidade de Jyväskylä. Jyväskylä, Finlândia, 2019. p. 77. Disponível em: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/65189/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-201908023751.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 out. 2021.

SEBRAE. **AgroHubs**: método de criação, planejamento e gestão de Agrohubs. Belo Horizonte: Sebrae/MG, 2020. 125 p. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/wp-content/uploads/2021/06/Planejando-Hubs-de-Inovacao-Sebrae-Markestrat.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2021.

SEBRAE. **Empreendedorismo em bioeconomia**: aprendendo com o mercado. Rio de Janeiro, 2018.

SEBRAE. **Inova Amazônia estimula desenvolvimento com sustentabilidade**. 2020. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/inovacao-aberta-para-geracao-de-bionegocios-na-amazonia,4376c248f14ec610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 1 set. 2020.

SILVA, M. F. O.; PEREIRA, F. S.; MARTINS, J. P. B. **A bioeconomia brasileira em números**. Rio de Janeiro: BNDES, 2018.

TEEB. **A economia dos ecossistemas e da biodiversidade**. São Paulo: CNI, 2010. Relatório para o Setor de Negócios.

TORRES, D. A. P.; FRONZAGLIA, T.; SANTANA, C. A. M.; ARAUJO, D. L. M.; BOLFE, E. L.; LOPES, D. B.; PENA JÚNIOR, M. A. G.; SANTOS, G. S.; HEINZ, G. Bioeconomia: moldando o futuro da bioeconomia in: IPEA. **Brasil 2035**: cenários para o desenvolvimento. Brasília, DF: Ipea, 2017.

TRIGO, E. J.; HENRY, G.; SANDERS, J.; SCHUR, U.; INGELBRECHT, I.; REVEL, C.; SANTANA, C.; ROCHA, P. Towards bioeconomy development in Latin America and the Caribbean. **Bioeconomy Working Paper** n. 2013-01. Disponível em: [https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document\\_567934.pdf](https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document_567934.pdf). Acesso em: 5 out. 2020.

UNITED STATES. White House. **National bioeconomy blueprint released**. 2012. Disponível em: <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2012/04/26/national-bioeconomy-blueprint-released>. Acesso em: 5 out. 2020.



# Papel da Embrapa na Inserção da Bioeconomia na Pesquisa Agropecuária Nacional

*Danielle Alencar Parente Torres*

*Richardson Silva Lima*

*Clenilson Martins Rodrigues*

## Introdução<sup>8</sup>

Neste capítulo, pretende-se mostrar a inserção da Embrapa nos diferentes temas de pesquisa da bioeconomia. Foi realizado um mapeamento dos projetos de pesquisa da Empresa, caracterizando-se aqueles que apresentam alguma interface com a bioeconomia. Ao levantar e classificar os projetos da Empresa, é possível identificar temas que têm tido maior atenção e, conseqüentemente, pode-se contribuir com maior facilidade e agilidade para solução de problemas, bem como identificar aqueles em que ainda não estamos atuando tão fortemente, mas que são importantes para o desenvolvimento da bioeconomia brasileira e podem ser uma oportunidade para parcerias, recursos e atuação.

Para definição desse mapeamento, partiu-se de um primeiro documento elaborado no início do projeto BioeconBr, intitulado Bioeconomia: Uma Reflexão de Seu Conceito para o Projeto BioeconBr no Contexto da Embrapa. Esse documento fazia parte de um plano de ação voltado para o mapeamento do tema bioeconomia no ambiente interno da Empresa e enfatizou a necessidade de um entendimento mais profundo da bioeconomia na programação de P&D da Embrapa (Embrapa, 2017a).

O documento foi importante para estabelecer as premissas básicas para a discussão de bioeconomia, e, com base nele, foram estabelecidos três critérios para delimitar a discussão do tema dentro da Empresa.

O primeiro critério apontava para a necessidade de identificar o cenário de atuação da Embrapa no contexto da bioeconomia até o momento e, assim, aquilo que se podia fortalecer na área. Para isso, decidiu-se mapear na base do Sistema Embrapa de Gestão (SEG)<sup>9</sup> os projetos da Empresa que estão vinculados com ações nesse tema.

O segundo critério apontava para a necessidade de entendimento comum do conceito de bioeconomia. Nas discussões do projeto, conforme apresentado no documento base (Embrapa, 2017a), os membros do projeto BioeconBr analisaram e concluíram que o ponto de partida para a definição de bioeconomia seria o

<sup>8</sup> Os autores agradecem à colega Silvia Kanadani Campos pela leitura e pelas sugestões.

<sup>9</sup> Instrumento de governança que orienta a composição de esforços e a alocação de recursos em torno de ações institucionais de alto valor agregado. O SEG promove uma visão sistêmica, integrada e transparente das ações da Empresa e dá suporte ao ciclo completo da gestão dos projetos de pesquisa, que compõem a programação da Embrapa, ou seja: planejamento, execução, acompanhamento, avaliação, realimentação e cronograma de liberação de recursos financeiros. Essas informações podem ser acessadas por todos os empregados e usuários externos participantes dos projetos de pesquisa da Empresa.

conceito apresentado na Oficina de Bioeconomia, organizada pela Embrapa, como parte do projeto Brasil 2035 do Ipea, ocorrido em 2016, em que participaram diversos especialistas internos e externos à Embrapa (Torres et al., 2017, p. 221.):

A bioeconomia pode ser definida como a economia em que os pilares básicos de produção, como materiais, compostos químicos e energia são derivados de recursos renováveis. Sendo que nesse caso, a transformação da biomassa possui papel central na produção de alimentos, fármacos, fibras, produtos industriais e energia.

O terceiro critério enfatizava a relevância do papel da bioeconomia na definição do conceito de economia circular. De acordo com Saavedra et al. (2018), a economia circular se refere ao estudo de sistemas (reais e não lineares) que visam facilitar fluxos eficientes de materiais, energia, trabalho e informação, a fim de promover fluxos circulares que reduzam os impactos ambientais e maximizem a eficiência dos recursos nesses sistemas.

As bases, para elaboração deste capítulo, foram as discussões e os estudos elaborados no âmbito do projeto BioeconBr, e as informações, dos projeto ALCUE-KBBE (Trigo et al., 2013) e projeto Focus (Lopes, 2020), que serão destacadas nas próximas seções.

Partindo dos conceitos acima, das experiências anteriores sobre o tema, e da necessidade de compreender a participação da Empresa na bioeconomia, este capítulo apresenta um mapeamento, a partir dos projetos da Empresa.

Este capítulo está organizado da seguinte forma: após esta primeira seção de introdução, segue a segunda seção, em que é apresentada a metodologia utilizada; na terceira seção, apresentam-se os resultados e discussão, utilizando uma classificação mais agregada de temas da bioeconomia. Na quarta seção, a partir dos projetos levantados, faz-se uma análise mais desagregada, procurando identificar os temas e subtemas dos projetos e, ao final, sugere-se uma abordagem de caminhos para a bioeconomia, apontando como a Embrapa está avançando nesses caminhos. Por fim, na quinta seção, são feitas as considerações finais.

## Metodologia

Conforme mencionado, o documento *Bioeconomia: Uma Reflexão de Seu Conceito para o Projeto BioeconBr no Contexto da Embrapa*, elaborado no âmbito do projeto BioeconBr, apontou a necessidade de se identificar a atuação da Embrapa



na temática (critério um). Os critérios dois e três do documento estabeleceram os pressupostos de definição do termo bioeconomia e sua inserção dentro da economia circular, respectivamente.

Tendo por base esses critérios, foi realizado amplo mapeamento da inserção da bioeconomia nos projetos da Embrapa. Para a realização desse trabalho, foram utilizados os passos de uma revisão sistêmica, conforme descrito em Cronin et al. (2008) e Saavedra et al. (2018), os quais são: a) conceber e planejar o problema de investigação; b) buscar informações; e c) coletar dados. Para o passo (a), o contexto da investigação foi apresentado na introdução; e, para os passos (b) e (c), foram utilizados os critérios de busca apontados nas Tabelas 1 e 2, aplicados às informações disponíveis na base de dados do SEG, considerando a base de 5.567 projetos, no período compreendido entre 2007 e 2019 (i.e., projetos após 2007). Essa escolha se deve ao fato de projetos anteriores a 2007 estarem disponibilizados de forma não estruturada.

Como parâmetros para realização das buscas no banco de dados de projetos, foram abordados seis temas macros, os quais foram subdivididos em termos específicos (Tabela 1). Os quatro primeiros temas macros vieram da experiência da Embrapa Agroenergia, e os dois últimos temas foram sugeridos por pesquisadores integrantes do projeto BioeconBr que consideraram necessário ampliar o escopo de discussão.

Duas outras observações foram solicitadas pela equipe do projeto BioeconBr, para se proceder com a busca, a saber: remover o termo cana-energia do escopo de busca, por se tratar de espécie proprietária; na busca pelo termo resíduos, deve-se associá-lo com coprodutos para evitar que alguma informação deixe de ser levantada.

Tendo como referência a Tabela 1, foram elaboradas seis buscas, definidas como expressões booleanas, a fim de que fossem executadas por meio da ferramenta de busca de projetos da Embrapa: Quaesta<sup>10</sup> (Embrapa, 2017b). A ferramenta Quaesta apresenta uma interface melhorada para explorar a base de dados do SEG, se comparada às ferramentas que eram tradicionalmente utilizadas (Ideare e SISGP)<sup>11</sup> para buscas nessa base.

<sup>10</sup> É uma ferramenta de pesquisa de projetos da programação que utiliza princípios da Inteligência Artificial (IA) em suas facetas com o Processamento de Linguagem Natural (PLN) e o uso de artefatos de informação qualificados, tais como vocabulários específicos, tesouros e dicionários agrícolas especializados. A ferramenta permite a pesquisa textual nos projetos da Embrapa por meio de um campo de busca simples e de uso intuitivo, comum aos motores de busca na internet.

<sup>11</sup> Sistema que implementa as diversas etapas de gerenciamento do Sistema Embrapa de Gestão (SEG). O SISGP foi um sistema utilizado para acompanhamento de projetos.

**Tabela 1.** Temas macro e respectivos termos para busca utilizados na pesquisa na base Sistema Embrapa de Gestão.

Id	Tema Macro	Termo para busca
1	Biomassa	Conversão; cogeração; resíduos; culturas energéticas; coprodutos; culturas para fins industriais
2	Química, biomassa	Química verde; biotecnologia industrial; química de renováveis; biomateriais; materiais renováveis; biocombustível; resíduos; microalgas; enzimas; lignocelulose; biorrefinaria; bioprodutos; bioprospecção; biorremediação; biologia sintética; avaliação de ciclo de vida
3	Bioprodutos, biorrefinarias	Química verde; biotecnologia industrial; química de renováveis; biomateriais; materiais renováveis; biocombustível; resíduos; microalgas; enzimas; lignocelulose; biorrefinaria; bioprodutos; bioprospecção; biorremediação; biologia sintética; avaliação de ciclo de vida
4	Energia renovável	Bioenergia; biocombustíveis; energias alternativas; cogeração; bioetanol; etanol; etanol de segunda geração; etanol lignocelulósico; biodiesel; bioquerosene; biogás; biometano; bio-óleo; biochar
5	Serviços ambientais <sup>(1)</sup>	Bioprospecção; serviços ecossistêmicos; serviços ambientais; pagamento por serviços ambientais; recuperação de áreas degradadas; recuperação de solos; conservação do solo; conservação da água; intensificação produtiva; intensificação sustentável; sistemas conservacionistas; conservação e manejo da água; reuso da água; valoração de serviços ecossistêmicos; produtos da biodiversidade; certificação de serviços ecossistêmicos; economia verde; economia ambiental; economia ecológica; contas ambientais; sistemas agroflorestais
6	Outros termos <sup>(2)</sup>	Controle biológico; nanofibras; pesticidas naturais ou biopesticidas; bioinsumos; variedades tolerantes ao frio; variedades tolerantes à seca; variedades tolerantes a doenças; variedades biofortificadas; biofungicida; agentes de controle biológico; compósitos alimentícios de fibras; aproveitamento de resíduos; redução de resíduos; óleos essenciais; nanoestruturas ou nanoestruturadas (ou ambas); biofábricas; prebiótico; etanol; biofortificado; bioinseticida; sistemas agroflorestais; plantas desenvolvidas para resistência a doenças; novas cultivares para alimentação e uso industrial; novas cultivares biocombustíveis; novas cultivares etanol; planta inseticida; resistência natural de variedades; agente biológico; composto polimérico biodegradável; cultivar biofortificada; fibrocimento; diminuição no uso de agrotóxico; cultivar de alta qualidade nutricional; reciclagem de resíduos da agricultura; reciclagem de resíduos de processamento

<sup>(1)</sup> Sugestão da pesquisadora Rachel Bardy, participante como colaboradora do projeto BioeconBr.

<sup>(2)</sup> Propostos pela equipe do projeto BioeconBr em reunião de 13/6/2019.

A Tabela 2 apresenta as expressões formuladas, com a retirada de eventuais redundâncias e repetições encontradas na Tabela 1.

**Tabela 2.** Expressões booleanas (*query*) utilizadas para a busca de projetos no repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão (SEG) acessados por meio das ferramentas Quaesta e Ideare.

Id.	Expressão
1	"biomassa" and ("conversão" or "cogeração" or ("resíduos" and "coprodutos") or "culturas energéticas" or "culturas para fins industriais")
2	"química" and "biomassa" and ("química verde" or "biotecnologia industrial" or "química de renováveis" or "biomateriais" or "materiais renováveis" or "biocombustível" or ("resíduos" and "coprodutos") or "microalgas" or "enzimas" or "lignocelulose" or "bioprodutos" or "bioprospecção" or "biorremediação" or "biologia sintética" or "ACV" or "Avaliação do Ciclo de Vida") and not "cana-energia"
3	("bioprodutos" or "biorrefinarias") and ("bioinsumos" or "bioplásticos" or "biopolímeros" or "biocombustível" or "biofármacos" or "biomateriais" or ("resíduos" and "coprodutos") or "conversão de biomassa" or "química verde" or "biotecnologia" or "biofertilizantes" or "bioestimulantes" or "microalgas" or "macroalgas" or "enzimas" or "aproveitamento de resíduos e coprodutos")
4	"energia renovável" and ("bioenergia" or "biocombustíveis" or "energias alternativas" or "bioetanol" or "cogeração" or "etanol" or "etanol de segunda geração" or "etanol lignocelulósico" or "biodiesel" or "bioquerosene" or "biogás" or "biometano" or "bio-óleo" or "biochar")
5	"bioprospecção" or "serviços ecossistêmicos" or "serviços ambientais" or "pagamento por serviços ambientais" or "recuperação de áreas degradadas" or "recuperação de solos" or "conservação do solo" or "conservação da água" or "intensificação produtiva" or "intensificação sustentável" or "sistemas conservacionistas" or ("conservação" and "manejo da água") or "reuso da água" or "valoração de serviços ecossistêmicos" or "produtos da biodiversidade" or "certificação de serviços ecossistêmicos" or "economia verde" or "economia ambiental" or "economia ecológica" or "contas ambientais" or "sistemas agroflorestais"
6	"controle biológico" or "nanofibras" or "pesticidas naturais" or "biopesticidas" or "bioinsumos" or "variedades tolerantes ao frio" or "variedades tolerantes à seca" or "variedades tolerantes a doenças" or "variedades biofortificadas" or "biofungicida" or "agentes de controle biológico" or "compósitos alimentícios fibras" or "aproveitamento de resíduos" or "redução de resíduos" or "óleos essenciais" or "nanoestruturas" or "nanoestruturadas" or "biofábricas" or "prebiótico" or "etanol" or "biofortificado" or "bioinseticida" or "sistemas agroflorestais" or "plantas desenvolvidas para resistência a doenças" or ("novas cultivares para alimentação" and "uso industrial") or "novas cultivares para biocombustíveis" or "novas cultivares para etanol" or "planta inseticida" or "resistência natural de variedades" or "agente biológico" or "compósito polimérico biodegradável" or "cultivar biofortificada" or "fibrocimento" or "diminuição no uso de agrotóxico" or "cultivar de alta qualidade nutricional" or "reciclagem de resíduos da agricultura" or "reciclagem de resíduos de processamento"

É importante citar que os resultados obtidos com as expressões apresentadas na Tabela 2 foram relacionados com o conjunto de campos fornecidos pelo Quaesta, os quais são: código SEG, título, sigla do projeto e sigla da Unidade líder.

Além disso, os dados retornados por cada expressão, em cada uma das duas categorias, foram unificados e tiveram os registros (de projetos) duplicados removidos por meio de uma análise de similaridade.

Em seguida, foi feito um levantamento utilizando a “Pesquisa por campos específicos” com os campos “Objetivo geral” e “Resumo do projeto” na ferramenta Quaesta. A seção Resultados apresentará a quantidade de projetos levantados para os seis grupos de expressões booleanas.

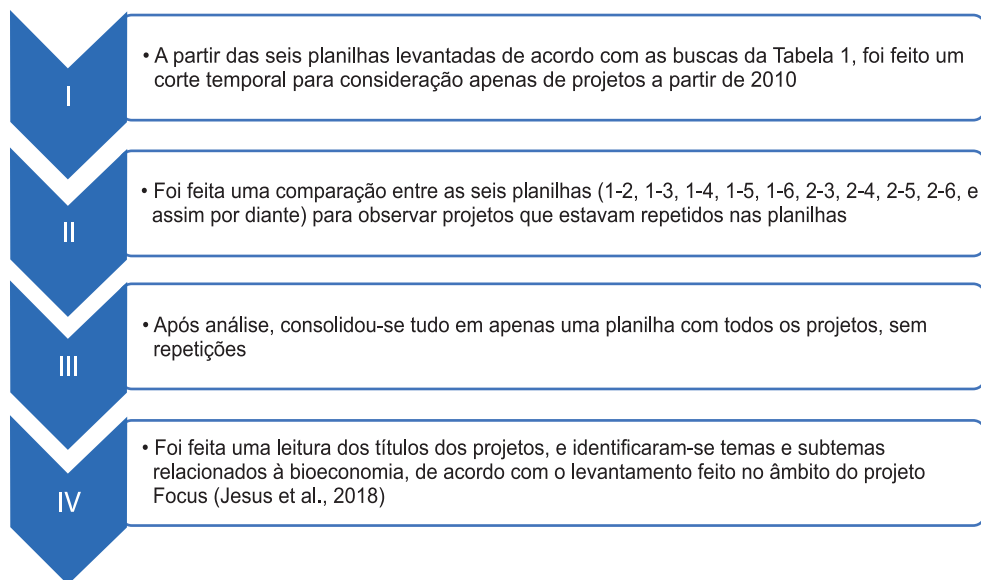
Outra ferramenta utilizada foi um infográfico apresentado em modo de “nuvem de palavras”, que foi obtido por meio do pacote wordcloud (versão 2.6) executado na versão R (versão 3.5.1). Para a construção do infográfico, foram consideradas as 100 palavras que ocorrem com frequência maior ou igual a 50 nos títulos dos projetos. Muitos termos específicos que são apresentados na Tabela 1 estão presentes na base de projetos, mas suas frequências são menores que o valor definido como de corte. Enfatizamos que esse número foi adotado apenas para gerar um infográfico que pudesse ser de mais fácil leitura. Também é possível visualizar que algumas palavras estão identificadas apenas pelo seu radical (ex.: “qualidad” e “control”). Esse fato se deve à utilização da função stemDocument do pacote tm\_map (versão 0.7-6) que identifica a ocorrência de suas palavras e seus sinônimos, minimizando a ocorrência de termos na “nuvem de palavras” que possam ter semântica idêntica.

Após o levantamento mais agregado do material, partiu-se para uma análise desagregada que foi executada em quatro etapas, conforme a Figura 1.

Na etapa I, partindo do mapeamento feito anteriormente e das seis buscas realizadas e suas respectivas planilhas, definiu-se um corte temporal para análise. A justificativa para esse corte temporal é em razão do período em que o tema bioeconomia surgiu nas discussões internacionais e no Brasil, que foi, sobretudo, entre meados e final dos anos 2000. Portanto, foram considerados os projetos a partir de 2010.

Em seguida, na etapa II, foi feita uma comparação entre cada planilha, ou seja, planilha 1 analisada em relação à planilha 2 (1-2), planilha 1 com a planilha 3 (1-3) e assim sucessivamente, o objetivo foi fazer uma revisão para evitar duplicações. A etapa III foi de análise e consolidação dos projetos em uma planilha única.

Na quarta etapa, foi feita uma relação dos projetos com temas e subtemas da bioeconomia, e para isso utilizou-se o material elaborado no âmbito do projeto Focus da Embrapa. No Focus, foi feito um piloto para levantamento de desafios no



**Figura 1.** Etapas da análise desagregada.

tema bioeconomia (Jesus et al., 2018). Para a elaboração desses desafios, o primeiro passo foi mapear o conhecimento sobre bioeconomia na literatura científica, o que permitiu identificar os principais temas que melhor representam a bioeconomia. Com base nesses temas, foram identificados especialistas no assunto para apoiar a prospecção e a caracterização das temáticas. Conforme a literatura e a interação com os especialistas, chegou-se a uma tabela com temas e conceitos para buscas, chamados de subtemas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Agregação temática de projetos do Sistema Embrapa de Gestão com base no projeto Focus.

Bioeconomia – Agregação temática e conceitos	Conceito para buscas
<b>Agricultura multifuncional</b>	agricultura multifuncional/multifuncionalidade/agroturismo/turismo rural/denominação de origem controlada/certificação de origem/paisagem
<b>Produção e aproveitamento de biomassa</b>	biomassa/produção de biomassa/aproveitamento da biomassa/conversão de biomassa/cogeração/agregação de valor/recursos renováveis/resíduos/pirólise rápida/biochar/melhoramento genético/eficiência de produção de biomassa/culturas energéticas alternativas/oferta de matéria-prima

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

<b>Bioeconomia – Agregação temática e conceitos</b>	<b>Conceito para buscas</b>
<b>Química e tecnologia da biomassa</b>	química verde/química e tecnologia da biomassa/biotecnologia industrial/química de renováveis/biomateriais/pré-tratamento de biomassas/produtos drop-in e não drop-in/ativos tecnológicos/química renovável/etanol/biometanol/biodiesel/resíduos e subprodutos da transformação/biofertilizantes/blocos construtores (Bio-build blocks)/desconstrução da biomassa/etanol de primeira geração/microalgas/aproveitamento de efluentes/biotecnologia microbiana/enzimas/etanol lignocelulósico/bioprodutos a partir de resíduos lignocelulósicos/cana-de-açúcar/cana energia/economia verde/aproveitamento da biomassa/biorefinaria/rota térmica/rota termoquímica/plantas industriais/agregação de valor/sistemas integrados sustentáveis
<b>Bioprodutos</b>	bioprodutos/produtos biológicos/bioinsumos/bioplásticos/biopolímeros/biopolímeros biodegradáveis/bioquerosene de aviação/produtos biotecnológicos/nanomateriais/biosubstitutos/biofármacos/biomateriais/biocosméticos/plantas medicinais/inoculantes
<b>Biorrefinarias</b>	agregação de valor/bioenergia/biochar/biocombustíveis/biodiesel/bioplásticos/biopolímeros/bioprodutos/resíduos lignocelulósicos/biosubstitutos/conversão de biomassa/etanol lignocelulósico/pirólise rápida/plantas industriais/química verde/química da biomassa/resíduos/rota termoquímica/rota térmica
<b>Desenvolvimento rural/territorial</b>	desenvolvimento rural/desenvolvimento territorial/mudança de uso da terra/arranjo produtivo local/logística/extensão rural/adequação ambiental/inteligência territorial/urbanização/emprego/desenvolvimento sustentável
<b>Economia circular</b>	economia circular/redução de desperdícios/redução de perdas/avaliação de ciclo de vida/capital natural/otimização de recursos/administração de estoques finitos/fluxos renováveis/agregação de valor/aproveitamento de resíduos/reciclagem/coprodutos/subprodutos/reaproveitamento sistemático/design regenerativo/economia de performance/cradle to cradle/ecologia industrial/biomimética/economia azul/biologia sintética/sustentabilidade
<b>Energia renovável</b>	energia renovável/bioenergia/agroenergia/biocombustíveis/energias alternativas/diversificação da matriz energética/etanol lignocelulósico/biodiesel/eficiência energética/cogeração
<b>Intensificação sustentável</b>	intensificação produtiva/intensificação sustentável/sistemas de produção integrados/intensificação do uso da terra/agricultura de baixo carbono/práticas conservacionistas/agroecologia/plantio direto/integração lavoura-pecuária/integração lavoura-pecuária-floresta/sistemas de produção agropecuários/sistemas conservacionistas/diversificação de culturas/produtos orgânicos/sistemas agroflorestais
<b>Mudanças climáticas</b>	mudanças climáticas/emissão de gases de efeito estufa/mitigação/adaptação às mudanças climáticas/culturas energéticas adaptadas à extremos climáticos/avaliações de impactos ambientais/pegada de carbono/análise de GEE/avaliação de ciclo de vida

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Bioeconomia – Agregação temática e conceitos	Conceito para buscas
<b>Segurança alimentar e nutricional</b>	segurança alimentar/segurança do alimento/segurança nutricional/sistemas alimentares/sistemas agroalimentares/alimentos saudáveis/saudabilidade do alimento/melhoramento genético/diversificação de culturas/sistemas de produção integrados/mudança de uso da terra/diversificação da produção/manejo integrado de pragas e doenças/avaliação e gestão de riscos/bioeconomia azul/alimentos funcionais/processamento de alimentos/prebióticos/biofortificação/nutracêuticos/agroindústria/aquicultura/agro-socio-biodiversidade/sustentabilidade da produção da agricultura familiar/cultivo protegido/sistemas agroflorestais/indústrias de alimentos/produtos orgânicos/agricultura orgânica/agroecologia/indicadores de saúde
<b>Uso/Conservação/Valorização de recursos naturais</b>	recursos naturais/água/solo/biodiversidade/recursos biológicos/recursos genéticos/bioprospecção/serviços ecossistêmicos/serviços ambientais/pagamento por serviços ambientais/manejo da fauna e flora/exploração sustentável/bancos de germoplasma/patrimônio genético/biofármacos/bio-materiais/bioremediação/fitoremediação/nanoremediação/recuperação de áreas degradadas/recuperação de solos/recuperação de recursos hídricos/habitats naturais/desmatamento/conservação do solo/conservação da água/remanescentes florestais/espécies ameaçadas de extinção/uso e ocupação do solo/poluição da água/poluição do solo/paisagem/biomas
<b>Biotecnologia</b>	biotecnologia microbiana/biotecnologia industrial/enzimas/etanol lignocelulósico/bioprodutos a partir de resíduos lignocelulósicos/cana transgênica/cana-energia/cultivares transgênicas/melhoramento genético/bioprospecção/bioprodutos/recursos biológicos/produtos biotecnológicos/nanotecnologia/bioremediação/biologia sintética
<b>Marco regulatório</b>	acordos internacionais/regulações/legislação/regras/normas/políticas públicas/governança
<b>Investimento</b>	investidores/capacidade instalada/recursos humanos/infraestrutura laboratorial/acesso ao capital de risco/mercado financeiro
<b>Mercado</b>	percepção do consumidor/modelos de negócio/planos de negócio/processos tecnológicos/bioprodutos/inserção nas cadeias produtivas/stakeholders/indicadores/custo de produção/viabilidade econômica/emprego

É importante destacar que toda essa análise e utilização de temas e termos é uma sugestão para discussão sobre o tema bioeconomia na Empresa. Entende-se que o conceito de bioeconomia tanto para a Embrapa quanto para o Mapa, e até para o Brasil, precisa ser discutido e delimitado com uma ampla gama de atores/instituições. Nos países em que já existe uma estratégia nacional, houve debate entre atores e instituições para se chegar a uma convergência sobre as principais áreas de atuação, objetivos a serem alcançados, áreas de pesquisa e planos de ação.

Esse exercício é uma abordagem que pode ser utilizada como referência quando a Empresa for demandada para essa discussão mais estratégica sobre o tema bioeconomia. O Ministério da Ciência Tecnologia e Inovações (MCTI) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) lançaram o projeto Oportunidades e Desafios da Bioeconomia (ODBio) que pretende constituir uma governança para articular as diversas iniciativas sobre o tema. Estão previstos vários workshops, e o objetivo é construir a estratégia nacional brasileira em bioeconomia (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2019).

## Resultados

A seguir, serão apresentados os resultados sobre os dados coletados por meio das consultas com as expressões apresentadas na Tabela 2. A Tabela 4 apresenta, para cada tema macro, o número de projetos levantados considerando a busca nesses dois campos.

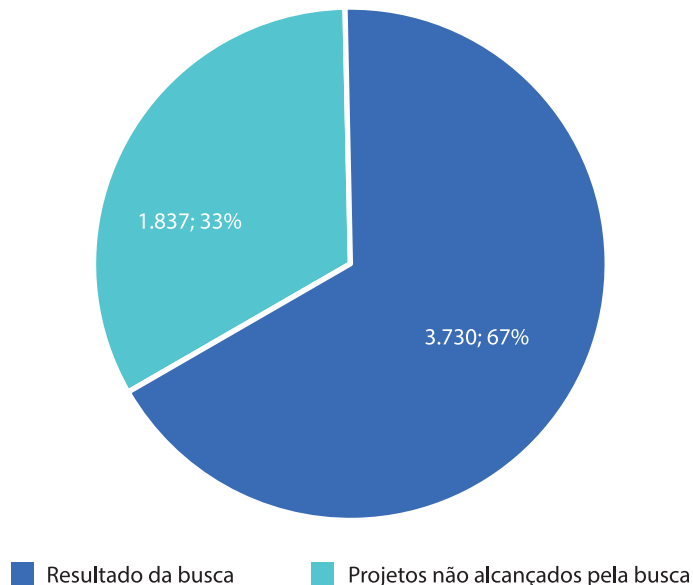
**Tabela 4.** Quantidade de resultados obtidos considerando a categoria “Pesquisa por campos específicos” e o total de 5.567 projetos, no repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão (SEG) acessados por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2007–2019).

Expressão <sup>(1)</sup>	Campo	Registros obtidos
1	Objetivo geral	2.135
	Resumo do projeto	2.199
2	Objetivo geral	2.675
	Resumo do projeto	2.744
3	Objetivo geral	2.568
	Resumo do projeto	2.571
4	Objetivo geral	1.410
	Resumo do projeto	1.413
5	Objetivo geral	900
	Resumo do projeto	910
6	Objetivo geral	1.814
	Resumo do projeto	1.865

<sup>(1)</sup> A coluna “Expressão” se refere ao conjunto de termos booleanos, empregados em campos específicos de projetos registrados na base do Ideare.



Observa-se que a estratégia de busca nos campos “Objetivo geral” e “Resumo do projeto”, com a categoria “Pesquisa por campos específicos”, retornou o total de 3.730 projetos (ou 67% dos dados mantidos na base SEG) (Figura 2).

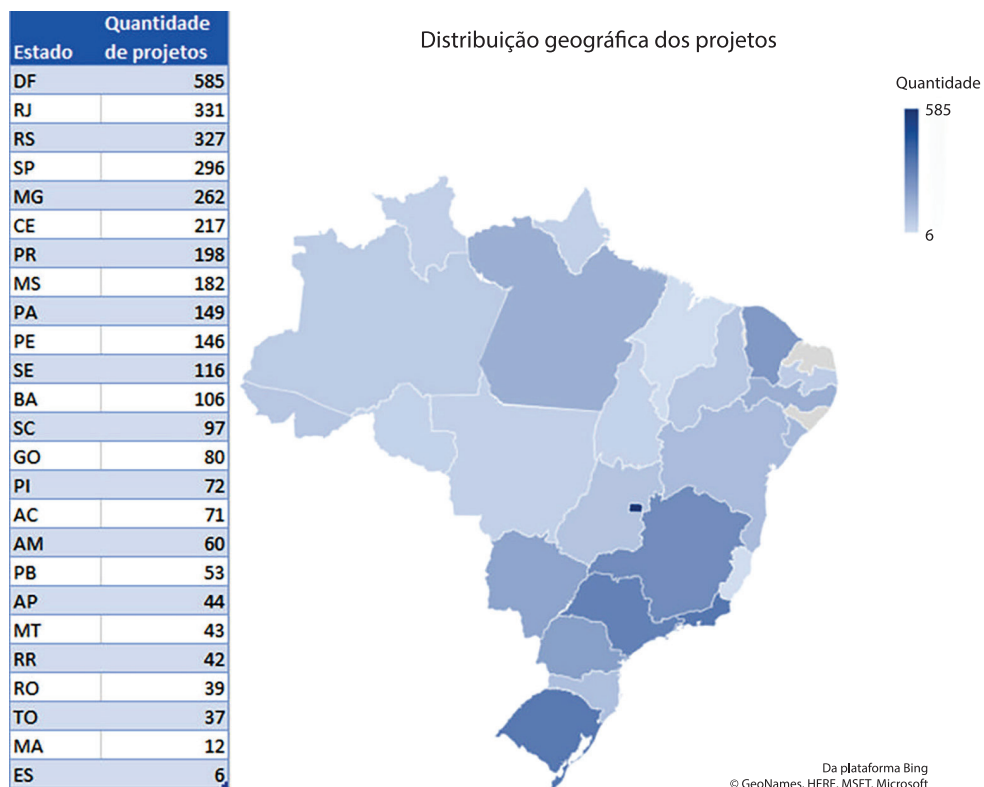


**Figura 2.** Compilação dos resultados qualitativos obtidos para a categoria “Pesquisa por campos específicos” no repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2007–2019).

Na Figura 3, está apresentada a distribuição geográfica dos projetos. É possível ver que o Distrito Federal detém o maior quantitativo de projetos, seguido dos estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo.

Na Figura 4, é apresentado o status de execução (no dia 27/9/2019) dos 3.730 projetos consultados. Observa-se que a grande maioria, 3.037 (81%), dos projetos encontra-se na categoria concluídos. Esses projetos foram executados entre o período de 2007 a 2019. Os demais 693 (19%) projetos em execução foram iniciados a partir de 2014.

Os 693 projetos em execução foram classificados, e foi considerada a implementação das mudanças ocorridas no SEG, no final de 2018. Nesse período, a programação de pesquisa da Empresa foi readequada para o modelo de



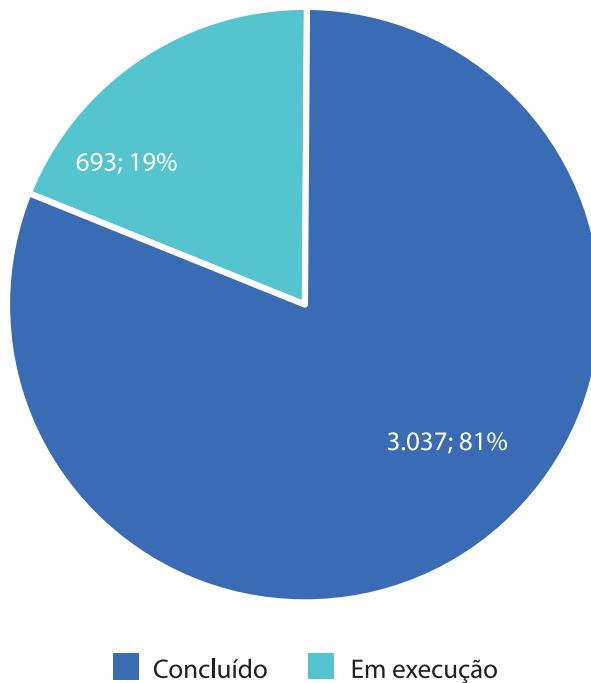
**Figura 3.** Distribuição geográfica dos projetos identificados no repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2007–2019).

inovação aberta, com o foco em produtos, seus níveis de maturidade tecnológico e suas inserções nos diversos mercados que a Embrapa alcança (Capdeville et al., 2017). Assim, a Empresa passou a tipificar seus projetos em quatro categorias, e essa nova nomenclatura é usada em detrimento à dos antigos macroprogramas, mantendo, contudo, a vinculação com o conjunto de portfólios<sup>12</sup> definidos em nível estratégico.

Dessa forma, a classificação dos quatro tipos de projetos é:

- Tipo I – Projetos de pesquisa e desenvolvimento.

<sup>12</sup> Portfólios de projetos – São instrumentos de apoio gerencial tático, com a finalidade de direcionar, promover, acompanhar e monitorar a programação de PD&I da Embrapa, definindo o escopo de atuação em alinhamento à estratégia organizacional definida no PDE.



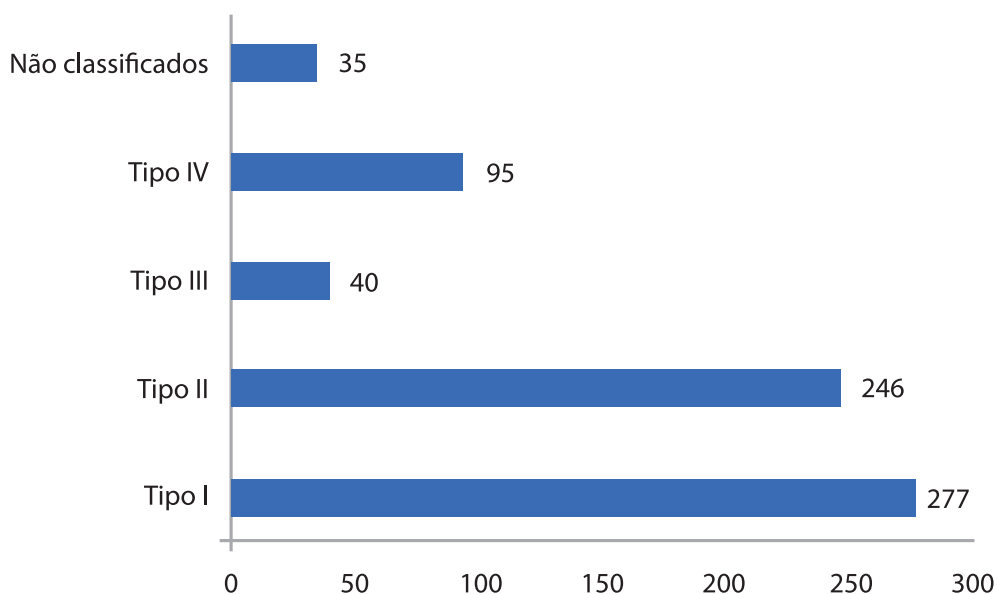
**Figura 4.** Distribuição dos projetos em situação de entrega “concluídos” e “em execução” no repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2007–2019).

- Tipo II – Projetos de desenvolvimento e validação.
- Tipo III – Projetos de inovação aberta com o setor produtivo.
- Tipo IV – Projetos de apoio à inovação; e o total de 34 portfólios, sendo que alguns exemplos são: carnes, café, serviços ambientais; energia, química e tecnologia da biomassa; inteligência, gestão e monitoramento territorial; sistemas de produção de base ecológica; entre outros.

Considerando esse contexto, a Figura 5 apresenta os projetos em execução, no período do recorte, classificados de acordo com os novos tipos de projetos do SEG.

Na Figura 5, observa-se que 95% dos projetos foram classificados nos novos tipos, sendo apenas 5% identificados como “Não classificados”. Isso significa que foi possível fazer a readequação da maioria dos projetos a esse novo modelo. Destaca-se que a predominância é de projetos de pesquisa e desenvolvimento (Tipo I: 277 projetos), normalmente caracterizados por serem projetos de indução tecnológica; e projetos de desenvolvimento e validação (Tipo II: 246 projetos), normalmente caracterizados por indução tecnológica e demanda de mercado.

A Figura 6 apresenta um infográfico que permite melhor visualização da correlação entre os resultados obtidos e palavras-chave que possam ser encontradas nos conceitos de bioeconomia (Tabela 1). O objetivo foi identificar quais as palavras-chave com maior frequência nos projetos da Embrapa, sendo uma primeira indicação de suas atuações principais.



**Figura 5.** Quantidade de projetos reclassificados segundo a nova classificação do SEG. Tipo I – Projetos de pesquisa e desenvolvimento; Tipo II – Projetos de desenvolvimento e validação; Tipo III – Projetos de inovação aberta com o setor produtivo; e Tipo IV – Projetos de apoio à inovação.



multifuncional; Produção e aproveitamento de biomassa; Química e tecnologia da biomassa; Bioprodutos e biorrefinarias; Energia renovável; Intensificação sustentável; Mudanças climáticas; Segurança alimentar e nutricional; Uso/ Conservação/Valoração de recursos naturais; e Biotecnologia. Dois temas não estavam na lista do projeto Focus: Sanidade e Agricultura digital. Esses temas foram incluídos, pois vieram a partir da busca realizada no Quaesta, utilizando os termos apresentados na Tabela 2. Entendemos que, embora sejam temas que não têm a bioeconomia no seu cerne, apresentaram alguns subtemas relacionados e, portanto, merecem ser analisados. Em relação à apresentação dos temas por localização das Unidades Descentralizadas (UDs)<sup>13</sup> que os lideram, observa-se que a Embrapa trabalha em rede, portanto, essa localização é uma primeira ideia de onde os temas estão sendo “puxados”. Essa informação pode ajudar a definir projetos para cobrir possíveis lacunas e intensificar parcerias. A seguir, serão apresentados os resultados para cada um dos temas.

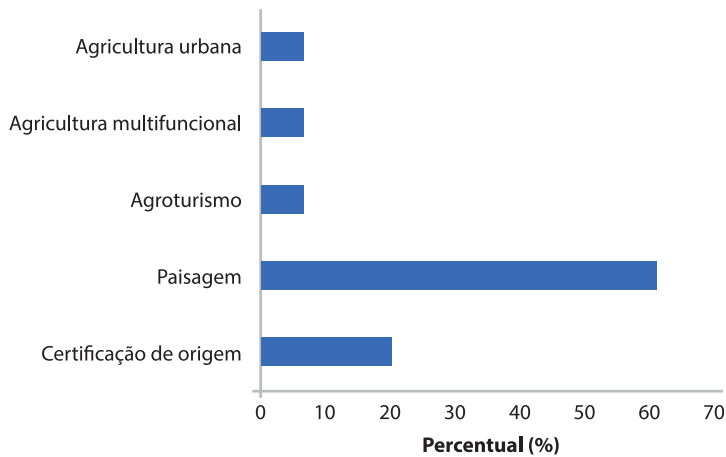
O primeiro tema é Agricultura multifuncional, e, de acordo com a Tabela 3 baseado no levantamento do projeto Focus (Jesus et. al., 2018), os termos relacionados a esse tema são: agricultura multifuncional, multifuncionalidade, agroturismo, turismo rural, denominação de origem controlada, certificação de origem e paisagem.

Da leitura dos títulos dos projetos, foram levantados 15 projetos dentro do tema Agricultura multifuncional; e, dentre esses 15 projetos, os termos mais frequentes foram: certificação de origem, paisagem, agroturismo, agricultura multifuncional e agricultura urbana. As Figuras 7 e 8 mostram o percentual de projetos por subtemas e a localização geográfica da liderança desses projetos, respectivamente. As certificações são um instrumento de informação sobre o produto e, em geral, valorizam a biodiversidade local e agregam valor aos produtores. No caso do turismo rural, alguns países já apresentam como um setor de serviços da bioeconomia, como é o caso, por exemplo, da Noruega com o seu turismo baseado na natureza (Ruralis, 2020).

Ao se analisar os subtemas, dados pelos termos dentro do tema Agricultura multifuncional, percebe-se um número maior de projetos sobre certificação de origem (Figura 7).

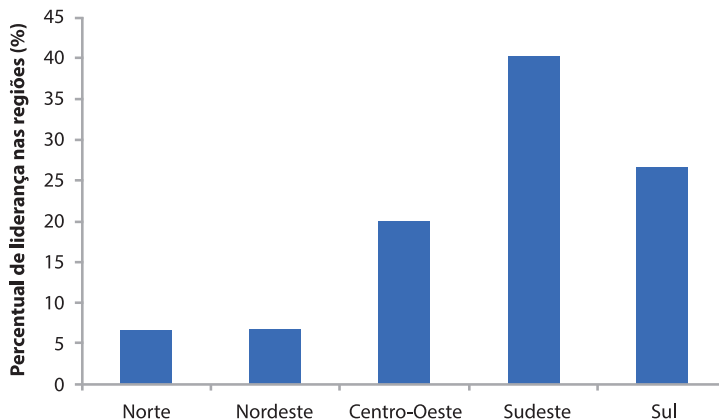
Na análise espacial, considerando a liderança do projeto e onde a UD está localizada, percebe-se que a região Sudeste possui 40% da liderança dos projetos, seguida das regiões Sul e Centro-Oeste.

<sup>13</sup> São as 43 Unidades de pesquisa da Embrapa, localizadas em todas as regiões do Brasil.



**Figura 7.** Subtemas dos projetos de agricultura multifuncional.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).



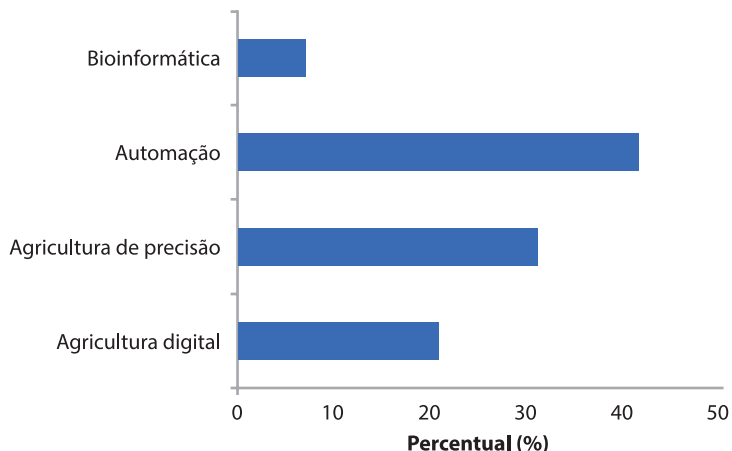
**Figura 8.** Localização geográfica da liderança dos projetos de agricultura multifuncional.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

O segundo tema é Agricultura digital que, embora não esteja claramente ligado à bioeconomia, pode ser visto como um instrumento que poderá ser utilizado dentro da bioeconomia. Para esse tema, 31 projetos surgiram da busca ao Quaesta. Após a leitura de seus títulos e, em alguns casos, também do objetivo geral, chegou-se a quatro subtemas: Bioinformática, Automação, Agricultura de precisão e Agricultura digital.

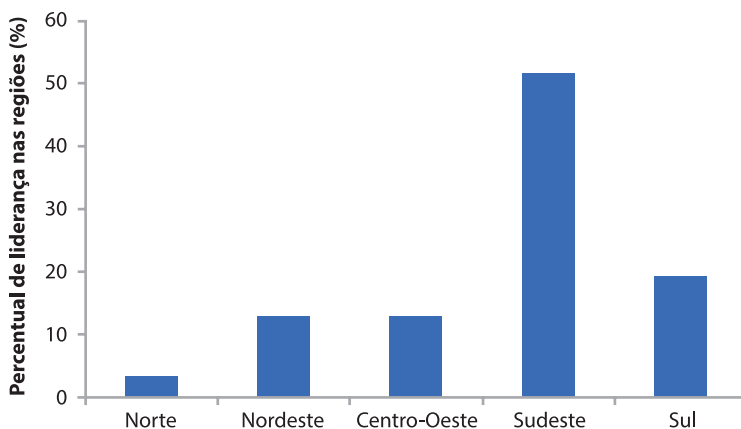
Quando se analisa os subtemas, destacam-se os projetos em automação e agricultura de precisão (Figura 9).

Por fim, quando se observa a localização geográfica da liderança dos projetos, a região Sudeste se destaca com mais de 50% dos projetos, seguida da região Sul com 20% (Figura 10).



**Figura 9.** Subtemas dos projetos de agricultura digital.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).



**Figura 10.** Localização geográfica da liderança dos projetos de agricultura digital.

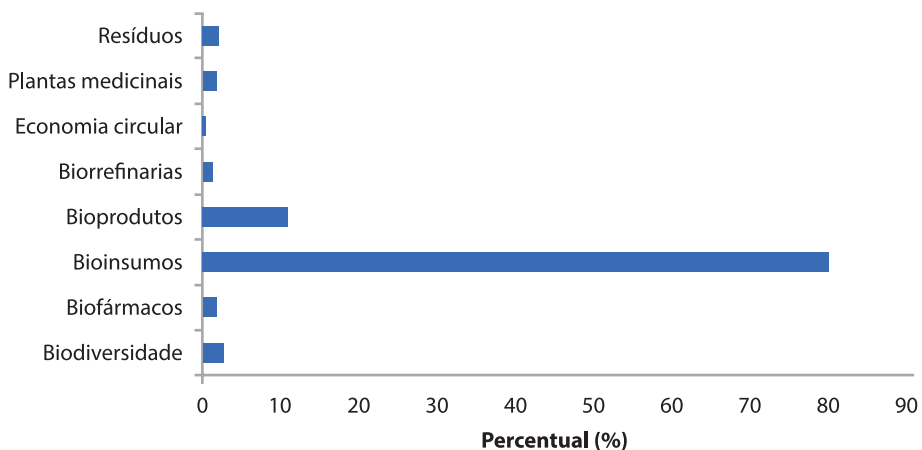
Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).



O terceiro tema apresentado é Bioprodutos e biorrefinarias. Nesse caso, optou-se por juntar os dois temas, pois não havia um grande número de projetos que mencionava biorrefinarias no título. Na Tabela 3, estão os termos que foram utilizados na classificação dos projetos.

Os termos/subtemas que surgiram com mais frequência foram Resíduos, Plantas medicinais, Economia circular, Biorrefinaria, Bioprodutos, Bioinsumos, Biofármacos e Biodiversidade. Foram levantados e classificados 230 projetos dentro desse tema e dos subtemas mencionados.

Com relação aos subtemas que mais apareceram, há um grande destaque para Bioinsumos, com quase 80% dos projetos, seguido de Bioprodutos. Talvez o fato de a Embrapa estar muito ligada ao setor agropecuário, em comparação com a indústria, seja uma explicação. Também é importante lembrar que essa é uma classificação baseada nos títulos dos projetos e pode ter havido um viés na leitura. Esses são pontos que devem ser considerados, ao se analisar a Figura 11.

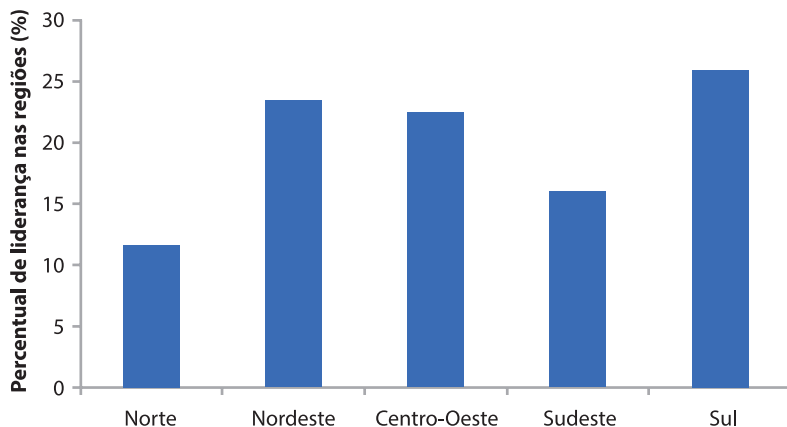


**Figura 11.** Subtemas dos projetos de bioprodutos e biorrefinarias.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

Conforme já mencionado, essa é apenas uma base para discussão maior na Empresa. Sempre haverá dúvidas sobre o que é bioeconomia e o que não é bioeconomia. O interessante é que sejam definidos os elementos que devem estar presentes quando estamos falando de bioeconomia, e esses elementos precisam ser definidos e validados por um grupo maior de especialistas.

Com relação à localização geográfica da liderança dos projetos, o destaque ficou para a região Sul, com 26% dos projetos, seguido do Nordeste e Centro-Oeste (Figura 12).



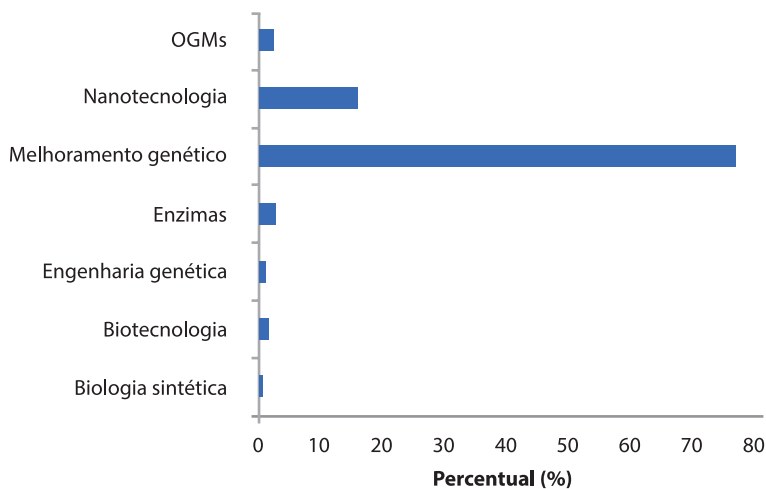
**Figura 12.** Localização geográfica da liderança dos projetos de bioproductos e biorrefinarias.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

O quarto tema é Biotecnologia, e foram levantados 367 projetos com esse tema. Com relação aos termos, o projeto Focus havia levantado termos relacionados ao tema Biotecnologia, conforme apresentado na Tabela 3. Durante a leitura dos títulos dos projetos, os termos que mais apareceram foram: biologia sintética, biotecnologia, engenharia genética, enzimas, melhoramento genético, nanotecnologia e organismos geneticamente modificados.

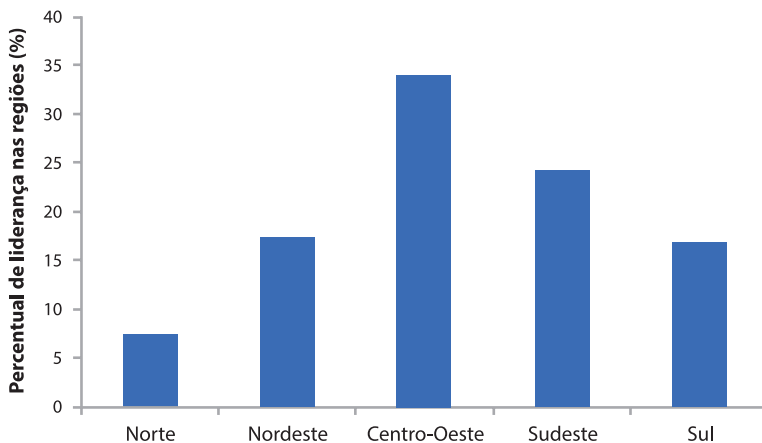
A análise dos projetos confirmou como maior expertise da Empresa a área de Melhoramento genético, com mais de 70% dos projetos, seguido do tema Nanotecnologia (Figura 13). Mais uma vez, lembramos que essa é uma primeira sugestão, e que a discussão se Melhoramento genético é bioeconomia será sempre válida. Um elemento que pode ser utilizado para caracterizar é, por exemplo, se o melhoramento propicia uma diminuição na utilização de insumos fósseis. Um outro argumento é o fato de que outros países, por exemplo, a Alemanha, incluem na sua agenda de pesquisa em bioeconomia o tema Melhoramento genético.

Por fim, a Figura 14 mostra a localização geográfica da liderança dos projetos de Biotecnologia, e a região Centro-Oeste é responsável pela liderança de 34% dos projetos, seguida da região Sudeste com 24%.



**Figura 13.** Subtemas dos projetos de biotecnologia.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).



**Figura 14.** Localização geográfica da liderança dos projetos de biotecnologia.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

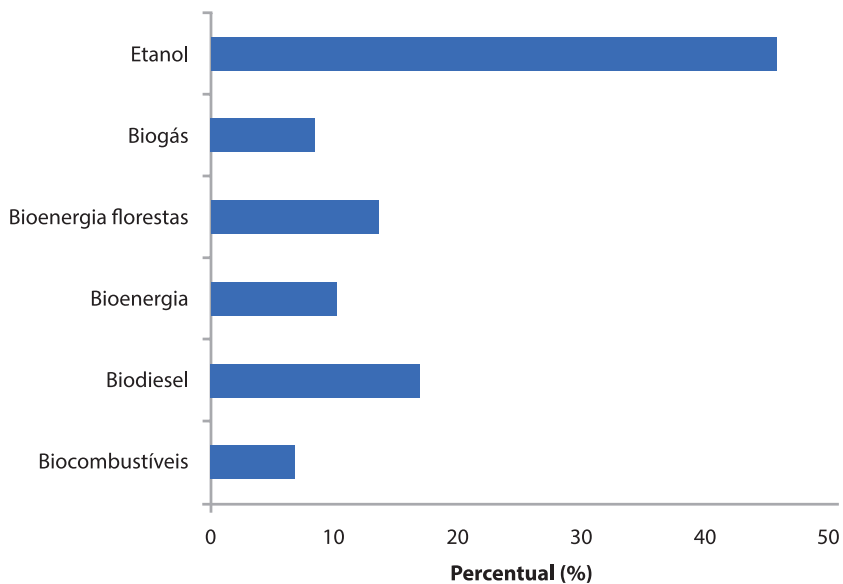
O quinto tema que surgiu nos levantamentos foi Energia renovável. Seguindo os termos da Tabela 3, utilizados para classificar os projetos, foram considerados: etanol, biodiesel, bioenergia, biocombustíveis. E, os termos biogás e bioenergia florestas, que não estavam na Tabela 3, foram incluídos, com o objetivo de destacar os projetos que deixavam esse tipo de bioenergia mais evidente.

Para os subtemas dentro de Energia renovável, o maior destaque foi para o número de projetos em etanol, com 45% dos projetos. A liderança que o Brasil possui no desenvolvimento do etanol, as políticas existentes, a mistura de 27% de etanol anidro na gasolina e, mais recentemente, o Renovabio são incentivadores de pesquisas para o desenvolvimento de etanol a partir de outras biomassas. Em segundo lugar, em números de projetos, está o biodiesel. Assim como o etanol, há também uma regulamentação para mistura obrigatória de 11% de biodiesel no diesel fóssil. Esse aumento de 11% ocorreu em agosto de 2019. Posteriormente, em setembro de 2020, houve um novo aumento para 12% da mistura de biodiesel, no entanto, no mês seguinte, foi necessária uma redução para 10% da mistura, pois não havia biodiesel suficiente para atender à demanda para a mistura. Essa situação deixa explícita a necessidade de diversificação de matérias-primas na produção de biocombustíveis, para, por exemplo, evitar a dependência de uma única fonte para atender à demanda. A Figura 15 mostra também que a parte de pesquisa de bioenergia a partir da biomassa de florestas possui 13% dos projetos. Conforme mencionado, os incentivos para maior produção e uso de biocombustível poderão se traduzir em aumento de pesquisas e projetos.

Com relação à localização dos projetos de Energia renovável, a região Centro-Oeste se destaca, com 52% dos projetos (Figura 16).

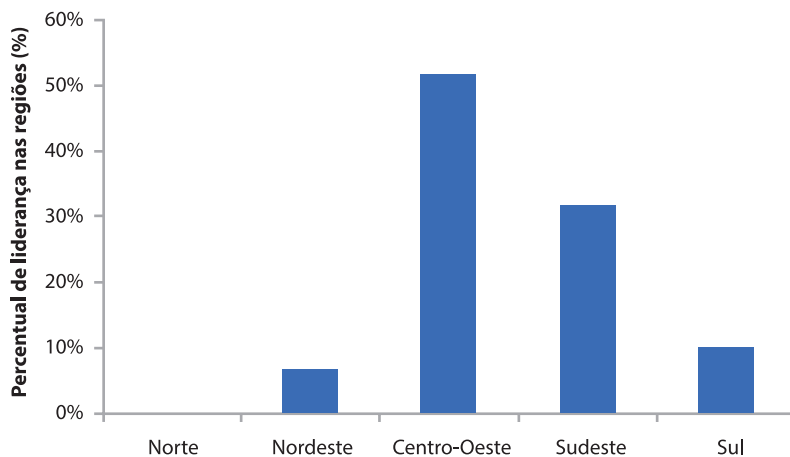
Essa liderança de projetos na região é natural, já que a Embrapa Agroenergia se localiza na região Centro-Oeste, e um de seus mandatos é a pesquisa em bioenergia. A segunda região com maior número de projetos é a região Sudeste, com 32% deles. Como é uma grande região produtora de cana-de-açúcar e etanol, também é natural que possua vários projetos sobre o tema.

O tema seguinte que surgiu no levantamento de projetos foi Intensificação sustentável. Dentro desse tema, espera-se que estejam pesquisas que incrementem a produção, com menor uso de insumos fósseis, maior produtividade por área plantada e menores emissões. Foram 345 projetos que ficaram dentro dessa classificação. O total de termos utilizados para classificar os projetos foi sete, sendo



**Figura 15.** Subtemas dos projetos de energia renovável.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).



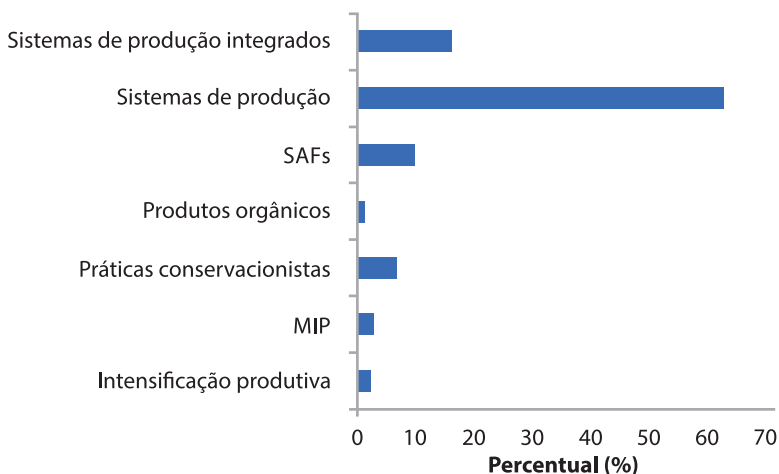
**Figura 16.** Localização da liderança dos projetos de energia renovável.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

seis apresentados da Tabela 3: sistemas de produção integrados, sistemas de produção agropecuários, sistemas agroflorestais (SAFs), produtos orgânicos, práticas conservacionistas, manejo integrado de pragas (MIP) e intensificação produtiva. Além dos seis termos da Tabela 3, incluiu-se também sistemas de produção.

É importante destacar a grande quantidade de projetos sobre intensificação sustentável, 345, que se pode explicar pelo fato de a Embrapa estar sempre bastante ligada ao setor produtivo agropecuário. Para a bioeconomia, é importante que haja uma maior conexão entre o setor agropecuário e a indústria, seja ela a agroindústria ou a indústria de produtos químicos, medicamentos, etc. Há necessidade de uma visão ampliada, ou seja, deixar de ter uma visão apenas do setor agropecuário e passar a uma visão de um setor dentro de uma grande cadeia, com conexões com diversas indústrias/setores.

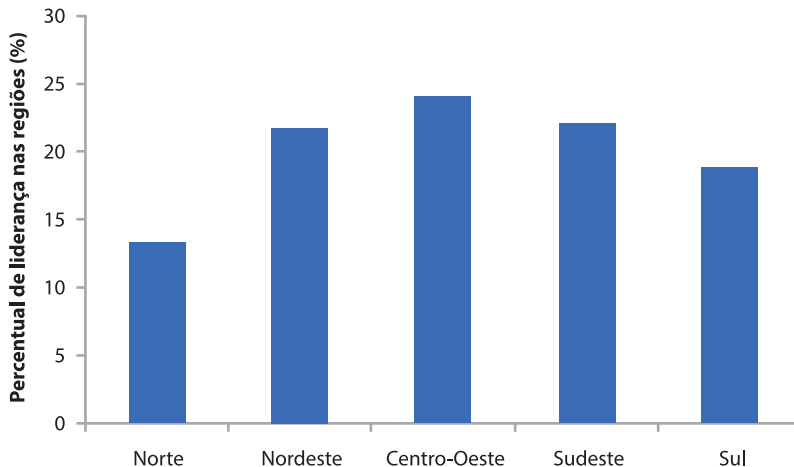
Em relação aos subtemas, há um grande destaque para Sistemas de produção, com mais de 60% de projetos (Figura 17). Mais uma vez pode-se questionar em que medida projetos sobre sistemas de produção estão dentro da bioeconomia. Esse é um questionamento válido e é preciso um debate para definir que tipo de pesquisa e desenvolvimento possui elementos da bioeconomia. Há necessidade de um entendimento de elementos importantes, ou seja, sistemas de produção que levem a uma menor utilização de insumos fósseis, maior utilização de resíduos, menor emissão de gases de efeito estufa, dentre outros.



**Figura 17.** Subtemas dos projetos de intensificação sustentável.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

A localização geográfica dos projetos está de certa forma bem distribuída ao longo das regiões brasileiras, como mostra a Figura 18. O Centro-Oeste possui 24% da liderança dos projetos, seguido de Nordeste e Sudeste com 22%, Sul, 19%, e a região Norte é a que possui menor percentual, 13%.



**Figura 18.** Localização geográfica da liderança dos projetos de intensificação sustentável.

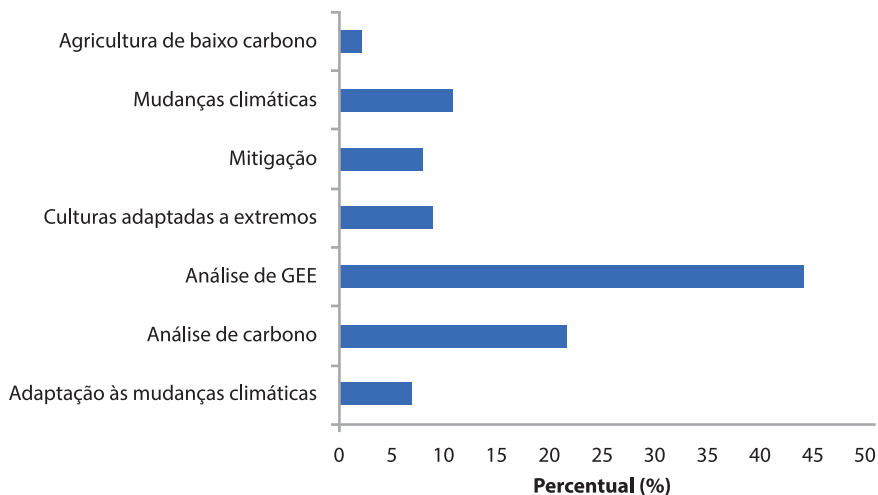
Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

O tema Mudanças climáticas está bastante relacionado à bioeconomia, já que esta é vista como um novo paradigma de produção, que procura diminuir o uso de insumos de base fóssil, e utiliza conhecimento, ciência e inovação para o desenvolvimento de novos produtos. As preocupações com as mudanças climáticas e a utilização dos recursos naturais são um pano de fundo da estratégia de bioeconomia em vários países.

O número de projetos com o tema Mudanças climáticas, no período de 2010 a 2019, foi equivalente a 104. Como esse é um tema de extrema importância para o País, para as gerações futuras, e para o mundo, espera-se que haja um aumento de projetos que procurem soluções tecnológicas que contribuam para a adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

Com relação aos subtemas que se destacaram estão: Agricultura de baixo carbono, Mudanças climáticas, Mitigação, Culturas adaptadas a extremos, Análise

de gases de efeito estufa, Análise de carbono, Adaptação às mudanças climáticas. O subtema com maior número de projetos foi Análise de gases de efeito estufa (GEE), com 43% dos projetos, explicado pelo fato de que a questão das emissões de gases é central dentro do tema Mudanças climáticas (Figura 19).



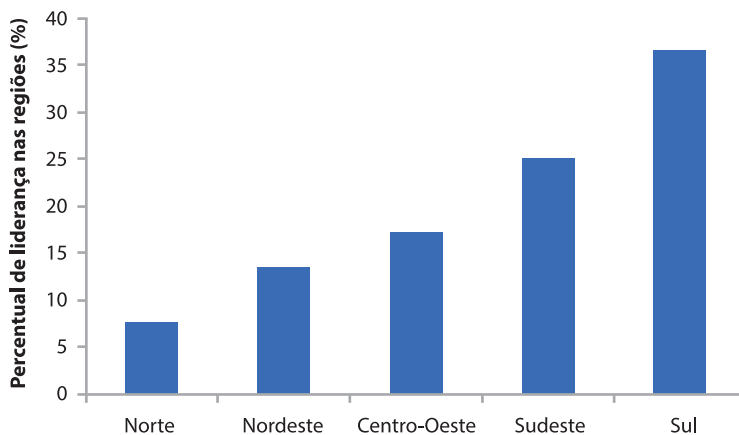
**Figura 19.** Subtemas dos projetos de mudanças climáticas.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

A localização geográfica dos projetos, apresentada na Figura 20, mostra que, a medida que se vai mais ao Sul do País, o número de projetos aumenta. A região Sul lidera 37% dos projetos, seguida das regiões Sudeste e Centro-Oeste com 25% e 17%, respectivamente.

O tema Produção e aproveitamento de biomassa apresentou um viés para a utilização de resíduos. Provavelmente, na classificação dos projetos, muitos que poderiam ser classificados como produção e aproveitamento de biomassa podem ter sido incluídos em Energia renovável, Química e tecnologia e até Uso e conservação de recursos naturais, pois muitas vezes uma biomassa mais típica de uma região pode ter sido caracterizada como Biodiversidade, que foi um subtema que ficou dentro do tema Uso, conservação e valoração de recursos naturais. Dentro desse tema, foram considerados apenas dois subtemas: Resíduos e Biomassa. O número de projetos dentro desse tema foi equivalente a 54. Importante apontar que a utilização de resíduos, coprodutos é a base da





**Figura 20.** Localização geográfica da liderança dos projetos de mudanças climáticas.

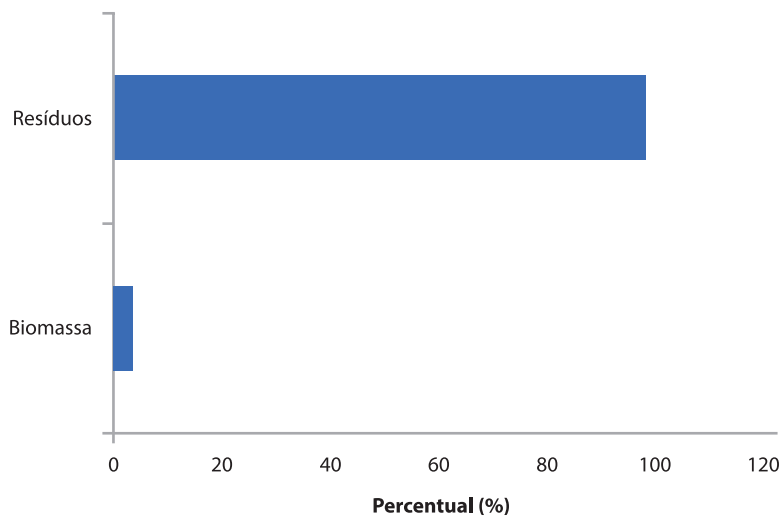
Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

economia circular, e tem sido um conceito bastante discutido recentemente. Destaca-se a revisão da estratégia da União Europeia que traz esse conceito e reforça a necessidade de diminuição de perdas e aproveitamento de resíduos. Há uma expectativa de que a utilização dos resíduos/coprodutos seja incorporada, contribuindo para o desenvolvimento da bioeconomia circular. Caso essa preocupação também se confirme no Brasil, espera-se que projetos dentro desse tema sejam valorizados. Mais uma vez é uma ideia holística de bioeconomia, pensando em diferentes setores e na produção de vários produtos. Ou seja, os resíduos agrícolas (do setor agropecuário) poderão ter parte sendo utilizada para a produção de energia, outras partes podem ser aproveitadas (diretamente ou após tratamento) como fertilizantes, por exemplo.

A Figura 21 aponta que foram dois os principais subtemas dentro dos projetos: Resíduos com 96% dos projetos e Biomassa com 4%.

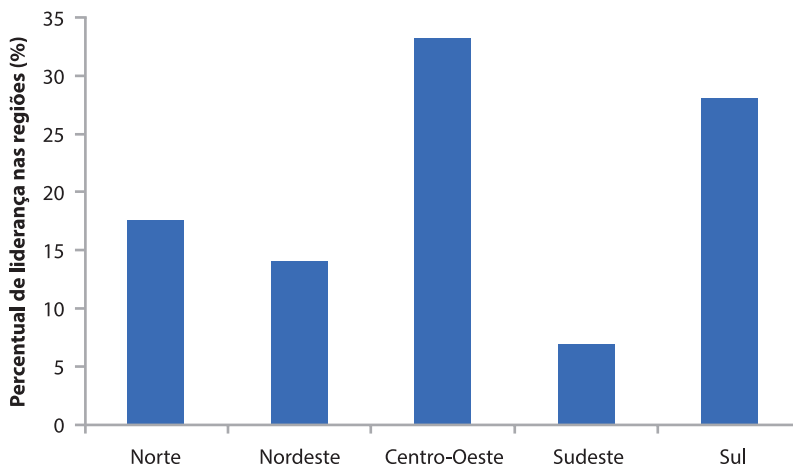
Essa classificação certamente poderá ser revista, e o tema Produção e aproveitamento de biomassa pode ser melhor representado. Conforme já mencionado diversas vezes, essa classificação é uma sugestão para discussão e aperfeiçoamento dentro de um debate maior, com os diversos pesquisadores da Empresa e seus parceiros.

De acordo com a Figura 22, as regiões que possuem o maior número de projetos são as regiões Centro-Oeste e Sul, com 33% e 28%, respectivamente.



**Figura 21.** Subtemas dos projetos de produção e aproveitamento de biomassa.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

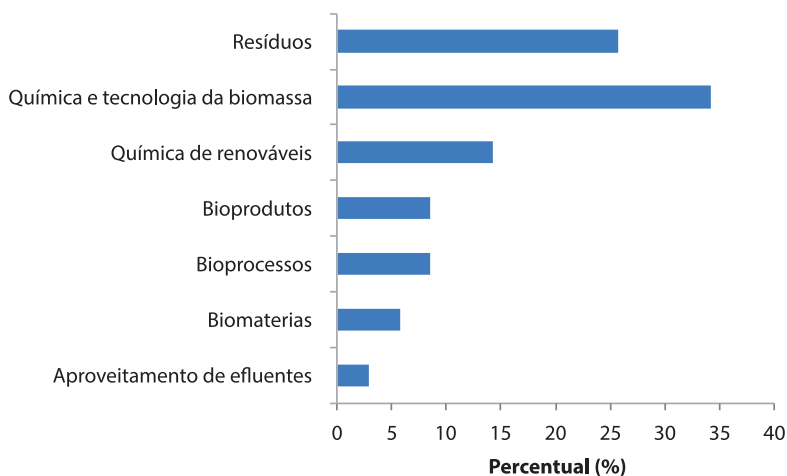


**Figura 22.** Localização geográfica da liderança dos projetos de produção e aproveitamento de biomassa.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

O próximo tema identificado nos projetos levantados foi Química e tecnologia da biomassa. Esse é um tema bastante importante dentro da bioeconomia, é um tema que faz a ligação entre os setores de forma mais clara que os demais e pode ser considerado como um dos núcleos da bioeconomia. Havia uma série de termos que poderiam ter sido utilizados para classificação, conforme a Tabela 3. Percebe-se que alguns subtemas também estão presentes em outros temas. Optou-se por classificar de acordo com sete subtemas que apareceram com maior frequência ao se analisar os títulos dos projetos: Resíduos, Química e tecnologia da biomassa, Química de renováveis, Bioprodutos, Bioprocessos, Biomateriais, Aproveitamento de efluentes.

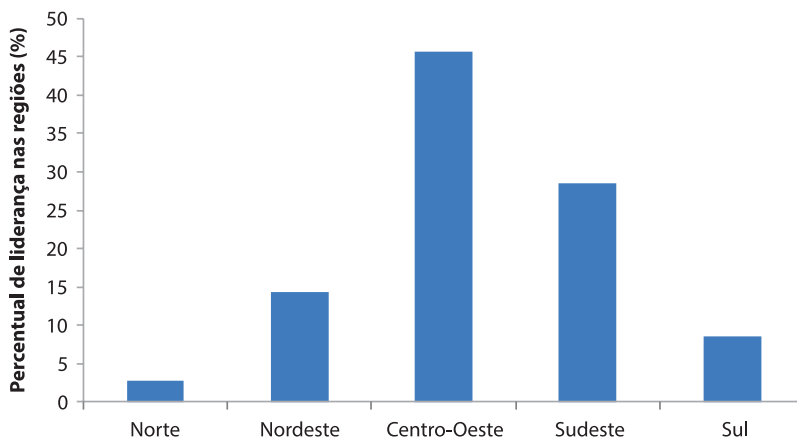
A Figura 23 apresenta a classificação dos projetos em subtemas. Há um subtema Química e tecnologia da biomassa que é responsável por 34%, seguido por Resíduos, com 26%, e Química de renováveis com 14%. Percebe-se que também há projetos que utilizam Resíduos, como no tema anterior, mas, nesse caso, a parte de processamento e da área de química teve um peso maior, por isso estão incluídos dentro desse tema.



**Figura 23.** Subtemas dos projetos de química e tecnologia da biomassa.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

A região com maior liderança de projetos foi a região Centro-Oeste, seguida da Sudeste e Nordeste, com 46%, 29% e 14%, respectivamente (Figura 24).



**Figura 24.** Localização da liderança dos projetos de química e tecnologia da biomassa.

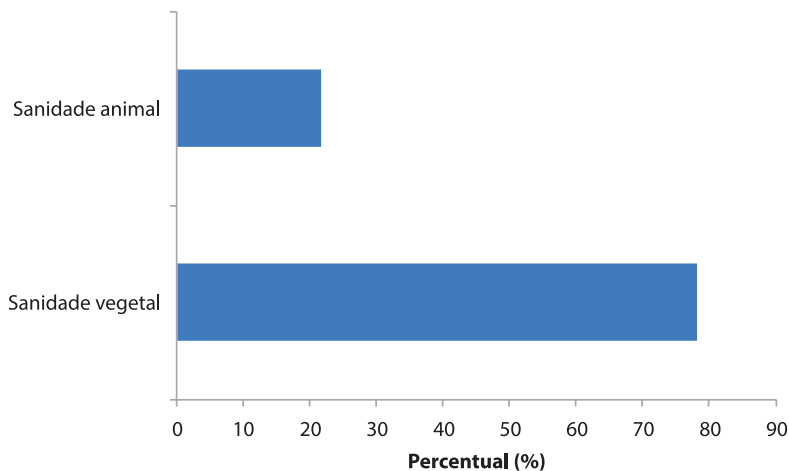
Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

O MCTI possui uma série de linhas de pesquisa em bioeconomia alinhadas aos projetos da Embrapa, ou seja, há possibilidade de parcerias com o MCTI, a indústria e outros institutos de pesquisa. Havendo um direcionamento maior de uma estratégia nacional de país, esse tema certamente ocupará um espaço importante na agenda de pesquisa nacional. Reconhecer os atores e possíveis parceiros e efetivar essas parcerias é fundamental para alavancar a bioeconomia.

Entre os projetos que vieram no levantamento inicial, ou seja, aqueles levantados com os termos utilizados na Tabela 1 e as expressões da Tabela 2, há vários que tratam de sanidade animal e vegetal. Mais uma vez pode-se questionar se sanidade é bioeconomia. Se formos analisar o caso de sanidade vegetal, considerando que as pesquisas desenvolvidas resultam em ciência e soluções tecnológicas que levam a um menor uso de pesticidas, inseticidas, etc., certamente há um relacionamento entre as pesquisas para sanidade vegetal e a bioeconomia. Com relação ao número de projetos, foram levantados 202 projetos.

O tema Sanidade é fundamental, principalmente quando se considera que o Brasil é um dos maiores produtores de alimentos e precisa garantir alimentos seguros para os mercados doméstico e internacional. Também é importante que haja uma compreensão sobre a ligação de sanidade e bioeconomia, novamente pensando em parcerias e fontes de financiamento.

Dentro desse tema, optou-se por deixar apenas dois subtemas mais amplos que são Sanidade animal e Sanidade vegetal. De acordo com a Figura 25, 78% dos projetos são sobre Sanidade vegetal e 22% sobre Sanidade animal.



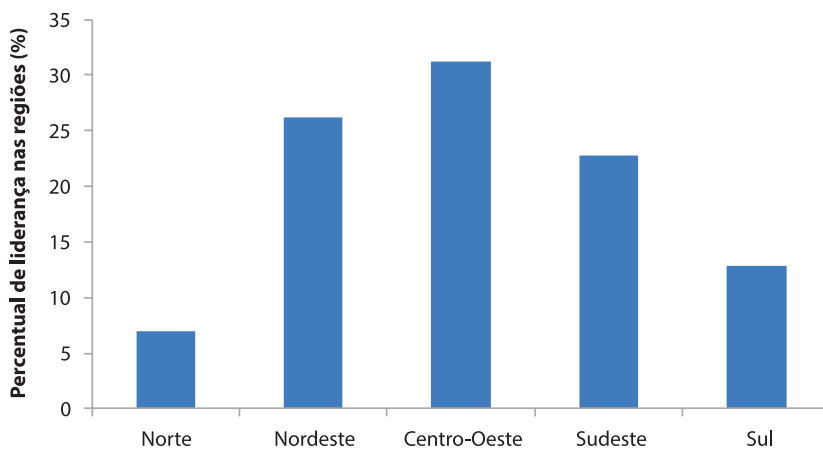
**Figura 25.** Subtemas dos projetos de sanidade.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

Com relação à Sanidade animal, esse é um tema que merece maior debate e estaria incluído, inclusive, na discussão de como os animais entram na bioeconomia. Em geral, discute-se a biomassa vinda das plantas ou resíduos (tanto de biomassa, quanto de agroindústria, domicílios, etc.) quase que exclusivamente. Pouca atenção é dada à cadeia animal nesse tema.

Pode-se pensar que há necessidade de pesquisa para uma produção de proteína mais sustentável, por exemplo, com a intensificação da pecuária, que estaria trazendo benefícios para a bioeconomia. Há também estudos sobre a utilização de dejetos de animais e produção de bioenergia. Outra possibilidade de pesquisa e uso dos animais na bioeconomia é a biomimética. Um exemplo de como se pode aprender a partir dos animais é o da extração da celulose, que é um dos componentes de grande interesse para as biorrefinarias. Alguns animais são capazes de processar madeira e poderiam ser utilizados como inspiração para métodos de processamento (NNFCC, 2019). Percebe-se que esse subtema poderá levar a muitos debates para se chegar a um recorte mais relacionado à bioeconomia.

Em relação à localização dos projetos, a Figura 26 aponta que a região de maior destaque é o Centro-Oeste, seguido do Nordeste e Sudeste, com 31%, 26% e 23% de participação, respectivamente.



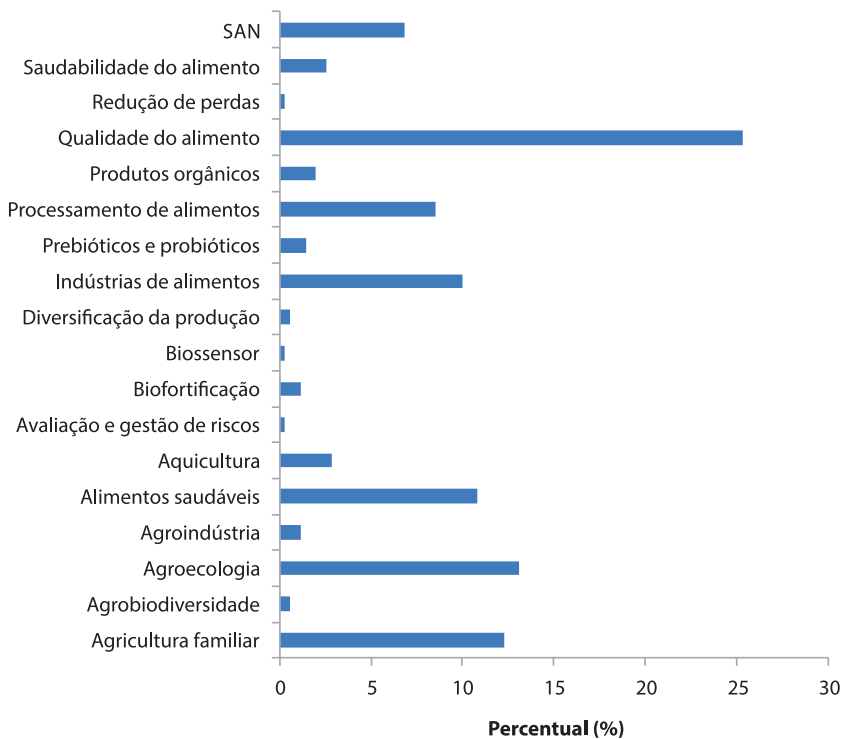
**Figura 26.** Localização da liderança dos projetos de sanidade.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

Os próximos dois temas são bastante amplos e podem gerar dúvida sobre sua inclusão dentro da bioeconomia. São eles: Segurança alimentar e nutricional e Uso, conservação e valoração de recursos naturais. Serão apresentados os dados como nos demais temas para reflexão de como fazer essa relação com a bioeconomia.

Começando com o tema Segurança alimentar e nutricional (SAN), esse é, na verdade, um grande driver da bioeconomia. Quando se analisam as diversas estratégias nacionais sobre bioeconomia, uma das primeiras preocupações é a segurança alimentar. Ou seja, como alimentar uma população crescente dado os recursos naturais escassos? O novo paradigma da bioeconomia traz essa preocupação de como produzir mais, de forma eficiente e sustentável. Diante desse questionamento, fica difícil não se considerar esse tema dentro da bioeconomia. Mais uma vez destaca-se que é importante enxergar esse tema de forma mais holística, ou seja, produzem-se alimentos, por exemplo, utilizando menos recursos fósseis, emitindo menos gases, reaproveitando os resíduos; enfim, no desenvolvimento da bioeconomia é preciso considerar sempre mais de um elemento. São 351 projetos com esse tema.

Como esse é um tema que inclui uma série de subtemas, optou-se, na Figura 27, por apresentar os vários subtemas que surgiram a partir da leitura dos projetos. Destaca-se o subtema Qualidade do alimento, pois apresentou o maior número de projetos. Outros subtemas que também apresentaram maior participação foram: Agroecologia, Alimentos saudáveis, Agricultura familiar, Indústrias de alimentos, Processamento de alimentos e SAN.

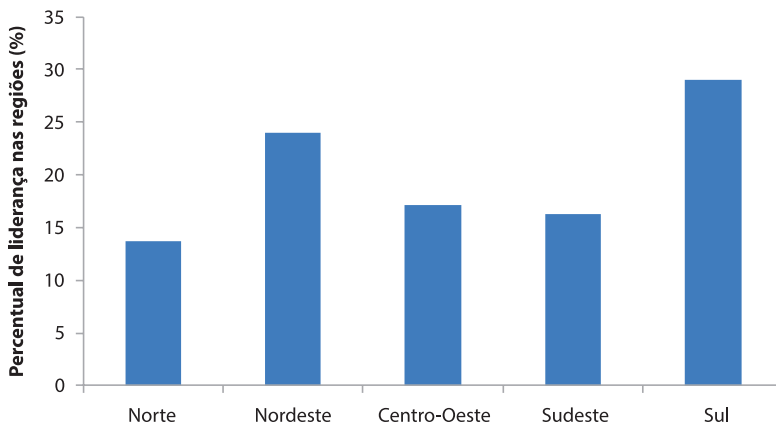


**Figura 27.** Subtemas dos projetos de segurança alimentar e nutricional.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

A localização da liderança desses projetos está principalmente no Sul e no Nordeste, com 29% e 24% dos projetos, respectivamente (Figura 28). As outras três regiões possuem aproximadamente a mesma participação, talvez significando que esse é um tema que a Empresa tem procurado trabalhar em todas as regiões. Como esse é um problema que ainda está para ser resolvido no mundo, espera-se que haja ainda um grande número de projetos a serem desenvolvidos. É preciso que os elementos da bioeconomia possam ser cada vez mais incorporados nas

pesquisas, para que o resultado se amplie nos diferentes setores, beneficiando ainda mais a sociedade.



**Figura 28.** Localização da liderança dos projetos de segurança alimentar e nutricional.

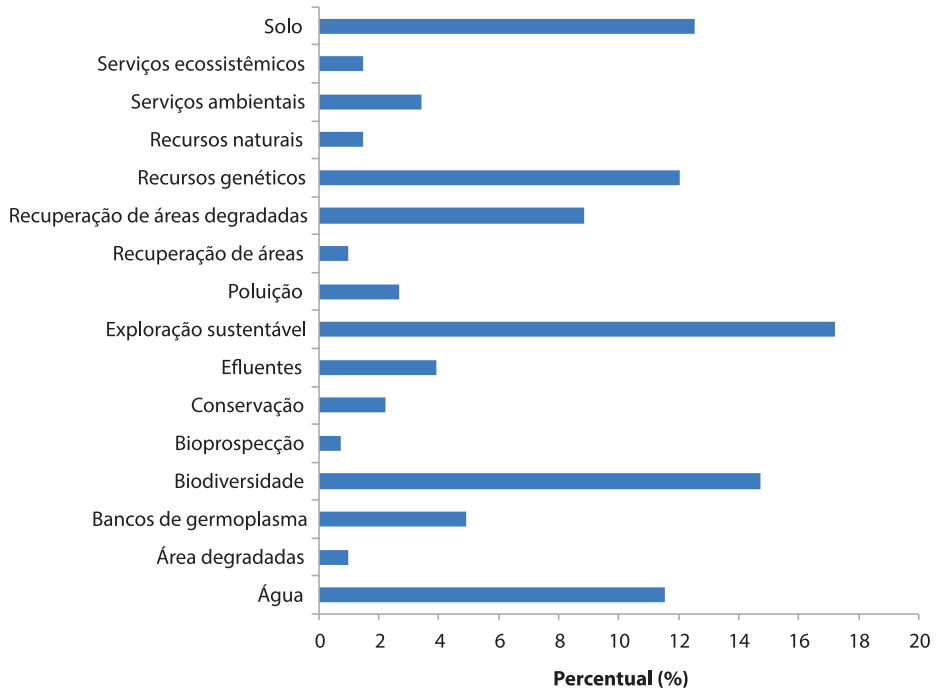
Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

Por fim, o último tema que é Uso, conservação e valoração de recursos naturais também agrega vários subtemas. Como no tema anterior, é preciso identificar quais são os elementos que fazem uma aproximação com a bioeconomia. Ao todo, foram levantados 435 projetos.

Entre os temas, foram identificados 16 subtemas (Figura 29). Os subtemas com maior número de projetos foram Exploração sustentável, Biodiversidade, Solo, Recursos genéticos e Água. Percebe-se que estão incluídos recursos extremamente importantes para o desenvolvimento da bioeconomia. É importante que estejam realmente relacionados, ou seja, estão tratando da produção (já que a bioeconomia é economia), ou da recuperação de recursos para que esses possam, num futuro, também ser aproveitados, considerando-se sempre os três pilares da sustentabilidade.

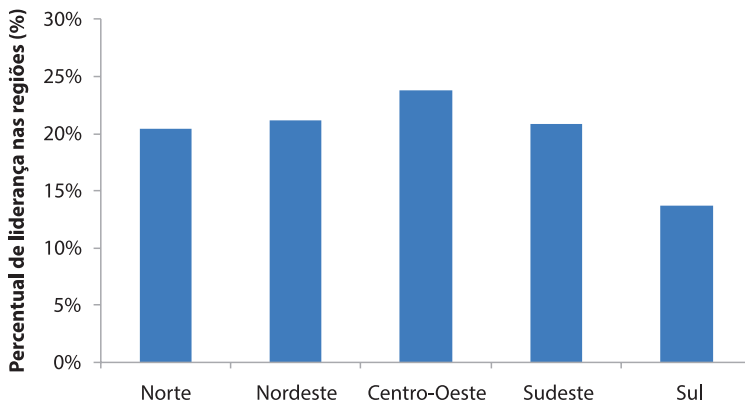
Com relação à localização da liderança dos projetos, a Figura 30 mostra que a região Centro-Oeste tem maior número de projetos (24%), mas as regiões Sudeste, Nordeste e Norte possuem 21%, 21%, 20%, respectivamente, ou seja, o número de projetos é bem próximo nessas quatro regiões. A região Sul possui 14% do total de projetos sobre esse tema sob sua liderança.





**Figura 29.** Subtemas dos projetos sobre uso, conservação e valorização de recursos naturais.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).



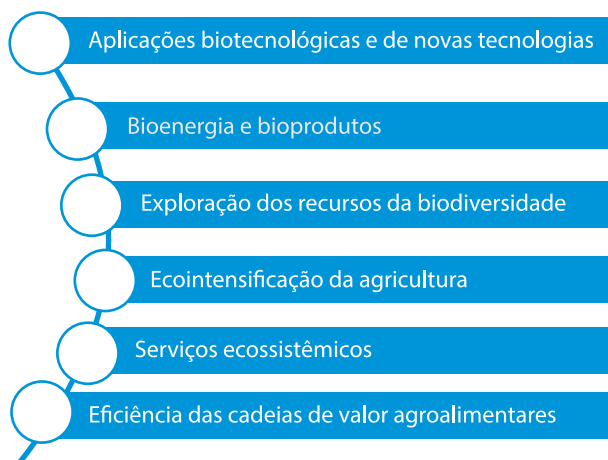
**Figura 30.** Localização da liderança dos projetos de uso, conservação e valorização de recursos naturais.

Fonte: Repositório de projetos do Sistema Embrapa de Gestão, acessado por meio das ferramentas Quaesta e Ideare (2010-2019).

Diante da apresentação dos 12 temas e seus subtemas que foram levantados a partir de termos da bioeconomia, continua a pergunta: como pode-se focar nesse tema, já que tudo o que se faz parece ser bioeconomia?

Uma solução bastante interessante para um país ou instituição é a abordagem apresentada por Trigo et al. (2013). Nessa abordagem, são apresentados caminhos para o desenvolvimento da bioeconomia. Não existe apenas um caminho, mas existem vários, e as decisões de quais caminhos podem ser os escolhidos, para orientar estratégias e desenvolvimento, dependem das vantagens comparativas e competitivas de cada país, região, estado, instituições e, por que não, no caso da Embrapa, cada região, Unidade Descentralizada.

A Figura 31 apresenta os seis caminhos apontados por Trigo et al. (2013). Percebe-se que muitos dos temas apresentados anteriormente poderiam estar incluídos nesses caminhos. Por exemplo, o tema Biotecnologia poderia estar dentro de Aplicações biotecnológicas e de Novas tecnologias; os temas Energia renovável, Bioprodutos e biorrefinarias; Química e tecnologia da biomassa poderiam estar dentro de Bioenergia e bioprodutos; alguns dos subtemas dentro do tema Uso, conservação e valoração dos recursos naturais poderiam estar dentro de Exploração dos recursos da biodiversidade; o tema Intensificação sustentável e alguns dos subtemas de Uso, conservação e valoração dos recursos naturais poderiam estar em Serviços ecossistêmicos.



**Figura 31.** Caminhos para o desenvolvimento da bioeconomia.

Fonte: Trigo et al. (2013).

**Tabela 6.** Diferentes caminhos para o desenvolvimento da bioeconomia na América Latina e no Caribe e como a Embrapa está trabalhando nesses caminhos.

Caminho	Descrição	Portfólio vinculado a esses caminhos	Tema da bioeconomia do projeto Focus associado a esses caminhos
Exploração dos recursos da biodiversidade	<p>Refere-se ao uso dos recursos da biodiversidade; o elemento diferenciador é a valorização (domesticação, transformação, vinculação a mercado, etc.) de biodiversidade (descoberta de características funcionais relacionadas a usos específicos e desenvolvimento de novos produtos por meio de transformações inovadoras, desenvolvimento de mercado para produtos locais, etc.). Contribuir para o desenvolvimento de uma economia de base biológica, criando novas matérias-primas industriais como base para novas cadeias de valor, por exemplo, cosméticos, fitoterápicos, biofármacos, frutas tropicais e outras áreas</p>	<p>Alimentos: segurança, nutrição e saúde; Recursos genéticos; Cultura tropical</p>	<p>Produção e aproveitamento de biomassa; Uso, conservação e valorização de recursos naturais; Agricultura multifuncional</p>
Ecointensificação	<p>Relaciona-se a práticas agrônomicas direcionadas a melhorar o desempenho ambiental; atividades agrícolas sem sacrificar os níveis de produção/produzibilidade. Exemplos de estratégias específicas de intensificação incluem práticas agrícolas como plantio direto, manejo integrado de pragas, dentre outras</p>	<p>Integração lavoura-pecuária-floresta; Solos do Brasil; Grãos, hortaliças, carnes, leite</p>	<p>Intensificação sustentável; Mudanças climáticas</p>
Aplicações biotecnológicas e de novas tecnologias	<p>Referem-se a produtos, ferramentas e processos, incluindo cultura industrial de tecidos, seleção assistida por marcadores nas culturas e pecuária, sementes/plantas, organismos geneticamente modificados, diagnósticos moleculares, melhoria da reprodução animal por meio de técnicas moleculares, enzimas modificadas, microrganismos e leveduras, etc. São aplicados ao longo de todo o espectro de aplicações agrícolas e se estendem a montante na gestão de recursos naturais e a jusante nas indústrias alimentícia, de fibras, nos produtos químicos e na bioenergia</p>	<p>Biologia avançada aplicada ao agronegócio; Energia, química e tecnologia digital; Sanidade animal e vegetal</p>	<p>Intensificação sustentável; Mudanças climáticas</p>
Bioenergia e bioproductos	<p>Incluem o setor de energia e processos voltados à substituição de insumos industriais de combustíveis fósseis. Exemplos são o etanol, biodiesel, biogás e as diferentes atividades orientadas à química. Biorrefinarias e bioproductos são um dos principais componentes do conceito de bioeconomia e, em essência, são semelhantes às refinarias de petróleo, instalações destinadas a transformar biomassa em um amplo espectro de produtos comercializáveis e energia</p>	<p>Energia; Química e tecnologia da biomassa</p>	<p>Bioprodutos e biorrefinarias; Energia renovável; Química e tecnologia da biomassa</p>
Eficiência das cadeias de valor agroalimentares	<p>Incluem atividades para reduzir as perdas pós-colheita em qualquer nível que estejam ocorrendo e visam criar as conexões de mercado necessárias para o desenvolvimento de produtos inovadores baseados na biologia</p>	<p>Poderíamos incluir vários dos nossos portfólios com esse foco: grãos, carnes, leite, hortaliças, fruticultura tropical; fruticultura temperada</p>	<p>Produção e aproveitamento de biomassa; Segurança alimentar e nutricional</p>
Serviços ecossistêmicos	<p>Incluem os processos pelos quais o meio ambiente produz recursos utilizados pelos seres humanos, como ar limpo, água, alimentos materiais. O desenvolvimento de sistemas de crédito de carbono, estratégias de ecoturismo e mecanismos de gestão e valorização da água são pontos de partida a serem considerados dentro da bioeconomia</p>	<p>Serviços ambientais, Floresta; Amazônia</p>	<p>Uso, conservação e valorização de recursos naturais</p>

Fonte: Trigo et al. (2013).

Partindo dos caminhos da bioeconomia, foi feito um exercício de alinhamento com os temas do projeto Focus, utilizados como base nessa seção, e os portfólios da Embrapa. O resultado está na Tabela 6 acima. Reitera-se que todas essas análises são possibilidades de classificação e de organização do trabalho de pesquisa para o desenvolvimento da bioeconomia, apresentadas para fazer uma provocação de discussão e entendimento acerca do tema.

## Considerações Finais

O exercício de extração de dados relacionados ao tema bioeconomia, feito a partir de banco de dados de referência (SEG/Ideare), o qual empregou expressões booleanas aplicadas no contexto dos núcleos temáticos identificados como: Biomassa; Química e biomassa; Bioprodutos ou biorrefinarias; Energia renovável; Serviços ambientais; e outros temas, apontou o quantitativo de 3.730 projetos, o que demonstra que os termos apresentados na Tabela 1 alcançaram 68% dos projetos que atualmente estão registrados no SEG (após 2007). Isso indica um alinhamento bastante grande de projetos a esses núcleos temáticos.

Um infográfico com as palavras que ocorrem com maior frequência nos títulos dos 3.730 projetos foi apresentado na Figura 6, onde se pode visualizar a ocorrência de palavras, como produção, sustentabilidade, resíduos, carbono, biomassa, e que estão diretamente relacionadas com os conceitos de bioeconomia (Tabela 1). No entanto, é pertinente observar que ocorrências contemporâneas, como economia circular, não tiveram citações localizadas na base. Aqui, acredita-se ter espaço para se enfatizar pesquisas mais focadas na área de conhecimento da ecologia industrial.

São importantes as seguintes sugestões de melhoria para busca em projetos do SEG: a) é relevante incentivar a utilização de palavras-chave (tanto pelo autor, tanto pelo SEG) como metadados para os projetos, pois, um total de 744 projetos (20%) não apresentam palavras-chave cadastradas, assim entendemos que esse tipo de campo permitiria buscas mais detalhadas no SEG; b) é interessante o Quaesta entregar ao usuário os resultados incluindo os campos utilizados na busca com a categoria “Pesquisa com campos específicos” e não apenas código SEG, título, sigla do projeto e sigla da unidade líder.

Na análise desagregada, teve-se a oportunidade de identificar os subtemas mais frequentes e que podem ser interpretados como forças da Embrapa dentro dos

diversos temas da bioeconomia; foram eles: Bioinsumos, Melhoramento genético, Etanol, Resíduos, Análises de gases de efeito estufa, Química e tecnologia da biomassa, Sanidade vegetal. Esses são aqueles que nos remetem mais diretamente à bioeconomia. Outros subtemas, como Automação, Paisagem e Qualidade do alimento, nem sempre estão diretamente relacionados à bioeconomia, mas, no contexto dos projetos analisados, esse foi o caso. Pensando em próximos passos e desdobramentos, seria interessante: a) fazer uma validação com mais especialistas internos sobre a percepção das nossas forças dentro da bioeconomia, buscando uma ampla convergência por meio de painéis Delphi, por exemplo; b) fazer um alinhamento entre as pesquisas da Embrapa, relacionadas à bioeconomia, em curso e as já finalizadas que já estão, ou poderiam estar, contribuindo para o enfrentamento de problemas e desafios atuais.

Com relação às informações sobre a localização geográfica das UD's que lideram projetos nos temas e subtemas da bioeconomia, essa informação poderia também ter uma maior validação entre os pesquisadores internos e externos, para se chegar a um levantamento das nossas fortalezas regionais. Isso é um ponto interessante a ser explorado, utilizando como exemplo o desenvolvimento da bioeconomia em países europeus (Alemanha e Itália) onde, além de estratégias nacionais, há sempre estratégias regionais que ajudam no desenvolvimento sustentável dessas regiões. Essas experiências podem servir de inspiração em termos de políticas de desenvolvimento regional e de incentivos para o fortalecimento da pesquisa e construção de estratégias regionais de bioeconomia, com uma participação mais protagonista em fóruns importantes de discussões de políticas públicas, como a Frente Parlamentar Mista pela Inovação na Bioeconomia (FPBioeconomia) já existente no parlamento brasileiro.

Considerando que um dos grandes elementos da bioeconomia é o conhecimento, a definição de áreas e prioridades de pesquisa, em uma estratégia de bioeconomia, é fundamental; por isso foi feito esse mapeamento do que já existe disponível na Embrapa. Após esse mapeamento dos vários temas, subtemas, linhas de pesquisa e projetos, passou-se a uma classificação mais abrangente, pensando na possibilidade de se enxergar o desenvolvimento da bioeconomia através de diferentes caminhos. A ideia dos caminhos é a de que um país diverso como o Brasil, dependendo da localidade, da instituição, do setor, possui várias possibilidades de atuação. Esses caminhos aqui discutidos são parte de uma reflexão inicial, mas sugere-se, que numa construção coletiva, com os diferentes atores da bioeconomia, seja possível redefinir melhor esses caminhos/trajetórias de atuação. Esse tipo de levantamento e organização da informação ajudará na

construção e execução de uma estratégia nacional de bioeconomia, sobretudo em momentos de definição de planos de ação, instituições executoras e parcerias que possam ser estabelecidas para o alcance conjunto de objetivos definidos na estratégia de bioeconomia do País. Além disso, ainda que não haja uma estratégia de bioeconomia, há oportunidades de parcerias, de recursos internacionais para pesquisas dentro das temáticas de bioeconomia, que podem ser mais bem aproveitadas se a informação estiver organizada e disseminada dentro das instituições.

A pressão mundial para a uma produção cada vez mais sustentável, com utilização de insumos renováveis, tecnologias mais eficientes e limpas e para o cumprimento da Agenda 2030 de desenvolvimento sustentável, é uma realidade. Há dificuldades, mas também oportunidades que precisam ser percebidas. A bioeconomia pode ser uma ferramenta nesse processo de transformação para um mundo mais sustentável, e visualiza-se o trabalho da Embrapa dentro das áreas e temas da bioeconomia gerando amplas possibilidades de contribuição para o seu desenvolvimento. Por fim, recomenda-se um maior debate que inclua definições e melhor organização da informação bem como um entendimento dos empregados da instituição, para que seja possível aproveitar oportunidades e colaborar ainda mais para o desenvolvimento da bioeconomia brasileira.

## Referências

CAPDEVILLE, G.; ALVES, A. A.; BRASIL, B. dos S. A. F. **Modelo de inovação e negócios da Embrapa Agroenergia: gestão estratégica integrada de P&D e TT.** Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2017. ( Documentos, 24).

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **MCTIC e CGEE lançam Projeto Oportunidades e Desafios da Bioeconomia (ODBio).** 2019. Disponível em: <https://www.cgее.org.br/-/mctic-e-cgee-lancam-projeto-oportunidades-e-desafios-da-bioeconomia-odbio>. Acesso em: 10 out. 2020.

CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: A step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, v. 17, p. 38–43, 2008. DOI: 10.12968/bjon.2008.17.1.28059.

JESUS, K. R. E.; PEREIRA, V. F.; TORRES, D. A. P. T.; FRONZAGLIA, T.; PAZIANOTTO, R. A. A.; LOPES, D. B. **Desafios para a inserção da bioeconomia brasileira no contexto mundial: análise preliminar da consulta a Stakeholders.** Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EMBRAPA. **Bioeconomia**: uma reflexão de seu conceito para o Projeto BioeconBr no Contexto da Embrapa. Projeto BioeconBr. Brasília, DF: Embrapa. 2017a.

EMBRAPA. **Quaesta - Pesquisa de Projetos da Embrapa**. 2017b. Disponível em: <https://sistemas.sede.embrapa.br/quaesta>. Acesso em: 22 ago. 2020.

NNFCC. The Bioeconomy Consultants. **Beyond food: animals and the bioeconomy**. Oct. 2019. Disponível em: [https://www.nnfcc.co.uk/news-animals-bioeconomy?utm\\_source=NNFCC+Mailing+List+2012&utm\\_campaign=5447819771-Xmas+Presents\\_COPY\\_01&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_8e34a0de3f-5447819771-228985753](https://www.nnfcc.co.uk/news-animals-bioeconomy?utm_source=NNFCC+Mailing+List+2012&utm_campaign=5447819771-Xmas+Presents_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_8e34a0de3f-5447819771-228985753). Acesso em: 15 out. 2020.

RURALIS. **About us**. 2020. Disponível em: <https://ruralis.no/en/projects/biotour-from-place-based-natural-resources-to-value-added-experiences-tourism-in-the-new-bio-economy-biotour-fra-stedsbaserte-naturresurser-til-verdifulle-opplevelser/>. Acesso em: 20 out. 2020.

SAAVEDRA, Y. M. B.; IRITANI, D. R.; PAVAN, A. L. R.; OMETTO, A. R. Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. **Jounal Cleaner of Production**, v. 170, 1514-1522, Jan. 2018.

TORRES, D. A. P.; FRONZAGLIA, T.; SANTANA, C. A. M.; ARAUJO, D. L. M.; BOLFE, E. L.; LOPES, D. B.; PENA JÚNIOR, M. A. G.; SANTOS, G. S.; HEINZ, G. Bioeconomia: moldando o futuro da bioeconomia in: IPEA. **Brasil 2035**: cenários para o desenvolvimento. Brasília, DF: Ipea, 2017.

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. Bioeconomy Working Paper nº 2013-01**. Disponível em: [https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document\\_567934.pdf](https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document_567934.pdf). Acesso em: 18 ago. 2020.

# Bioeconomia na Estratégia da Embrapa

*Danielle Alencar Parente Torres*



## Introdução

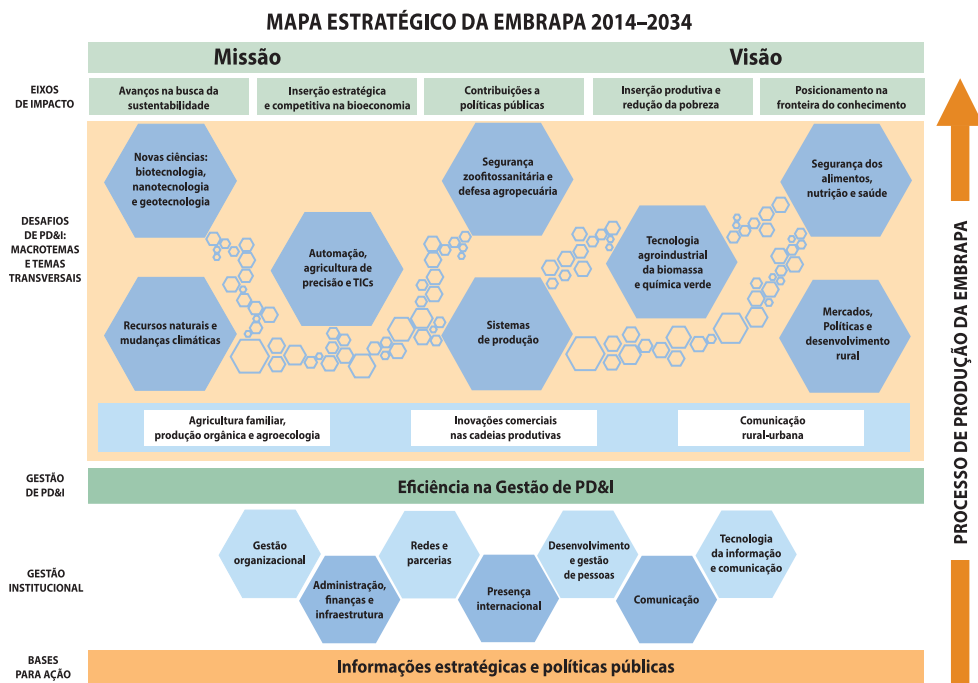
Neste capítulo, será apresentado como a bioeconomia está presente na estratégia da Embrapa. Para levantar essa questão, foram utilizados: o VI e o VII Plano Diretor da Embrapa (PDE), que é o documento que apresenta a estratégia da Empresa; as apresentações de presidentes em eventos com participação de representantes de diversos setores, por exemplo, o *Global Summit de Bioeconomia*; o evento promovido pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, *1º Seminário em Bioeconomia: o Papel dos Recursos Genéticos e da Biotecnologia para a Promoção da Bioeconomia* (2019); o *Congresso da Associação Brasileira do Agronegócio* (Abag) de 2020. Também será apresentado como a bioeconomia é tratada nas duas versões do Documento de Visão, que é o documento de inteligência estratégica da Empresa; e nas duas atividades da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas que tiveram em seu cerne a bioeconomia e que envolveram a participação de público interno e externo: a colaboração no projeto do Ipea Brasil 2035 e o exercício piloto sobre bioeconomia no âmbito do projeto Focus.

## Diretoria-Executiva da Embrapa e Bioeconomia

### PDE

Um importante documento oficial direcionador da Empresa é o seu Plano Diretor; e, nos dois últimos planos, a bioeconomia está presente (Embrapa 2015, 2018). O PDE em que a bioeconomia aparece de forma mais explícita foi o VI PDE, em que ela aparece no mapa estratégico da Empresa como um dos eixos de impacto (Embrapa, 2015). A Figura 1 apresenta o mapa estratégico, e percebe-se que o objetivo é que o trabalho da Empresa, por meio das Unidades Descentralizadas e Unidades Administrativas<sup>1</sup>, e sua programação de pesquisa e desenvolvimento, transferência de tecnologia, seja direcionado para impactar cinco eixos. Entre os eixos de impacto está inserção estratégica do Brasil na bioeconomia.

<sup>1</sup> A Sede da Embrapa é responsável por planejar, supervisionar, coordenar e controlar as atividades relacionadas à execução de pesquisa agropecuária e à formulação de políticas agrícolas. Esse trabalho é realizado por meio de Unidades Centrais, que dão suporte à Diretoria-Executiva da Empresa.



**Figura 1.** Mapa estratégico da Embrapa apresentado no VI Plano Diretor.

Fonte: Embrapa (2015).

No documento que apresenta o VI PDE, há uma definição de bioeconomia (Embrapa, 2015, p. 19):

A bioeconomia diz respeito à atividade econômica movida pela pesquisa e inovação em ciências biológicas (Estados Unidos, 2012), envolvendo desde a produção de recursos biológicos renováveis até a conversão desses recursos e resíduos em produtos alimentares e não alimentares, valendo-se da integração de conhecimentos e tecnologias gerados em diferentes áreas do conhecimento (European Commission, 2012); envolve três grandes elementos: uso avançado de genes e processos celulares complexos para desenvolver novos processos e produtos; uso de biomassa renovável e eficiente bioprocessamento para dar suporte à produção; integração de conhecimentos e aplicação de biotecnologia entre setores da economia (Organization for Economic Cooperation and Development, 2009).

Na definição de 2015, ao final, são destacados três elementos que se pode considerar como balizadores para a atuação da Embrapa: o desenvolvimento de novos produtos; o uso de biomassa; e a integração dos diferentes conhecimentos.

No VII PDE, a bioeconomia é definida como (Embrapa, 2020, p. 30.):

Conjunto de atividades econômicas baseadas na utilização sustentável e inovadora de recursos biológicos renováveis (biomassa), em substituição às matérias-primas fósseis, para a produção de alimentos, rações, materiais, produtos químicos, combustíveis e energia por meio de processos biológicos, químicos, termoquímicos ou físicos, promovendo a saúde, o desenvolvimento e o crescimento econômico de forma sustentável e o bem-estar da população.

Percebe-se um amadurecimento da definição no sentido de que se destaca que essa “nova” economia está ligada à promoção do desenvolvimento sustentável e bem-estar da população, ou seja, incluindo um aspecto importante da missão da Embrapa que é trabalhar em benefício da sociedade. Também possui destaque o uso dos recursos biológicos como insumos para os novos produtos e sua utilização inovadora.

No PDE atual, a bioeconomia é um dos temas prioritários, e foram incluídos um objetivo estratégico e metas associadas à bioeconomia. O ponto de partida é o tema Aproveitamento e transformação de biomassa para energia renovável, bioprodutos, bioinsumos, cujo objetivo estratégico associado é: “Desenvolver tecnologias e conhecimentos que contribuam para a bioeconomia por meio da utilização de recursos de base biológica para a geração de bioprodutos, bioinsumos e energia renovável.” Existe ainda um compromisso explícito por meio de três metas que a Empresa pretende alcançar, são elas (Embrapa, 2020):

- Até 2025, viabilizar a incorporação (adoção) pelo setor produtivo de cinco soluções tecnológicas alternativas a produtos de base não renovável.
- Até 2030, viabilizar a disponibilização de cinco novas matérias-primas renováveis para uso no contexto da bioeconomia.
- Até 2030, viabilizar a incorporação (adoção) pelo setor produtivo de cinco bioativos e bioinsumos a partir dos recursos genéticos da Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica.

As metas mostram as preocupações e o direcionamento da Empresa para disponibilizar soluções alternativas em substituição aos insumos/produtos de base não renovável; há uma priorização de três biomas brasileiros e um esforço para diversificação de biomassas para bioprodutos. Ao incentivar a pesquisa para

o desenvolvimento da bioeconomia no bioma Amazônia, demonstra também sintonia com outras instituições do setor público e privado que têm apresentado e sugerido a bioeconomia como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável desse bioma, tema bastante debatido no ano de 2020.

Constata-se que os elementos considerados relevantes para o desenvolvimento da bioeconomia e a contribuição da Empresa para esse desenvolvimento estão colocados nos documentos estratégicos da Empresa, que são utilizados para direcionamento de suas atividades e de seus esforços, demonstrando de que a bioeconomia é considerada importante na Embrapa oficialmente desde 2015.

O atual presidente, Celso Moretti, e seu antecessor, Maurício Lopes, têm evidenciado a bioeconomia em suas apresentações institucionais. Como não é possível ser exaustivo, escolheu-se destacar elementos de apresentações passadas, com um detalhamento maior para a apresentação na abertura do *Global Summit de Bioeconomia*, em 2018, em que Maurício Lopes apresentou os desafios da agricultura tropical, a Embrapa e sua contribuição ao longo do tempo para a bioeconomia, e a nova onda da bioeconomia.

Lopes (2018) destaca que entre os desafios da agricultura tropical estão: o gerenciamento de biomas complexos; a necessidade de conservar biodiversidade e recursos naturais; a redução de emissões de gases; a segurança alimentar e nutricional; e a manutenção da viabilidade econômica da produção. E, ao longo do tempo, a Embrapa tem contribuído transformando solos pobres e ácidos em férteis; desenvolvendo cultivares e sistemas de produção adaptados à agricultura tropical; construindo uma plataforma de práticas sustentáveis com disseminação de práticas conservacionistas; também desenvolvendo produtos de base biológica como a fixação biológica de nitrogênio e bioestimulantes, como as bactérias que contribuem para o crescimento das raízes (Lopes, 2018).

Considera ainda que a nova onda de avanços da bioeconomia, no contexto da agricultura tropical, é a de intensificação sustentável. Existe uma série de exemplos de como sistemas integrados podem contribuir para redução de emissão de gases, aumento de produtividade, aumento de renda para o produtor, para recuperação de áreas degradadas e para aumento da sustentabilidade da produção de proteína animal (Lopes, 2018).

Na atual Diretoria-Executiva, o presidente Celso Moretti, no recente *Congresso Brasileiro do Agronegócio* (Abag), apontou a bioeconomia como uma das tendências para o setor agropecuário. Destacou dois exemplos recentes

de contribuições da Embrapa: um produto que disponibiliza e solubiliza o solo com benefícios para as plantas e reduz o uso de adubo fosfatado importado, e a descoberta de microrganismos na bacia do Rio Amazonas, que podem ser utilizados como insumos na fabricação de biopesticidas e/ou outros produtos químicos e têxteis. A segunda tendência destacada é a dos sistemas integrados de produção (Moretti, 2020).

Em evento sobre bioeconomia promovido pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em 2019, Celso Moretti já havia destacado a importância dos recursos genéticos, incluindo seu acesso, caracterização e inserção nos programas de melhoramento genético, possibilitando alimentos mais saudáveis, cultivares adaptadas à seca, resistentes a pragas, ou seja, mais competitivas, e utilizando menos insumos fósseis. Ressaltou ainda a importância do trabalho com os recursos genéticos para conservação da biodiversidade, uma questão de segurança nacional. Apontou a importância dos pagamentos por serviços ambientais que ocorrem em países como a Inglaterra; e, aqui no Brasil, existem produtores que preservam grandes áreas e não são recompensados. Destacou a importância da bioeconomia de sistemas florestais que tem sido pouco discutida e reconhecida. Por fim, um novo mercado em expansão é o dos alimentos à base de proteína vegetal e o de produtos alimentícios a partir da biodiversidade. Moretti considera que já existe um conjunto enorme de soluções tecnológicas disponível para o desenvolvimento da bioeconomia brasileira.

Outro destaque nas apresentações dos presidentes é que explicitam as características de multifuncionalidade da agricultura, ou seja, a agricultura tropical contribui com a produção de alimentos, com serviços ambientais, por meio da produção de biomassa que pode servir de insumo para biomateriais, bioprodutos, bioenergia, química de renováveis. A agricultura pode ainda ajudar a diminuir a pobreza e contribuir para inclusão social. Há ainda o caráter cultural que é pouco explorado no Brasil e que considera elementos como tradição, turismo e gastronomia.

De um modo geral, as apresentações mostram que a pesquisa em agricultura tropical tem permitido avanços para segurança alimentar, sustentabilidade da produção, intensificação sustentável e apresentado alternativas de utilização sustentável da biodiversidade para agregar valor a produtos. Percebe-se também que a Empresa está considerando a bioeconomia de uma forma ampla e com diversas oportunidades para serem exploradas. A seguir, serão apresentadas iniciativas da área de Inteligência e Relações Estratégicas relacionadas à bioeconomia.

## Bioeconomia na Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas

### Documento de Visão

Além do PDE, a Embrapa, em sua área de inteligência, produz periodicamente o Documento de Visão da Empresa em que apresenta os resultados do monitoramento externo com o objetivo de apoiar os tomadores de decisão, públicos e privados, que atuam no setor agropecuário brasileiro. Esse documento também serve de subsídio para a atualização do Plano Diretor da Empresa.

Em sua primeira versão, o Documento de Visão 2014–2034 (Embrapa, 2014), que subsidiou o VI PDE, apresenta a bioeconomia como uma das forças motrizes para o sistema agroalimentar e agroindustrial, especificamente na dimensão tecnológica. O documento aponta que, dentro da biotecnologia, a biologia sintética e de processos metabólicos dos organismos contribuirão para a produção de materiais e substâncias de valor agregado para diversos usos, como bioquímicos, médicos, farmacêuticos, nutricionais. A expectativa é de que a biotecnologia em conjunto com outras áreas do conhecimento possibilite o desenvolvimento de novos produtos e processos. Destaca-se o fato de que o Brasil possui vantagens em relação a outros países e poderia desenvolver essa nova bioindústria para a produção de alimentos, fibras, energia, químicos de base renovável, entre outros.

Em seu segundo documento, Visão 2030: o Futuro da Agricultura Brasileira (Embrapa, 2018), a bioeconomia está presente em uma das megatendências apontadas pelo documento que é a de agregação de valor. São enfatizados três pontos principais no documento. O primeiro ponto é que a bioeconomia fortalece a relação entre agricultura e indústria, agregando valor para a agricultura e podendo contribuir para o desenvolvimento econômico, social com sustentabilidade. O segundo ponto é uma oportunidade que o País possui dada a sua biodiversidade, aptidão agrícola, pesquisa e desenvolvimento em agricultura tropical e liderança na área de bioenergia, biotecnologia. Há um destaque para o fato de que, ao se produzir bioenergia, também são desenvolvidos novos processos de conversão que podem ser utilizados para a produção de outros bioprodutos.

O terceiro ponto é a forma abrangente que a bioeconomia é apresentada, ou seja, no documento, considera-se que a bioeconomia contempla os produtos dos chamados setores tradicionais da agricultura, silvicultura, pesca e inclui

também os alimentos funcionais e biofortificados, bem como novos produtos como os da bioenergia, os biopolímeros, biopesticidas, biofármacos, bioinsumos, novos materiais, cosméticos e medicamentos, ou seja, novos produtos e novos processos de conversão. Esse terceiro ponto está em consonância com o que tem sido apresentado pelos presidentes da Empresa, ou seja, a visão ampla da bioeconomia e as oportunidades diversas, não apenas para o País, mas também para a contribuição da Embrapa.

A seguir, passa-se para algumas iniciativas que têm ocorrido, desde 2016, sobre o tema bioeconomia na área dedicada à inteligência, estratégia e relações institucionais da Empresa. Pretende-se mostrar o trabalho de escuta e reflexão externa e interna para um tema que tem sido considerado estratégico que é a bioeconomia.

## Participação da Embrapa no Projeto Brasil 2035

Em 2016, as equipes da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (Sire)<sup>2</sup> da Embrapa foram convidadas a participar do projeto Brasil 2035, uma parceria da Associação Nacional dos Servidores da Carreira de Planejamento e Orçamento (Assecor), do Ipea e do Centro de Estudos Brasil Século XXI. Esse projeto teve como objetivo identificar elementos para subsidiar a formulação de estratégias de desenvolvimento para o Brasil. Como resultado do projeto, foram construídos cenários exploratórios considerando as dimensões social, econômica, territorial e político-institucional. Para a elaboração dos cenários, foram realizadas diversas oficinas para levantamento de elementos essenciais para sua construção.

Além dos cenários, foram construídas cenas, a partir de oficinas temáticas/setoriais. A Embrapa ficou responsável, com o Ipea e em colaboração com outras instituições públicas e privadas, pela organização e condução da oficina sobre bioeconomia. Os insumos dessa oficina, condicionantes de futuro e variáveis-chave, foram utilizados para elaboração de uma das cenas setoriais que foi a da bioeconomia. Os resultados desses exercícios foram apresentados em um capítulo do livro *Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento* (Torres et al., 2017). A seguir, serão destacados três elementos importantes levantados pela oficina: as tendências, as incertezas e a cena da bioeconomia.

<sup>2</sup> Unidade organizacional de nível estratégico, vinculada à Diretoria-Executiva, responsável pela gestão do macroprocesso de inteligência e governança estratégica e pelos processos de inteligência estratégica, macroestratégia, comunicação e relações institucionais e governamentais, nacionais e internacionais da Embrapa.

O primeiro elemento são as tendências levantadas na oficina:

Primeira tendência – Aumento da pressão nacional e internacional por uso de recursos brasileiros. Essa tendência decorre do fato de que o Brasil possui recursos naturais e biodiversidade relativamente abundantes, quando se compara com outros países.

Segunda tendência – Aumento do uso de tecnologias de produção que otimizem o uso da terra. Há expectativa de que o aumento de produtividade da agropecuária permaneça, sendo possibilitado por novas tecnologias e ampliação no número de safras anuais.

Terceira tendência – Aumento da pressão de vários setores por maior regulamentação, certificação, para garantir a sustentabilidade, decorrente das preocupações ambientais.

Quarta tendência – Permanência do peso da petroquímica influenciando os investimentos na bioindústria. Essa tendência decorre do fato de a petroquímica já estar instalada, com insumos e produtos mais baratos do que os da bioindústria.

Quinta tendência – Aumento dos investimentos em bioindústrias para a produção de bioprodutos.

Sexta tendência – Aumento na remediação ambiental dos resíduos e efluentes; tendência percebida a partir de dados sobre as redes coletoras de esgoto e de uma evolução ao longo do tempo.

Sétima tendência – Aumento das parcerias entre os setores público e privado nos investimentos em ciência e tecnologia (C&T) no campo da bioeconomia; essa tendência tem sido verificada por meio dos editais de diversas instituições que, embora não utilizem o termo bioeconomia, têm incentivado o setor sucroalcooleiro, de fármacos, da química verde renovável e da indústria de cosméticos.

Oitava tendência – Insuficiência de investimentos em infraestrutura, uma questão que há muito tempo compromete a economia brasileira não apenas para o desenvolvimento da bioeconomia, mas de um modo geral.

Nas oficinas, também foram identificadas incertezas que são os outros elementos fundamentais na construção de cenários. As incertezas foram divididas em cinco aspectos: marcos regulatórios e políticas públicas na bioeconomia; investimento em ciência, tecnologia e inovação (CT&I), recursos humanos e infraestrutura para a bioeconomia; estratégias e investimentos empresariais em



bioindústrias; recursos naturais e meio ambiente na bioeconomia; e mercados e tendências de consumo.

No primeiro aspecto, marcos regulatórios e políticas, há duas incertezas: 1) se as internalizações dos acordos internacionais serão mais mandatórias ou se manterão com metas voluntárias, ou seja, à medida que há uma pressão internacional para produtos elaborados de forma sustentável, essa pressão poderá influenciar as exportações brasileiras, aumentando a demanda pelo desenvolvimento desse tipo de produto e, conseqüentemente, por pesquisa e incentivos; 2) se o marco regulatório e a coordenação das políticas públicas (acesso e uso da biodiversidade e biossegurança) criarão um ambiente favorável para o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil. Há um problema de o ambiente interno (brasileiro) estar preparado para o desenvolvimento desse tipo de produto, o excesso de burocracia, a demora para que os produtos sejam registrados e cheguem ao mercado. Trata-se de elementos que poderão dificultar os investimentos privados e o avanço da bioeconomia. As incertezas, portanto, refletem que, se esses compromissos passarem a ser mandatórios, haverá, por um lado, incentivo ao desenvolvimento da bioeconomia, mas, por outro lado, permanecem a preocupação e a necessidade de que o ambiente de negócios esteja preparado.

No segundo aspecto, investimento em CT&I, recursos humanos e infraestrutura para a bioeconomia, são cinco as incertezas: 1) se o suprimento de biomassa será suficiente em quantidade e qualidade e será competitivo em preço, viabilizando processos industriais na bioeconomia do Brasil; 2) se os processos e produtos da bioeconomia substituirão significativamente o petróleo como matéria-prima ou serão complementares. Nesse caso, a preocupação é se é possível ter uma oferta contínua das biomassas necessárias para o desenvolvimento dos diversos bioprodutos. 3) Se haverá estratégia de formação profissional para suprir a demanda do segmento; 4) se a relação universidade/ICTs-empresa será viabilizada para a inovação na bioeconomia; 5) se haverá investimentos (público e privado) em C&T em nível adequado na bioeconomia. As incertezas, nesse aspecto, são variadas, com uma preocupação em investimentos que viabilizem a diversificação de biomassa para a bioeconomia e características de infraestrutura da pesquisa, fundamentais para o desenvolvimento da bioeconomia.

No terceiro aspecto, estratégias e investimentos empresariais em bioindústrias, a incerteza é: se haverá um ambiente de negócios (escopo da proteção patentária e acesso a capital de risco) propício que garanta a atração

de investimentos e o desenvolvimento tecnológico nacional em bioeconomia. A preocupação principal é relacionada aos incentivos necessários para que os investimentos sejam feitos pelo setor privado e para que haja estímulos ao empreendedorismo.

No quarto aspecto, recursos naturais e meio ambiente na bioeconomia, também há uma incerteza se a maior oferta e demanda por biomassa pode garantir a sustentabilidade da bioeconomia. Conforme colocado pelos autores (Torres et al., 2017, p. 227):

Essa questão é marcada pela controvérsia científica na qual há suposição de que sustentabilidade é inerente à bioeconomia, a qual convive com a crítica tentativa que considera potenciais gargalos à sustentabilidade, ou expectativa de benefícios sustentáveis em certas condições, e ainda a suposição de impactos negativos da bioeconomia.

No quinto aspecto, mercados e tendências de consumo, foram duas as incertezas: 1) Haverá demanda/aceitação de novos produtos da bioeconomia com novas tecnologias? e 2) O Brasil terá competitividade nos produtos da bioeconomia de forma diversificada em múltiplos segmentos? Aqui surge a preocupação pelo lado da demanda, consumidores têm se preocupado com questões ambientais, mas há necessidade de maior disseminação da informação. Uma outra questão é abrir novos mercados, atrair novos consumidores ainda no mercado doméstico, e isso depende da competitividade das empresas. Ou seja, se os novos produtos custarem muito mais do que seus substitutos, haverá dificuldade para vendê-los.

Por fim, destacaram-se as cenas da bioeconomia, construídas a partir das variáveis levantadas para os cenários. De acordo com as cenas, não há dúvidas de que a bioeconomia fará parte do futuro, no entanto, há incertezas se será principalmente pela produção de bioenergia em grande escala ou, dependendo do cenário, por maior desenvolvimento de outros produtos e agregação de valor e renda para o País. No cenário mais otimista, há o estabelecimento de uma estratégia nacional de bioeconomia organizada, incluindo diversos setores e tipos de produtores (tanto do setor agropecuário, como de outros setores), com incentivos e direcionamento que impulsionariam o desenvolvimento da bioeconomia brasileira.

Essa experiência de levantamento de tendências e incertezas e de construção de uma cena foi coordenada pela Sire dentro da Embrapa, mas incluiu

a participação de diversos pesquisadores e analistas da Empresa, além da de atores dos setores público e privado na oficina. Considera-se importante essa interação com outras instituições para discussão e aporte de subsídios para a estratégia da Empresa. O trabalho envolveu discussões presenciais, levantamento de tendências e incertezas e resultou em uma publicação. As cenas da bioeconomia foram apresentadas na Câmara dos Deputados, evidenciando a capacidade da Empresa em contribuir para os debates importantes que envolvem o setor agropecuário e a sociedade brasileira.

A seguir, apresenta-se outra atividade que tratou o tema da bioeconomia de forma estratégica.

## Projeto Especial Focus e Piloto sobre Bioeconomia

O projeto especial Focus foi comissionado pela Diretoria-Executiva da Embrapa, e teve por objetivo estabelecer bases e métricas para fortalecer o direcionamento da Embrapa para promover impactos positivos e reconhecidos pelos públicos-alvo. A equipe do projeto especial Focus escolheu um dos eixos de impacto de seu VI PDE (Embrapa, 2015), “inserção estratégica do Brasil na bioeconomia” (Figura 1), para fazer um exercício piloto de direcionamento para impactos.

Nesse exercício, foram definidos quatro processos para se chegar a metas de impacto. Primeiro, foi o processo de prospecção, com duas etapas: a) exploração do domínio e temas prioritários no eixo da bioeconomia; e b) identificação dos principais *stakeholders*. Em seguida, foi o processo de formulação e validação de desafios, com as seguintes etapas: a) especificação de problemas/desafios; e b) consulta ampla sobre problemas/desafios. O terceiro processo foi o de focalização com as etapas: a) formulação de critérios de priorização; e b) priorização de desafios. Por fim, o quarto processo foi o de formulação/priorização/seleção de metas e indicadores, com as etapas: a) levantamento e seleção de indicadores e iniciativas; e b) formulação e seleção de metas.

Destacaremos aqui os três primeiros processos, pois trouxeram elementos importantes da bioeconomia, validados com especialistas internos e externos e que podem ajudar a entender como a bioeconomia está sendo percebida na Empresa.

No primeiro processo, foi feita uma prospecção em bases acadêmicas utilizando a busca por “bioeconomy”. Após uma longa lista de termos e interação

com um grupo focal interno de especialistas em temas da bioeconomia, chegou-se a oito temas da bioeconomia e um considerado transversal. É importante destacar que o ponto de partida foram as bases acadêmicas, mas a interação com o grupo focal, que era composto de pesquisadores de várias áreas do conhecimento relacionadas à bioeconomia, foi fundamental tanto para a validação dos temas, quanto na etapa seguinte do processo que foi o levantamento de desafios. Os temas levantados foram (Jesus et al., 2018):

1. Bioprodutos e biorrefinarias – Refere-se à oferta de produtos decorrentes da conversão de biomassas em biocombustíveis e bioprodutos.
2. Química e tecnologia da biomassa – Refere-se à oferta de produtos de base renovável e ao desenvolvimento de processos com base no aproveitamento da biomassa.
3. Produção e aproveitamento de biomassa – Refere-se ao uso mais eficiente e sustentável da biomassa disponível.
4. Energia renovável – Refere-se à oferta de produtos associados a energias renováveis.
5. Mudanças do clima – Considera alternativas ou estratégias mais promissoras para a redução do aquecimento global e a adaptação às mudanças do clima.
6. Segurança alimentar e nutricional – Considera acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais.
7. Uso e aproveitamento de recursos naturais – Considera a obtenção de benefícios a partir do uso de recursos naturais.
8. Valoração de recursos naturais e serviços ecossistêmicos – Considera os benefícios ambientais resultantes de intervenções humanas na dinâmica dos ecossistemas.
9. Transversal à bioeconomia – Apresenta questões relacionadas a investimento, marco regulatório e mercado, consideradas importantes para o desenvolvimento da bioeconomia.

O segundo processo foi composto de três fases: formulação de problemas e desafios, elaboração de questionários para a consulta e apresentação e organização da consulta delphi (Jesus et al., 2018). Na fase de formulação de problemas e desafios, houve interação remota com o grupo focal e entrevistas

semiestruturadas. Paralelamente, foi feito um levantamento de *stakeholders* na base do Ideare e junto ao grupo focal. Com os questionários prontos, ou seja, desafios organizados nos nove temas, eles foram enviados para toda a Empresa e para *stakeholders* considerados importantes para a Empresa nos diferentes temas da bioeconomia. O objetivo foi fazer uma primeira priorização de problemas e desafios. Ao todo, foram organizados 18 problemas, 30 macrodesafios e 179 desafios. É importante destacar a diferença entre problemas, macrodesafios e desafios para a Embrapa e parceiros que foram submetidos à validação (Jesus et al., 2018, p. 14):

Cada problema representa uma questão que requer uma solução específica, enquanto os macrodesafios representam caminhos para a solução dos problemas, englobando demandas e oportunidades para a geração de oferta de conhecimento, informações e tecnologias. Tendo por fundamento os macrodesafios, foram formulados outros desafios, mais específicos, intitulados “desafios para a Embrapa e parceiros”. Essas duas categorias de desafios foram apresentadas para os especialistas e, posteriormente, para os respondentes do questionário, com o propósito de organizar a informação gerada. Ou seja, enquanto os macrodesafios estão associados à uma escala ampla ou mais estratégica, de modo a refletir a importância prevista nos problemas identificados, os desafios para a Embrapa e parceiros são mais objetivos e permitem a formulação de métricas mais objetivas, como indicadores e iniciativas.

O conjunto de desafios apresentados foi validado por 1.140 respondentes: cada um dos 179 desafios foi considerado importante ou muito importante por pelo menos 60% das pessoas que o avaliaram (Jesus et al., 2018).

A Tabela 1 mostra, para cada tema da bioeconomia, o desafio que obteve maior percentual de importância alta e muito alta. Destacam-se a diversificação do uso de biomassas, incluindo resíduos, para produção de diversos produtos; a substituição de insumos de base não renovável para os de base renovável. No componente transversal, existe a preocupação com a formação de recursos humanos. De modo geral, há também grande preocupação ambiental com relação à diminuição da poluição; à recuperação de áreas degradadas; ao uso eficiente do recurso água; e ao fortalecimento da agricultura de baixo carbono. Essa tabela é apenas uma amostra dos desafios escolhidos e que, de acordo com os *stakeholders*, precisam ser enfrentados.

**Tabela 1.** Desafios priorizados por consultas a *stakeholders* internos e externos.

Tema	Desafio	Importância alta e muito alta (%)
Bioprodutos e biorrefinarias	Desenvolver novos materiais baseados em produtos da agropecuária e florestais, resíduos de origem renovável e resíduos de processos de fabricação, para diferentes setores industriais, tais como indústrias química, de plástico, automobilística, de papel, têxtil e farmacêutica	90
Química e tecnologia da biomassa	Desenvolver e/ou aprimorar tecnologias para diversas fontes de biomassas visando obter bioprodutos com alto valor agregado	86
Produção e aproveitamento de biomassa	Otimizar o aproveitamento de resíduos agrícolas e desenvolver novos processos de manejo e utilização dos dejetos da produção animal, enquadrados como grandes potenciais poluidores, de forma a atender às normas ambientais, favorecendo, assim, a ampliação de mercados nacionais e internacionais para produtos agrícolas e alimentares	88
Energia renovável	Aumentar a produção de biofertilizantes a partir da biomassa, considerando a possibilidade de produção regionalizada e o potencial da matéria-prima orgânica e inorgânica	84
Mudanças do clima	Desenvolver, validar e transferir tecnologias, processos e práticas para uma agricultura de baixa emissão de carbono e garantia de sustentabilidade	89
Segurança alimentar e nutricional	Ampliar o uso de processos e insumos biológicos para diminuir a dependência de defensivos químicos	91
Uso e aproveitamento de recursos naturais	Promover ações para o uso eficiente da água na agropecuária	95
Valoração de recursos naturais e serviços ecossistêmicos	Desenvolver tecnologias e protocolos para a recuperação de áreas agrícolas degradadas e sua reinserção produtiva, ou para fins de conservação	88
Transversal à bioeconomia	Fortalecer e ampliar a base de recursos humanos e a infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação	82

Fonte: Jesus et al. (2018).

O levantamento e validação de desafios podem servir de subsídio para o direcionamento da Empresa e parceiros do governo, setor agropecuário e indústria, dentro da bioeconomia. Ao reconhecer que os desafios não são apenas da Embrapa, mas incluem parceiros que também trabalham na bioeconomia,

há um alinhamento com os demais países que, em geral, discutem e trabalham para o desenvolvimento da bioeconomia com a integração de diferentes áreas do conhecimento e instituições públicas e privadas.

A priorização dos desafios acima mencionados foi feita em três oficinas presenciais que ocorreram em 2018: 1) *Desafios em Biomassa, Bioprodutos e Energia Renovável*; 2) *Desafios em Mudança do Clima, Recursos Naturais e Serviços Ecosistêmicos*; e 3) *Desafios em Segurança Alimentar e Nutricional*. Em cada oficina, participantes foram divididos em grupos (Figura 2) e cada grupo deveria priorizar três desafios e sugerir indicadores e iniciativas para esses desafios.

Desafios em Biomassa, Bioprodutos e Energia Renovável	Desafios em Mudança do Clima, Recursos Naturais e Serviços Ecosistêmicos	Desafios em Segurança Alimentar e Nutricional
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Energia renovável</li> <li>➤ Biomassa, coprodutos e resíduos</li> <li>➤ Bioinsumos, bioprocessos, bioprodutos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mudança do clima</li> <li>➤ Uso, manejo e aproveitamento de recursos naturais</li> <li>➤ Biodiversidade e serviços ecossistêmicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Segurança do alimento</li> <li>➤ Diversificação, agregação de valor e redução de perdas</li> </ul>

**Figura 2.** Grupos de trabalho nas três oficinas de bioeconomia do projeto Focus.

Fonte: Lopes et al. (2018a, 2018b, 2018c).

Na primeira oficina, foram apresentados três problemas e sete macrodesafios relacionados, e foram criados três grupos que, separadamente, analisaram os desafios relacionados aos temas: Energia renovável; Biomassa, coprodutos e resíduos; e Bioinsumos, bioprocessos e bioprodutos. Priorizaram até três desafios, e sugeriram indicadores para acompanhar o avanço no enfrentamento de cada desafio e iniciativas. Para o grupo de energia renovável, havia 14 desafios tecnológicos relacionados ao tema do grupo e 5 desafios considerados transversais. A Tabela 2 mostra o resultado das discussões dos três grupos. No caso do primeiro grupo, cujo subtema era Energia renovável, dois desafios foram priorizados, sendo um tecnológico e o segundo transversal. Na parte tecnológica, foi destacada a diversificação de biomassas para a produção de energia renovável, considerando as características regionais. Para o desafio não tecnológico, a

informação organizada foi considerada crucial para os avanços da bioeconomia (Lopes et al., 2018a).

**Tabela 2.** Desafios priorizados pelos três grupos da oficina *Desafios em Biomassa, Bioprodutos e Energia Renovável*.

Grupo: Energia renovável	Grupo: Biomassa, coprodutos e resíduos	Grupo: Bioinsumos, bioprocessos e bioprodutos
Tecnológico: ampliar a matriz energética a partir da implementação e/ou aplicação de diferentes biomassas que possam ser empregadas na produção de energia renovável, considerando as características regionais	Tecnológico: usar racionalmente a água, na produção da matéria-prima e na produção industrial, para bioenergia e para bioprodutos	Tecnológico: desenvolver e/ou aprimorar tecnologias para diversas fontes de biomassas, visando à obtenção de bioprodutos com alto valor agregado
Transversal: atualizar, organizar e armazenar em banco de dados, de forma estruturada, as informações sobre a disponibilidade de biomassa, resíduos, efluentes, composição química, disponibilidade e sazonalidade	Não tecnológico: ampliar e articular os investimentos de P&D com a capacidade de produção agrícola, de logística e de processamento	Tecnológico: produzir antimicrobianos, inseticidas, formicidas, herbicidas e demais produtos, a partir de matéria-prima renovável e com o auxílio de nanotecnologias
	Transversal: atualizar, organizar e armazenar em banco de dados, de forma estruturada, as informações sobre a disponibilidade de biomassa, resíduos, efluentes, composição química, disponibilidade e sazonalidade	Tecnológico: desenvolver redes de arranjos produtivos locais com o uso de estratégias modernas de simbiose industrial
		Transversal: atualizar, organizar e armazenar em banco de dados, de forma estruturada, as informações sobre a disponibilidade de biomassa, resíduos, efluentes, composição química, disponibilidade e sazonalidade
		Transversal: fortalecer e ampliar a base de recursos humanos e a infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação para o desenvolvimento da bioeconomia

Fonte: Adaptado de Lopes et al. (2018a).



O segundo grupo que tratou do subtema Biomassa, coprodutos e resíduos analisou 15 desafios; 11 deles tecnológicos e 4 não tecnológicos. Na priorização, escolheu um desafio relacionado ao recurso natural água e a sua utilização para a produção de produtos de base renovável. Outro ponto importante, considerado pelo grupo, foi a necessidade de pagamentos por serviços ambientais para compensar aqueles produtores que usam o recurso de modo mais eficiente. No desafio transversal, foi apresentada novamente a preocupação com a disponibilização e organização da informação (Tabela 2) (Lopes et al., 2018a).

O terceiro grupo tinha como subtema Bioinsumos, bioprocessos e bioprodutos. Havia 22 desafios para priorização, sendo 15 tecnológicos e 5 não tecnológicos. Os especialistas do grupo escolheram como desafios prioritários três tecnológicos e dois não tecnológicos. Para os tecnológicos, o primeiro desafio é a diversificação de matérias-primas para a produção de bioprodutos. O segundo desafio menciona explicitamente a utilização de nanotecnologia para bioinsumos; e o terceiro tem foco na questão regional de desenvolvimento de arranjos produtivos locais (APLs). Os dois desafios não tecnológicos tratam mais uma vez da questão de organização de dados e da necessidade de capacitação de recursos humanos. De modo geral, fica claro que a diversificação de matérias-primas e a disponibilidade de informações são pontos em comum entre os três grupos da primeira oficina (Lopes et al., 2018a).

A segunda oficina teve por título *Desafios em Mudança do Clima, Recursos Naturais e Serviços Ecosistêmicos*. Nessa oficina, três grupos foram organizados de acordo com os subtemas: Mudança do clima; Uso, manejo e aproveitamento de recursos naturais; e Biodiversidade e serviços ecosistêmicos (Tabela 3) (Lopes et al., 2018b).

O primeiro grupo teve por subtema Mudança do clima que é considerado um grande *driver* para a bioeconomia. De um lado, o incentivo à produção com menor uso de insumos de base não renovável trará impactos positivos para a mitigação das mudanças do clima. De outro lado, a expectativa de aumento de temperaturas e a pressão sobre a produção de alimentos demandam novas pesquisas de adaptação a essas condições, por exemplo, pesquisas para o desenvolvimento de variedades mais tolerantes à seca. Dentro desse grupo, foram discutidos dez desafios, sendo três tecnológicos, três de informação e comunicação (não tecnológicos) e quatro transversais. O grupo considerou como prioritários dois desafios tecnológicos, três não tecnológicos e dois transversais. A Tabela 3 apresenta os desafios do grupo na primeira coluna. Destacam-se as preocupações com a adaptação, com foco em diversificação de recursos genéticos, e de sistemas de produção. Há também uma

**Tabela 3.** Desafios priorizados pelos três grupos da oficina *Desafios em Mudança do Clima, Recursos Naturais e Serviços Ecossistêmicos*.

Mudança do clima	Uso, manejo e aproveitamento de recursos naturais	Biodiversidade e serviços ecossistêmicos
Tecnológico: apoiar sistemas de produção agrícola (agricultura, pecuária e florestas) que contenham maior diversidade de recursos genéticos, visando à adaptação e buscando resiliência	Tecnológico: promover a adoção de práticas de uso sustentável do solo e da água, nos sistemas agropecuários de produção	Tecnológico: desenvolver, adaptar, aplicar e avaliar métodos que permitam a agregação de valor aos produtos agropecuários e da biodiversidade, tais como certificação, pagamento por serviços ambientais, turismo rural, indicação geográfica, etc.
Tecnológico: disseminar o manejo conservacionista capaz de favorecer a adaptação dos diferentes sistemas de produção agrícola (agricultura, pecuária e florestas) às mudanças do clima	Não tecnológico: mapear, realizar zoneamento, definir indicadores e disponibilizar as bases de dados para subsidiar ações de restauração de áreas degradadas, segundo as especificidades dos biomas	Não tecnológico: gerar subsídios técnicos e soluções para a agregação de renda ao produtor, a partir de alternativas como o pagamento por serviços ambientais, turismo rural e certificação de produtos
Não tecnológico: promover, junto aos tomadores de decisão do setor produtivo agropecuário, a compreensão sobre a natureza cumulativa de longo prazo e os riscos difusos da mudança do clima	Transversal: fortalecer e ampliar a base de recursos humanos e a infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação para o desenvolvimento da bioeconomia, de acordo com a capacidade de produção agrícola, de logística e de processamento	Não tecnológico: desenvolver e aplicar métodos de avaliação, monitoramento e valoração de serviços ambientais, bem como mecanismos para a certificação desses serviços e a retribuição ou compensação pelo seu fornecimento, para promover a conservação ambiental e assegurar a agregação de renda aos produtores rurais
Não tecnológico: integrar bases de dados sobre risco climático com informações sobre mercado, recursos naturais, sanidade (animal e vegetal) e logística, contribuindo para uma gestão integrada de riscos na agricultura		Transversal: embasar políticas públicas que fomentem a agregação de valor aos produtos agropecuários e da biodiversidade brasileira
Não tecnológico: identificar e mapear as áreas mais vulneráveis à mudança do clima e planejar ações sinérgicas de mitigação e adaptação		Transversal: trabalhar junto aos tomadores de decisão para incorporação dos serviços ambientais/ecossistêmicos nas políticas públicas
Transversal: promover o financiamento de ações de CT&I e de parcerias nacionais e internacionais no tema de mudanças do clima		Transversal: melhorar o acesso à biodiversidade, garantindo o benefício da exploração comercial do patrimônio nacional às populações detentoras de conhecimento tradicional associado aos recursos genéticos
Transversal: aperfeiçoar, ampliar e fortalecer políticas que incentivem a adoção de tecnologias de longo prazo de retorno financeiro para o produtor e para os efeitos mitigadores da emissão de gases de efeito estufa		Transversal: fortalecer e ampliar a base de recursos humanos e a infraestrutura de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a bioeconomia

Fonte: Adaptado de Lopes et al. (2018b).

preocupação com a informação, mapeamento de áreas vulneráveis e dos riscos climáticos que ajudem nas tomadas de decisões tanto de produtores quanto do setor público. Na parte não tecnológica, foram priorizados os desafios relacionados às parcerias internacionais e o apoio às políticas públicas (Lopes et al., 2018b).

No segundo grupo, cujo subtema era Uso, manejo e aproveitamento de recursos naturais, havia 8 desafios tecnológicos, 3 de informação e comunicação (não tecnológicos) e 2 transversais para serem analisados. Os componentes do grupo selecionaram um desafio tecnológico que é o de promover a utilização de práticas mais sustentáveis no uso de recursos naturais. Foram selecionados um desafio não tecnológico, relacionado à necessidade de mapeamento, informações, definição de indicadores que contribuam para a recuperação de áreas degradadas, e um transversal que diz respeito à capacitação e formação de recursos humanos (Lopes et al., 2018b).

O terceiro grupo, cujo subtema é Biodiversidade e serviços ecossistêmicos, analisou quatro desafios tecnológicos, dois de informação e comunicação (não tecnológicos) e sete transversais. Os desafios tecnológicos e não tecnológicos priorizados possuem alguns elementos de destaque: a questão da agregação de valor para o produtor; a utilização de certificação, ou outras formas de identificação dos produtos que informam aos consumidores o caráter diferenciado e que ajudam na agregação de valor; e a disponibilização de metodologias de valoração que ajudem tanto na certificação, quanto na agregação de valor, compensando os produtores que se preocupam e trabalham de forma sustentável. Para os quatro desafios transversais, há uma preocupação em subsidiar tomadores de decisão nas discussões sobre pagamentos por serviços ambientais. Há a necessidade de capacitação e de aprimoramento do acesso à biodiversidade com uma preocupação às comunidades locais e tradicionais (Lopes et al., 2018b).

A terceira oficina teve como tema a Segurança alimentar e nutricional que, em muitos países, é considerado um grande *driver* da bioeconomia, pois há expectativa de aumento da demanda por alimentos e consequente pressão por aumento da produção e de uso dos recursos naturais. Nesse caso, há demanda por soluções tecnológicas que levem a uma produção mais eficiente em relação ao uso de recursos; há também preocupação em relação à qualidade e saudabilidade do alimento, com menos usos de insumos químicos e à produção de alimentos com características benéficas à saúde. Além disso, a conexão entre SAN e bioeconomia também traz à tona o conceito de economia circular, que se baseia na ideia de pensar o produto em sua totalidade, desde a matéria-prima até o fim da vida, gerando o menor desperdício ao longo desse processo.

Para essa oficina, foram dois grupos com os subtemas: Segurança do alimento e Diversificação, agregação de valor e redução de perdas (Tabela 4). Com relação ao subtema Segurança do alimento, havia nove desafios tecnológicos e dois transversais a serem priorizados. Foram priorizados três desafios tecnológicos e dois transversais. Destaca-se a preocupação com alimento seguro, durante sua produção, principalmente no que diz respeito ao uso de insumos e ao atendimento de normas de qualidade. Também se destaca o uso de práticas sustentáveis para produção consorciada de produtos. Nos desafios transversais, evidenciam-se subsídios para políticas públicas para ampliação do uso de tecnologias e para apoio a estratégias de certificação que informem ao consumidor sobre a origem dos alimentos (Lopes et al., 2018b).

O segundo subtema debatido foi Diversificação, agregação de valor e redução de perdas, o qual apresentava cinco desafios tecnológicos e três transversais. Os especialistas do grupo escolheram quatro desafios tecnológicos, destacaram a diversificação de alimentos, aproveitando a biodiversidade local, as características regionais, mas também uma diversificação que atenda a diferentes mercados, tipos de consumidores. Outro desafio importante é desenvolver soluções tecnológicas, inovadoras e diversificadas, que evitem as perdas nas diferentes etapas da cadeia de produção, ou seja, no imediato pós-colheita, no transporte, no armazenamento e nas prateleiras. Para cada uma dessas etapas, há necessidade de tipos de tecnologias diferentes. O desafio transversal escolhido é o de apoio a diversas políticas relacionadas às perdas de alimentos, incluindo marco regulatório e estratégias diversificadas para enfrentar o problema (Lopes et al., 2018b).

Ao se analisar as três oficinas como um todo, podem-se elencar alguns elementos que apareceram nas oficinas e nos diferentes grupos. Ainda que com focos diferentes, eles nos dão pistas das prioridades elencadas pelos especialistas: a diversificação, seja da biomassa para bioprodutos, seja dos recursos genéticos, seja no uso da biodiversidade local, seja nos alimentos locais/regionais; a informação dos dados sobre disponibilidade das biomassas, das tecnologias, dos riscos das mudanças do clima por região, das áreas mais vulneráveis que necessitam de recuperação; e o apoio às diversas políticas públicas para fortalecimento da bioeconomia. Todas essas questões podem ajudar no desenvolvimento e na priorização da bioeconomia.

É importante definir uma forma de organização dos temas da bioeconomia que facilite a discussão entre os especialistas dentro de cada tema. A partir dessa organização, fica mais fácil avançar nas discussões de indicadores para

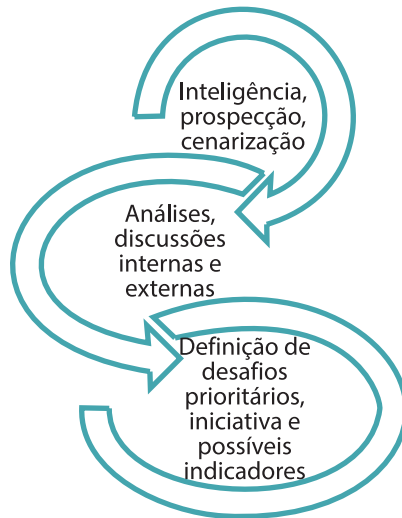
**Tabela 4.** Desafios priorizados pelos dois grupos da oficina *Desafios em Segurança Alimentar e Nutricional*.

<b>Segurança do alimento</b>	<b>Diversificação, agregação de valor e redução de perdas</b>
Tecnológico: atender aos atributos, padrões, certificações e normas de qualidade de produtos agrícolas e agroalimentares	Tecnológico: promover a bioprospecção e o uso do conhecimento sobre a biodiversidade brasileira para a identificação e proteção de compostos de alto valor agregado para a agroindústria de alimentos
Tecnológico: promover o uso racional de defensivos agrícolas e fertilizantes, visando reduzir seus impactos no ambiente e na saúde	Tecnológico: fomentar a pequena agroindústria para diversificar o preparo e a apresentação de alimentos regionais que tornam a dieta mais saudável
Tecnológico: aplicar práticas sustentáveis para a produção consorciada de diversos animais e plantas destinados ao consumo de alimentos mais saudáveis	Tecnológico: promover a adoção de tecnologias para a redução de perdas pós-colheita, como novas embalagens, técnicas de armazenamento, manuseio e transporte
Transversal: embasar políticas públicas para ampliar a adoção de tecnologias e boas práticas que facilitem e potencializem a ampliação e diversidade da oferta de alimentos	Tecnológico: desenvolver alimentos inovadores e resgatar alimentos da cultura regional, visando tanto a mercados regionais quanto globais, considerando demandas relacionadas à sensorialidade, sustentabilidade, rastreabilidade, identidade e conveniência
Transversal: implementar estratégias de certificação, rastreabilidade e identificação de origem de produtos agrícolas e alimentares nos territórios	Transversal: apoiar programas e políticas públicas para redução de perdas e desperdícios de alimentos (PDA), como marco regulatório, campanhas de conscientização, banco de alimentos, coleta e outras estratégias de segurança alimentar

Fonte: Adaptado de Lopes et al. (2018c).

acompanhamento do desenvolvimento do tema dentro da bioeconomia e, também, elencar prioridades, estabelecer parcerias. O exercício piloto, elaborado pela Sire, gerou uma série de informações sobre bioeconomia – incluindo temas, desafios, indicadores – que poderá subsidiar uma classificação mais padronizada sobre o tema para a Empresa e ajudar em seu posicionamento frente a outras instituições.

De maneira sucinta, procurando destacar o processo como um todo, ao se deparar com esse novo paradigma, a Empresa tem discutido internamente e com parceiros do setor público e privado as tendências e incertezas. Por meio de um projeto que teve como piloto a bioeconomia, levantou problemas, desafios e trabalhou na priorização de ações, definição de objetivos e compromissos, conforme apresentado na Figura 3.



**Figura 3.** Estratégia do exercício piloto sobre bioeconomia.

O papel estratégico da secretaria nesse exemplo foi o de mobilizar os especialistas em torno de um tema e, a partir dessa mobilização, apresentar o trabalho da Empresa para o desenvolvimento da bioeconomia em diversas áreas; articular especialistas internos e externos para identificar os principais problemas e desafios; organizar o debate internamente e consultar parceiros para em conjunto priorizar objetivos, metas, ações e prospectar possíveis parcerias e oportunidades para acelerar os avanços. É essencial a definição do público-alvo, beneficiário das pesquisas, e seus impactos para a sociedade.

## Considerações Finais

Neste capítulo, mostrou-se como a bioeconomia tem estado presente na estratégia da Empresa oficialmente, por meio de documentos, apresentações, eventos. O ponto de partida foi o Documento de Visão, em 2014.

É importante destacar os esforços que a Diretoria-Executiva tem feito ao apresentar o trabalho da Embrapa e sua relação com a bioeconomia. Há o reconhecimento de que a bioeconomia aproxima o setor agropecuário da indústria, de que é possível aproveitar as oportunidades da grande biodiversidade brasileira.

Além disso, a Embrapa, como uma das responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas para a agricultura tropical, possui diversas possibilidades de contribuição dentro do desenvolvimento da bioeconomia. Seria importante que houvesse uma classificação dos temas/áreas da bioeconomia dentro da Empresa, que fosse padronizada e oficial, para aproveitar também oportunidades de parcerias e financiamentos. Uma sugestão seria a de fazer uma discussão dentro dos portfólios de pesquisa da Empresa para definição de suas áreas/temas de atuação dentro da bioeconomia.

Conforme visto no Capítulo 4, os sistemas da Empresa permitem o levantamento de seus projetos atuais e concluídos. E, a partir de uma classificação dentro da bioeconomia, é possível definir os caminhos que podem ser trilhados para o seu desenvolvimento. Considerando que a Empresa já definiu suas prioridades em seu VII PDE, durante sua internalização/execução entre os empregados, há grande chance que as metas definidas possam ser cumpridas além do que está previsto. Para isso, é essencial que especialistas nas diferentes áreas da bioeconomia estejam atentos para os problemas e desafios já identificados e para as possibilidades de parcerias internas e externas, fechando, assim, o ciclo de estratégia da Figura 3.

## Referências

CAPDEVILLE, G. de; BRASIL, B. dos S. A. F.; ALVES, A. A. **Innovation and business model of Embrapa Agroenergy**: integrated strategic management of R&D and TT. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2017. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 24).

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). 2019. **MCTIC e CGEE lançam Projeto Oportunidades e Desafios da Bioeconomia (ODBio)**. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/-/mctic-e-cgee-lancam-projeto-oportunidades-e-desafios-da-bioeconomia-odbio>. Acesso em: 10 out. 2020.

EMBRAPA. **Visão 2014-2034**: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

EMBRAPA. **VI Plano Diretor da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/1600893/VI+Plano+Diretor+da+Embrapa+2014-2034/7f0c7f31-b517-4621-8083-6450224d2f4e>. Acesso em: 28 set. 2020.

EMBRAPA. **VII Plano Diretor da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217274/1/VII-PDE-2020.pdf>. Acesso em: 29 out. 2020.

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

JESUS, K. R. E.; PEREIRA, V. F.; TORRES, D. A. P. T.; FRONZAGLIA, T.; PAZIANOTTO, R. A. A.; LOPES, D. B. **Desafios para a inserção da bioeconomia brasileira no contexto mundial**: análise preliminar da consulta a *Stakeholders*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

LOPES, D. B.; TORRES, D. A. P.; JESUS, K. R. E.; PIEROZZI JÚNIOR, I.; FRONZAGLIA, T.; PEREIRA, V. F. **Relatório Executivo - Construindo caminhos para a bioeconomia brasileira oficial**: desafios em biomassa, bioprodutos e energia renovável. 2018a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/2343087/55854112/Relatorio+Oficina+1+Bioeconomia+--+Desafios+em+Biomassa+Bioprodutos+Energia+Renov%C3%A1vel/aa1a51f8-0882-690f-6989-dc4906f35033?version=1.0>. Acesso em: 29 out. 2020.

LOPES, D. B.; TORRES, D. A. P.; JESUS, K. R. E.; PIEROZZI JÚNIOR, I.; FRONZAGLIA, T.; PEREIRA, V. F. **Relatório Executivo - Construindo caminhos para a bioeconomia brasileira oficial**: desafios em mudança do clima, recursos naturais e serviços ecossistêmicos. 2018b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/2343087/55854112/Relatorio+Oficina+2+Bioeconomia+--+Desafios+em+Mudan%C3%A7a+do+Clima%2C+Uso+de+Recursos+Naturais+e+Servi%C3%A7os+Ecosist%C3%AAs+Amigos/067b76b4-cdf9-9d04-57b2-77b87c50da9f?version=1.0>. Acesso em: 29 out. 2020.

LOPES, D. B.; TORRES, D. A. P.; JESUS, K. R. E.; PIEROZZI JÚNIOR, I.; FRONZAGLIA, T.; PEREIRA, V. F. **Relatório Executivo - Construindo caminhos para a bioeconomia brasileira oficial**: desafios em segurança alimentar e nutricional. 2018c. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/2343087/55854112/Relatorio+Oficina+3+Bioeconomia+--+Desafios+em+Seguran%C3%A7a+Alimentar+e+Nutricional/a502e95a-94aa-b49e-ee4c-1d48b3c457f5?version=1.0>. Acesso em: 29 out. 2020.

LOPES, D. B.; TORRES, D. A. P.; JESUS, K. R. E.; FRONZAGLIA, T.; PEREIRA, V. F. **Relatório do Projeto Focus**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/group/intranet/focus>. Acesso em: 29 out. 2020.

LOPES, M. Tropical agriculture and rural development in the emerging bioeconomy. **Global Bioeconomy Summit**. Disponível em: [https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Presentations/19\\_04\\_0\\_Lopes.compressed.pdf](https://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Presentations/19_04_0_Lopes.compressed.pdf). Acesso em: 15 ago. 2020.

MORETTI, C. O Agro e a nova dinâmica econômica, social e ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO AGRONEGÓCIO, 2020, On-line. **Anais** [...]. Brasília, DF, 2020.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **The bioeconomy to 2030**: designing a policy agenda Paris: OECD Publishing, 2009.

TORRES, D. A. P.; FRONZAGLIA, T.; SANTANA, C. A. M.; ARAUJO, D. L. M.; BOLFE, E. L.; LOPES, D. B.; PENA JÚNIOR, M. A. G.; SANTOS, G. S.; HEINZ, G. Bioeconomia: moldando o futuro da bioeconomia in: IPEA. **Brasil 2035**: cenários para o desenvolvimento. Brasília, DF: Ipea, 2017.





# Bioeconomia na Embrapa Agroenergia

*Richardson Silva Lima*

*João Ricardo Moreira de Almeida*

*Patrícia Verardi Abdelnur*

*Bruno dos Santos Alves Figueiredo Brasil*

*Clenilson Martins Rodrigues*

## Introdução<sup>1</sup>

Este capítulo destaca o papel da Embrapa Agroenergia, Unidade Descentralizada (UD) da Embrapa, no desenvolvimento de soluções tecnológicas para a conversão de biomassa em biocombustíveis, produtos químicos e materiais de base renovável. Pretende-se apresentar seus focos principais, sua forma de atuação e de interação com parceiros da iniciativa privada e academia, considerando que é uma Unidade que se dedica essencialmente às áreas de aplicação típicas da bioeconomia.

Este capítulo se organiza em quatro seções: a primeira apresenta as áreas de atuação e pesquisas da Embrapa Agroenergia; a segunda apresenta as atividades e os resultados executados no âmbito da unidade Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii); a terceira discute os eventos anuais promovidos; e, na quarta, são feitas algumas considerações finais.

## Atuação da Embrapa Agroenergia

A Embrapa Agroenergia tem como visão instituída: “Ser referência nacional e internacional na geração de inovações tecnológicas que permitam converter, por meio de processos bioquímicos, químicos e termoquímicos, matérias-primas renováveis diversificadas em alternativas sustentáveis de bioprodutos e bioenergia dentro do contexto da Biotecnologia Industrial e da Química Verde” (Embrapa Agroenergia, 2019b). Em consonância com essa visão institucional, as ações de PD&I da Embrapa Agroenergia foram definidas, a partir do final de 2016, em quatro eixos temáticos: Biomassas para fins industriais, Biotecnologia industrial, Química de renováveis e Biomateriais.

As ações no eixo de Biomassas para fins industriais são voltadas para o desenvolvimento de biomassas vegetais e algais que possam ser utilizadas como substratos, em processos industriais de produção de biocombustíveis e bioprodutos. Na Biotecnologia industrial, microrganismos e seus derivados, tais como enzimas, são empregados diretamente em processos de desconstrução de resíduos agroindustriais e na conversão de açúcares, lignina, óleos, glicerina e outros substratos renováveis para produção de compostos de interesse industrial. Em alguns casos, estratégias de bioprospecção, melhoramento genético e de

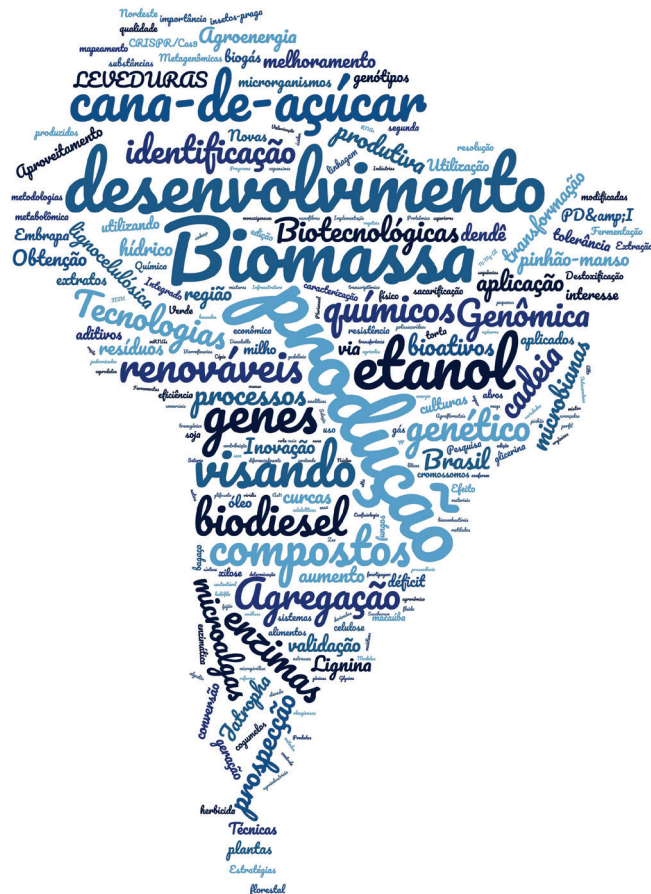
<sup>1</sup> Os autores agradecem à colega Clelma Maria Linhares pelo apoio na elaboração do capítulo.

fermentação podem ser empregadas para a obtenção de microrganismos, os quais podem ser aplicados diretamente na agroindústria como produto final. Assim como na Biotecnologia industrial, na Química de renováveis, são gerados produtos e processos de base renovável, porém, com a aplicação de processos químicos, termoquímicos e físico-químicos na conversão da biomassa e/ou seus constituintes em produtos de interesse industrial. Finalmente, no eixo de Materiais renováveis, a Unidade atua para produzir materiais a partir de matéria orgânica de origem vegetal, animal ou microbiana. Maior detalhamento dos eixos temáticos pode ser consultado na página da Unidade na internet<sup>2</sup>.

Nesse contexto, depreende-se claramente que as linhas de atuação da Unidade estão inseridas no contexto da bioeconomia, mais especificamente no contexto de biorrefinarias. Nesse sentido, a Unidade tem investido esforços de PD&I para desenvolvimento de biocombustíveis e insumos agroindustriais. Com relação a biocombustíveis, o foco da Unidade está centrado principalmente nos combustíveis líquidos à base de etanol (1G e 2G), biodiesel e bioquerosene de aviação e, também, em biogás. Os trabalhos com insumos agroindustriais visam agregar valor e suportar o desenvolvimento do agronegócio pela geração de bioprodutos, biofertilizantes, bioinsumos, compostos químicos renováveis e outros por processos biológicos, químicos e físicos. A busca por agregação de valor a resíduos e coprodutos da cadeia de biocombustíveis pela produção de insumos agroindustriais é constante nos projetos de pesquisa e desenvolvimento da Unidade, haja vista, essa ser uma etapa essencial da economia circular para as biorrefinarias. A nuvem de palavras gerada a partir dos títulos dos 108 projetos liderados pela UD (32 ainda em execução) confirma o foco no desenvolvimento de produtos e processos para agregação de valor à biomassa. Palavras como biomassa, produção, etanol, biodiesel, compostos, agregação e cana-de-açúcar estão entre as mais presentes na programação da UD (Figura 1). Um bom exemplo da atuação da Unidade refere-se ao desenvolvimento de ativos tecnológicos para biorrefinarias de cana-de-açúcar.

As biorrefinarias de cana-de-açúcar, no Brasil, produzem atualmente açúcar, etanol, energia elétrica pela queima de bagaço de cana, e leveduras para ração animal. O setor sucroenergético é responsável por 18% da matriz energética brasileira e faz com que o Brasil seja um dos maiores exportadores de açúcar do mundo (Empresa de Pesquisa Energética, 2020). Apesar do grande sucesso do setor, novas tecnologias para aumentar a sustentabilidade dessa indústria têm sido buscadas por diferentes instituições de pesquisa. Na Embrapa Agroenergia,

<sup>2</sup> [www.embrapa.br/agroenergia](http://www.embrapa.br/agroenergia).

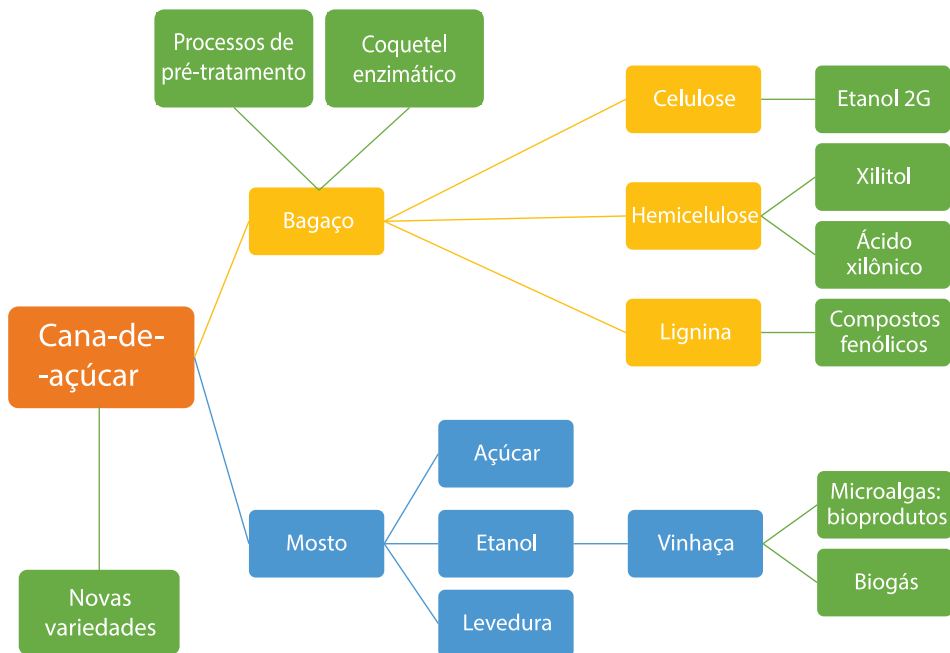


**Figura 1.** Nuvem de palavras gerada a partir do título dos 108 projetos liderados pela Embrapa Agroenergia em 2020.

diversos projetos têm sido desenvolvidos com o intuito de gerar novos ativos tecnológicos para o setor. A Figura 2 apresenta o resumo dos principais produtos já consolidados na indústria (azul), e novos produtos e processos em desenvolvimento na Embrapa Agroenergia (verde). No eixo de biomassa para fins industriais, novas variedades de cana mais produtivas e resistentes a estresses bióticos e abióticos têm sido obtidas por técnicas de melhoramento genético.

Nos eixos de biotecnologia industrial e química de renováveis, diferentes estratégias têm sido empregadas para conversão dos resíduos da cana-de-açúcar, principalmente de seu bagaço, em novos compostos químicos de

interesse industrial (Figura 2). Destaca-se o desenvolvimento de processos de pré-tratamento e produção de um coquetel enzimático para hidrólise de biomassa, que permite a desconstrução dos componentes da biomassa, isto é, celulose, hemicelulose e lignina, em seus constituintes unitários. Os açúcares provenientes da celulose e hemicelulose podem ser convertidos em produtos de interesse industrial. Um exemplo é a obtenção de ácido xilônico por rota fermentativa pela conversão da xilose presente em hidrolisados hemicelulósicos por novas linhagens de leveduras recombinantes. A Embrapa Agroenergia também tem usado a vinhaça como substrato para cultivo de microalgas. Com isso, novos produtos são gerados a partir das algas produzidas, e reduz-se a oferta de vinhaça, diminuindo a disposição desse passivo no ambiente. Esses e outros ativos tecnológicos (produtos e processos), gerados na Embrapa Agroenergia, são descritos em publicações científicas especializadas e podem ser acessados na página da Unidade<sup>3</sup> e, também, na Vitrine Tecnológica da Embrapa Agroenergia<sup>4</sup>.

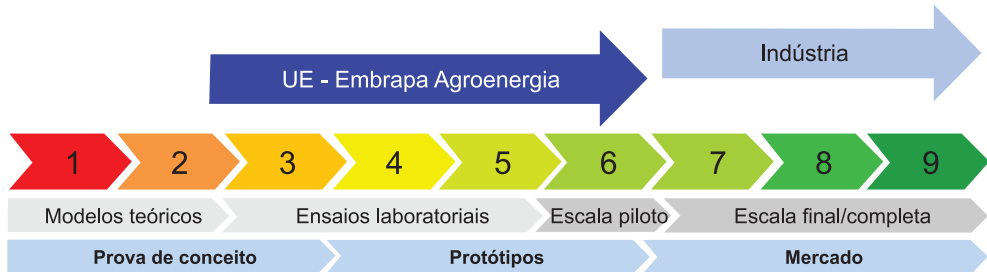


**Figura 2.** Produtos e processos em biorrefinarias de cana, desenvolvidos pela Embrapa Agroenergia até o ano de 2020.

<sup>3</sup> [www.embrapa.br/agroenergia/publicacoes](http://www.embrapa.br/agroenergia/publicacoes).

<sup>4</sup> [www.embrapa.br/agroenergia/vitrine/vitriNETecnologica](http://www.embrapa.br/agroenergia/vitrine/vitriNETecnologica).

A Vitrine Tecnológica apresenta soluções inovadoras desenvolvidas pela Embrapa Agroenergia e instituições parceiras, visando prover de matérias-primas, insumos e processos os mercados de biocombustíveis, nutrição animal, produtos químicos e materiais de origem renovável. Trata-se de um canal de divulgação para fomentar negócios tecnológicos em modelos de inovação aberta, permitindo a transferência das tecnologias geradas pela Embrapa para a sociedade. Os ativos tecnológicos apresentados na vitrine encontram-se disponíveis para parcerias de licenciamento ou desenvolvimento conjunto. Estão categorizados em uma escala de níveis de maturidade tecnológica que vai de um a nove (Figura 3), baseada na referência primária ISO/FDIS 16290.



**Figura 3.** Atuação nos diferentes níveis da escala *technology readiness level* (TRL) e *manufacturing readiness level* (MRL) da Embrapa Agroenergia e da indústria no desenvolvimento de tecnologias para os projetos Embrapii.

Fonte: Capdeville et al. (2017).

Com o objetivo de aumentar a sustentabilidade das agroindústrias e o estabelecimento de projetos de inovação aberta com o setor produtivo, a Unidade gerou ativos tecnológicos aplicados em diferentes mercados nos últimos anos. Destacam-se os mercados de biocombustíveis e bioenergia, defensivos agrícolas, polímeros, fertilizantes, cosméticos, agroquímicos e indústria química. Exemplos de produtos e processos para produção de biocombustíveis, variedades de biomassas, processos de produção de compostos químicos a partir de fontes renováveis estão disponíveis no Relatório de Gestão da Empresa (Embrapa Agroenergia, 2019a).

Tendo em vista as constantes mudanças técnicas, econômicas, sociais, ambientais e mercadológicas na agroindústria, faz-se necessário à Embrapa Agroenergia e demais instituições de ciência e tecnologia (ICTs) a constante revisão do seu planejamento estratégico. Dessa forma, a Unidade revisa sua agenda

de prioridades, isto é, objetivos estratégicos, periodicamente, visando prever transformações e definir o foco da programação de pesquisa, desenvolvimento e inovação para os próximos 5 a 10 anos. Para isso, a Unidade conta, desde 2016, com um observatório de tendências cuja meta é elaborar estudos com a finalidade de prever tendências e oportunidades em sua área de atuação. Mais especificamente, a Unidade já elaborou estudos nos temas lignina, ácidos orgânicos, álcoois, biomassas oleaginosas e algas. Os relatórios técnicos gerados possuem informações confidenciais e algumas de aspecto público, e identificam possíveis processos e produtos a serem empregados e obtidos a partir da conversão de recursos renováveis. A análise qualitativa e quantitativa de dados de publicações científicas e tecnológicas (patentes) permite a identificação de áreas de atuação saturadas ou amplamente estudadas nacional e internacionalmente, além da visualização de novas tendências (sinais fracos). Por exemplo, em estudo recente realizado em projeto liderado pela Embrapa Agroenergia, o potencial de 77 ácidos carboxílicos chegarem à escala de produção industrial nos próximos anos foi avaliado utilizando estratégia baseada em multicritérios (Braga et al., 2020) para estimar dados de publicações científicas e de patentes. Dados de mercado de cada ácido, relativos à demanda e ao preço, com informações dos processos tecnológicos de produção dos referidos ácidos e outros parâmetros, permitiram identificar aqueles com maior potencial de atingirem a produção industrial nos próximos anos.

## Unidade Embrapii – Embrapa Agroenergia

Historicamente, observa-se que a geração de riqueza, emprego e renda está diretamente relacionada ao desenvolvimento de inovações (Nelson; Winter, 1982). De fato, a busca contínua por novas tecnologias torna-se condição essencial para sobrevivência das empresas no mercado competitivo e globalizado atual. Por conseguinte, o desenvolvimento econômico das nações está assentado, cada vez mais, na inovação baseada em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. O Brasil investe cerca de 1,2% do PIB em pesquisa e desenvolvimento, ocupando o 11º lugar no ranking global de produção científica (National Science Board, 2018) e apenas o 62º lugar no ranking global de inovação (Cornell University et al., 2018). Entre os fatores relacionados a essa disparidade, pode-se citar o baixo investimento empresarial na área e a alta concentração de pesquisadores doutores nas instituições de ensino superior, em detrimento do setor industrial.



Nesse contexto, a colaboração entre ICTs e o setor privado ganha relevância estratégica como medida para alavancar a disseminação da inovação aberta no País. De fato, parcerias entre ICTs e empresas constituem um dos principais modelos de inovação aberta fomentados no mundo, tendo em vista seu significativo impacto positivo para o desenvolvimento econômico e social (Chin, 2012). Embora o setor empresarial seja o efetivo demandante por inovações, poucas empresas detêm ou deterão todas as competências, recursos, estruturas e capacidades para desenvolverem, individualmente, inovações de grande impacto e que sejam incorporadas pelo mercado (Capdeville, 2017). Assim, as ICTs surgem como atores complementares importantes, pois atuam na geração e oferta de conhecimentos, informações e tecnologias, funcionando como engrenagens fundamentais para alavancar a inovação.

De modo a fomentar ativamente a inovação aberta por meio de parcerias com o setor produtivo privado, a Embrapa Agroenergia se credenciou, em 2016, como uma das unidades da Embrapii (Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial). A Embrapii<sup>5</sup> é uma organização social qualificada pelo Poder Público Federal, criada em 2013, com a missão de contribuir para o desenvolvimento da inovação na indústria brasileira por meio do fortalecimento de sua colaboração com institutos de pesquisas e universidades. A Unidade Embrapii (UE), sediada na Embrapa Agroenergia, atua na temática Bioquímica de renováveis, e tem como objetivo o codesenvolvimento e cocriação de soluções tecnológicas, por meio de inovação aberta, em parceria com a indústria de base biológica no Brasil.

## Modelo Embrapii

A parceria UE e empresa visa à inserção de tecnologias (produtos, processos ou softwares) no mercado e, assim, permite fomentar o ecossistema de inovação. Entre as diversas vantagens, o modelo Embrapii preconiza as seguintes premissas:

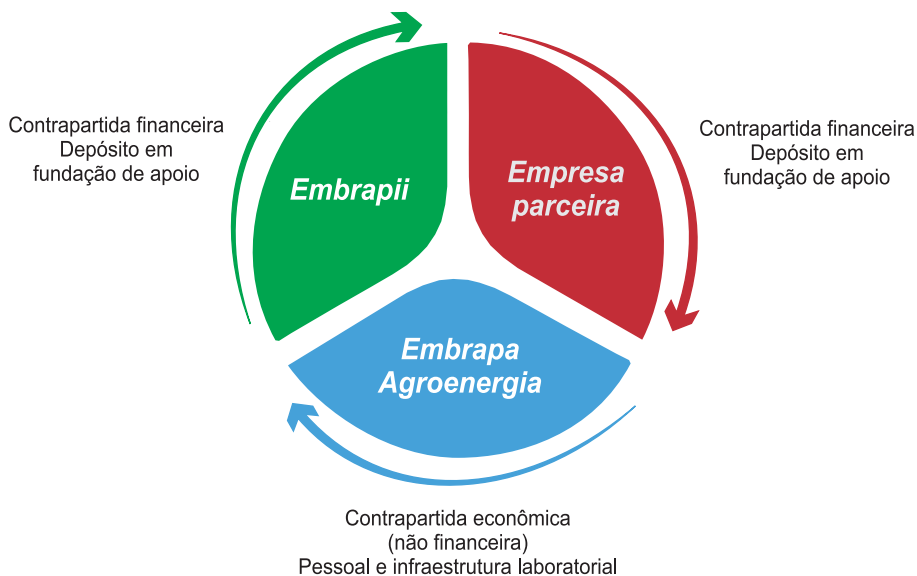
- ✓ Agilidade e flexibilidade na contratação de projetos.
- ✓ Recurso não reembolsável e pré-aprovado pela Embrapii.
- ✓ Exploração comercial com exclusividade pela empresa parceira.
- ✓ Desenvolvimento de tecnologias customizadas para a empresa parceira.
- ✓ Compartilhamento de riscos nas etapas mais críticas do desenvolvimento tecnológico.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://embrapii.org.br/institucional/quem-somos/>

## Financiamento de Projetos

Um dos grandes diferenciais dos projetos Embrapii é o aporte financeiro, que ocorre em fluxo contínuo. Os custos dos projetos são divididos em três partes: Embrapii, empresa(s) e UE-Embrapa Agroenergia; portanto, dois terços dos recursos são oriundos do poder público e um terço da iniciativa privada.

A Embrapii contribui com, no máximo, um terço em contrapartida financeira; a(s) empresa(s) parceira(s) com, no mínimo, um terço em contrapartida financeira; e a UE-Embrapa Agroenergia com um terço em contrapartida econômica (pessoal e infraestrutura) (Figura 4).



**Figura 4.** Contribuição e contrapartidas financeiras e econômicas da Embrapii, UE-Embrapa Agroenergia e empresa(s) nos projetos Embrapii.

Visando impulsionar e viabilizar os projetos de inovação entre empresas e unidades Embrapii, a organização social Embrapii possui diversos convênios com diferentes instituições e bancos. Entre as parcerias firmadas, destaca-se a parceria com o Sebrae. A injeção de recursos financeiros em projetos de pesquisa e inovação pela instituição viabiliza a inserção de pequenas empresas, como *startups* e Microempreendedor Individual (MEI) no mundo da inovação tecnológica.

Os recursos Sebrae financiam até 80% do valor da contrapartida da empresa e podem ser investidos em três modalidades de projetos: desenvolvimento tecnológico; encadeamento tecnológico; e aglomeração tecnológica.

As empresas também podem se beneficiar com a parceria que a Embrapii tem com a PricewaterhouseCoopers (PWC). A parceria auxilia as empresas no mecanismo de utilização do incentivo fiscal oferecido pela Lei do Bem. Esse incentivo pode ser utilizado por empresas que trabalham com regime de lucro real para abater no aporte da empresa em projetos Embrapii (um terço do projeto). Existem outras parcerias como Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), BNDES, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE), Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), Banco do Nordeste, Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec), Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Capes, Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Confap), Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação (Consecti), Fapesp, Agência de Fomento do Estado de Santa Catarina S.A. (Badesc), Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQPB), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg), Fundação Araucária, que, também, podem beneficiar empresas de vários portes, auxiliando-as na contrapartida que lhes cabem. Todas as informações sobre as parcerias firmadas pela Embrapii podem ser encontradas no site da instituição<sup>6</sup>.

## Ativos Tecnológicos e Pré-tecnológicos para Negociação

Os projetos Embrapii são customizados de acordo com o interesse do parceiro. E, para aproximar da realidade do setor industrial e oferecer oportunidades de parceria, a Embrapa Agroenergia criou e disponibilizou uma Vitrine Tecnológica (VT) (Figura 5), que conta atualmente com 27 ativos tecnológicos. Os ativos estão relacionados em quatro eixos temáticos: biomassas para fins industriais, biotecnologia industrial, química de renováveis e materiais renováveis. A VT é atualizada periodicamente de modo a apresentar diversos ativos aos parceiros. Os ativos tecnológicos disponíveis para negociação podem ser encontrados no site.

<sup>6</sup> [www.embrapii.org.br](http://www.embrapii.org.br).



**Figura 5.** Vitrine Tecnológica da Embrapa Agroenergia.

Fonte: Embrapa Agroenergia (2020).

Os ativos pré-tecnológicos (APT) podem também ser negociados nos arranjos de projetos Embrapii. Atualmente, a Embrapa Agroenergia possui um banco com mais de 10 mil microrganismos derivados da biodiversidade brasileira e exóticos, sendo bactérias, fungos, leveduras e microalgas. Além disso, possui um banco de enzimas (celulases, lipases, proteases, lacases, fitases, entre outras), de metabólitos (açúcares, polióis, fenólicos, ácidos orgânicos, álcoois, entre outros) e *traits* genéticos, como marcadores moleculares, genes candidatos, promotores, entre outros (Figura 6).

## Fluxo Operacional

A equipe da Unidade Embrapii é composta atualmente por uma coordenadora-geral, coordenador de operações, coordenador de negócios e planejamento, coordenadora de propriedade intelectual e contratos, assessora de planejamento e qualidade, assessoria de imprensa e seis pesquisadores/coordenadores técnicos líderes, além de 24 pesquisadores e 13 analistas que integram a equipe de P&D da UE.

A UE-Embrapa Agroenergia trabalha com um funil de vendas, conforme ilustrado na Figura 7. A primeira etapa é a captura de *leads*<sup>7</sup>, a qual é realizada pela equipe do Setor de Comunicação e Marketing (SCM) e do Setor de Implementação

<sup>7</sup> *Leads* são os contatos gerados através das ações de marketing.



**Figura 6.** Ativos pré-tecnológicos da Embrapa Agroenergia. A coleção conta com mais de 10 mil microrganismos da biodiversidade brasileira.

Fonte: Embrapa Agroenergia (2020).



**Figura 7.** Etapas relacionadas ao processo, desde a captura de leads até a contratação do projeto, e os atores envolvidos em cada etapa.

da Programação de Transferência de Tecnologia (Sipt), a partir da disponibilização de material rico em conteúdo, campanhas de marketing, webinars, lives, seminários, entre outros. A prospecção de empresas também é realizada por meio da participação da equipe da UE em feiras e eventos.

A partir desses contatos com os potenciais parceiros, a equipe da UE realiza uma apresentação institucional. Havendo interesse em prosseguir com a parceria, um *non-disclosure agreement* (NDA) é enviado para assinatura do parceiro. Após a assinatura das partes e publicação no Diário Oficial da União (DOU) do NDA, iniciam-se as tratativas técnicas.

Reuniões técnicas são realizadas entre o(s) pesquisador(es) e o(s) parceiro(s) a fim de identificar a demanda e elaborar um escopo de projeto. Com a aprovação do escopo pelo parceiro, inicia-se a elaboração do contrato e do plano de trabalho. Esse trâmite operacional é realizado pelo Setor de Prospecção e Avaliação de Tecnologias (Spat) com apoio do pesquisador/coordenador técnico do projeto.

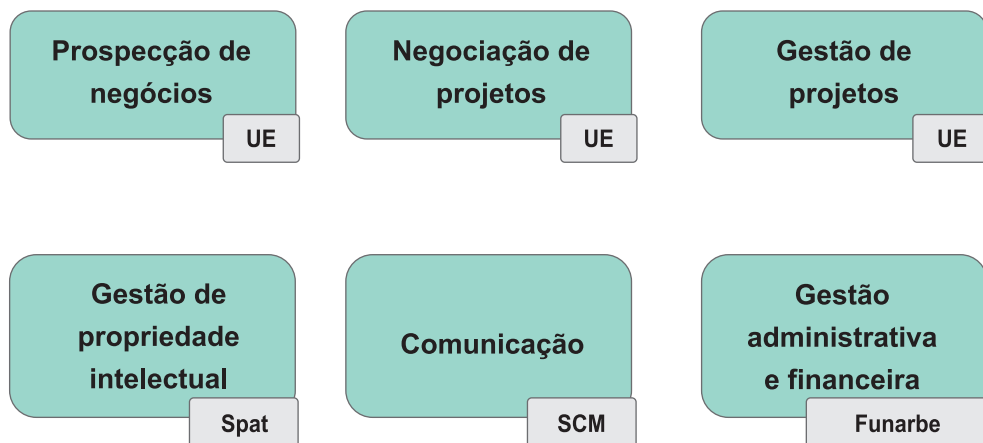
Assim que o contrato é assinado e publicado no DOU, inicia-se a execução técnica do projeto. A gestão administrativa e financeira é realizada pela fundação de apoio, que atualmente está sob a responsabilidade da Fundação Arthur Bernardes (Funabre), de Viçosa, MG, e Fundação Eliseu Alves (FEA). A gestão dos projetos contratados é realizada pelo coordenador técnico e pelo escritório de projetos da UE-Embrapa Agroenergia.

A UE-Embrapa Agroenergia possui seis macroprocessos, são eles: a) Prospecção de negócios; b) Negociação de projetos; c) Gestão de projetos; d) Gestão de propriedade intelectual (processo estabelecido pelo Spat); e) Comunicação (processo estabelecido pelo SCM/CNPAE); f) Gestão administrativa e financeira (processo realizado pela Fundação Arthur Bernardes - Funarbe) com apoio da Equipe do escritório da UE (Figura 8). Todos os processos são documentados de acordo com as premissas do Núcleo de Gestão da Qualidade (NGQ) da Embrapa Agroenergia.

## Resultados 2016–2020

As metas e resultados alcançados pela UE-Embrapa Agroenergia nos 4 anos de credenciamento foram:

- 329 empresas prospectadas.
- 54 propostas técnicas enviadas.



**Figura 8.** Macroprocessos da Unidade Embrapii-Embrapa Agroenergia.

- 12 projetos contratados.
- 12 empresas contratadas.
- R\$ 6,1 milhões aportados pela Embrapii.
- R\$ 6,1 milhões aportados pelas empresas.
- R\$ 6,1 milhões aportados pela UE-Embrapa Agroenergia.
- R\$ 18,3 milhões em projetos contratados.

As metas referentes à taxa de sucesso de projeto(s) e pedidos de propriedade intelectual ainda estão em 0%, pois todos os projetos contratados ainda se encontram na etapa de execução (dados de 2020).

As empresas parceiras nos projetos Embrapii encontram-se na Figura 9. É importante ressaltar que algumas empresas já firmaram novos contratos para desenvolvimento de pesquisas com nível de maturidade superior ao contratado anteriormente e/ou para desenvolvimento de novas pesquisas de acordo com a área de atuação de cada uma, indicando satisfação dos parceiros com esse modelo de projetos em parceria para inovação aberta.

Os projetos de inovação financiados pela Embrapii, em execução na UE, permeiam diferentes áreas e mercados, como desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar transgênica; biofertilizante a base de algas; defensivo agrícola; biofabricação de corantes por vias biotecnológicas; entre outros.

Vale destacar que os projetos em desenvolvimento no modelo Embrapii têm completo alinhamento com o posicionamento estratégico da Embrapa



**Figura 9.** Empresas parceiras da Unidade Embrapii-Embrapa Agroenergia em 2020.

Agroenergia; e, ao final da execução de cada um, permitirá a introdução, no mercado nacional e internacional, de tecnologias inovadoras codesenvolvidas pela Unidade, o que certamente impactará positivamente na imagem da Embrapa enquanto empresa pública a serviço da sociedade.

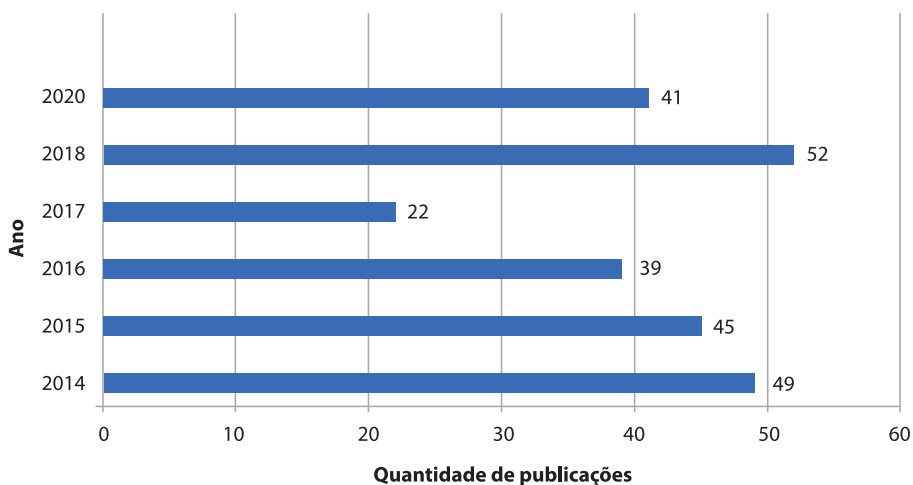
O modelo Embrapii é inovador, ágil e flexível, sendo uma excelente oportunidade para o empresário brasileiro alavancar os seus negócios, por meio de maior inovação nas empresas. A experiência como Unidade Embrapii tem sido muito positiva na Embrapa Agroenergia, fomentando o ecossistema de inovação e transferindo tecnologia para o setor industrial brasileiro.

## Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia

Uma ação em P&D que potencializa a relação estreita entre a atuação da Embrapa Agroenergia e o tema Bioeconomia é a realização do *Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia* (EnPI), instituído em 2014. A principal finalidade do evento é promover para a sociedade a difusão de conhecimento por meio das pesquisas realizadas na Embrapa Agroenergia, visando apresentar para a comunidade científica os trabalhos desenvolvidos por estudantes de graduação, mestrado e doutorado, bem como profissionais em pós-doutorado, resguardadas as informações sensíveis no que tange aos elementos de sigilo contratual e de proteção intelectual de ativos tecnológicos.



Desde a primeira edição realizada em 2014, foram apresentados no EnPI trabalhos técnicos-científicos nas áreas de biomassas para fins industriais, biotecnologia industrial, química de renováveis e materiais renováveis. Essas áreas estão fundamentadas nos quatro principais eixos de atuação em P&D da Embrapa Agroenergia: biomassas para fins industriais, biotecnologia industrial, química de renováveis e materiais renováveis. As edições de 2014 a 2020 entregaram para a comunidade científica um total de 248 publicações, conforme a Figura 10.



**Figura 10.** Quantidade de publicações dos encontros de pesquisa e inovação da Embrapa Agroenergia entre 2014 e 2020.

Fonte: Embrapa Agroenergia (2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2020).

A partir da 2ª edição, em 2015, a Embrapa Agroenergia reformulou o formato de apresentação/discussão dos temas abordados pelo EnPI em dois momentos. O primeiro momento nomeado como *Agroenergia em Foco*, é constituído em forma de simpósio em torno de um tema-chave e com a participação de palestrantes dos setores público e privado. No segundo momento, a Embrapa Agroenergia disponibiliza espaço para as apresentações e premiações dos trabalhos técnico-científicos. No II EnPI (Embrapa Agroenergia, 2015), o simpósio *Agroenergia em Foco* teve como tema central Produção e uso de enzimas no contexto da agroenergia. Já no III EnPI (Embrapa Agroenergia, 2016), as discussões permearam o tema Bioeconomia, o papel da química verde e dos biomateriais. No IV EnPI (Embrapa Agroenergia, 2017), o tema do simpósio

foi Biotecnologia industrial; e, no V EnPI (Embrapa Agroenergia, 2018), o tema foi Biomassa para a bioeconomia.

No VI EnPI (Embrapa Agroenergia, 2020), o tema foi Bioprodutos: agregação de valor às agroindústrias, com especial ênfase em bioinsumos. Foi um evento completamente diferente dos demais, pois foi realizado 100% em formato digital, em razão das restrições impostas pelo estado de pandemia da covid-19, além de trazer na programação um espaço dedicado para inovação e negócios, chamado de InovAR – Diálogos de Inovação Tecnológica, em que se visou a prospecção de demandas, discussão de soluções tecnológicas e possibilidades de parcerias com o setor produtivo.

## Considerações Finais

A Embrapa Agroenergia tem avançado no desenvolvimento da bioeconomia. Observou-se que, a partir da definição de quatro eixos principais de atuação, a Unidade está canalizando os esforços no desenvolvimento da bioeconomia. Essa organização tem permitido avanços significativos da Embrapa Agroenergia que chegou, em 2021, aos seus 15 anos de existência.

Destaca-se o modelo de negócios da Unidade cujo foco é a geração de ativos pré-tecnológicos e tecnológicos para inserção no mercado da inovação. O modelo de negócios utilizado é de inovação aberta, que permite negociar as tecnologias desenvolvidas com instituições e empresas públicas e privadas, visando ao codesenvolvimento de suas soluções tecnológicas. Isso é uma escolha essencial, já que a parceria instituições de pesquisa e setor privado é fundamental para o desenvolvimento da bioeconomia, e este setor estará à frente na produção de bens e serviços.

O credenciamento com a Embrapa também é um importante reconhecimento da capacidade da Unidade, de seu alinhamento ao tema da bioeconomia e de sua inclinação para parcerias.

Os EnPIs estão bastante alinhados com a bioeconomia e têm se tornado um local de encontro e debate. Essa é mais uma contribuição da Unidade para a disseminação do tema, apresentação de soluções, conexão com a academia e estudantes que serão o futuro da bioeconomia. Em conclusão, o direcionamento por eixos específicos, a organização da pesquisa e de seu modelo de negócio

e o trabalho em conjunto com outros atores têm permitido resultados e reconhecimento que podem ser utilizados de exemplo para instituições que querem avançar no desenvolvimento da bioeconomia.

## Referências

BRAGA, M.; FERREIRA, P. M.; ALMEIDA, J. R. M. Screening method to prioritize relevant bio-based acids and their biochemical processes using recent patent information. **Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr**, v. 15, p. 231-249, 2020.

CAPDEVILLE, G. de; BRASIL, B. S. A. F.; ALVES, A. A. **Innovation and business model of Embrapa Agroenergy**: integrated strategic management of R&D and TT. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2017. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 24).

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS CGEE. **MCTIC e CGEE lançam Projeto Oportunidades e Desafios da Bioeconomia (ODBio)**. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/-/mctic-e-cgee-lancam-projeto-oportunidades-e-desafios-da-bioeconomia-odbio>. Acesso em: 10 out. 2020.

CHIN, C. M. M. **Development of a project management methodology for use in a university-industry collaborative research environment**. 2012. Thesis (PhD) – University of Nottingham, Nottingham.

CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; WIPO. **Índice global de inovação de 2018**: energizando o mundo com inovação. Ithaca, 2018. Disponível em: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo\\_pub\\_gii\\_2018-abridged1.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_gii_2018-abridged1.pdf). Acesso em: 18 jan. 2022.

CORNELL UNIVERSITY; INSEAD; WIPO. **The Global Innovation Index 2020**: Who Will Finance Innovation? Ithaca, 2020. Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2020-report#>. Acesso em: 30 out. 2020.

CRONI, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: A step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, v. 17, p. 38-43, 2008 DOI: 10.12968/bjon.2008.17.1.28059.

EMBRAPA AGROENERGIA. **I Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia**: Anais. 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIV2014final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **II Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia**: Anais. 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIV2015final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **III Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia**: Anais. 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIV2016final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **IV Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia:**

Anais. 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIv2017final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **V Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia:**

Anais. 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1053238/1/IENPIv20184final.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **Pesquisa e Inovação na Embrapa Agroenergia:** oportunidades para inovação na cadeia produtiva do biodiesel. 2019b. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/oleaginosas-e-biodiesel/2019/37a-ro/app\\_37ro\\_biodiesel\\_embrapa.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/oleaginosas-e-biodiesel/2019/37a-ro/app_37ro_biodiesel_embrapa.pdf). Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **Relatório de Gestão 2016-2019.** 2019a. Disponível em: <https://relatoriodegestao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMBRAPA AGROENERGIA. **Vitrine Tecnológica.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agroenergia/vitrine/vitrinetecnologica>. Acesso em: 30 out. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional.** 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>. Acesso em: 10 out. 2020.

NATIONAL SCIENCE BOARD. **Science and Engineering Indicators.** 2018. Disponível em: <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2022.

NELSON, R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change.** Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.



# Contribuições da Embrapa para Construção da Governança da Bioeconomia no Brasil

*Danielle Alencar Parente Torres*  
*Gilmar Souza Santos*

## Introdução

Recentemente houve uma intensificação nas discussões sobre bioeconomia, o que levou ao aumento de iniciativas em diversas instituições. Há a expectativa de que seja construída uma estratégia nacional em bioeconomia no Brasil; e, para isso, será necessário o envolvimento de diferentes atores, considerando suas áreas de atuação, os desafios que enfrentam, e suas contribuições já realizadas e as programadas para o futuro. Diante desse cenário, é necessário que os atores comecem a enxergar a construção desse esforço no desenvolvimento da bioeconomia de forma conjunta e integrada, percebendo o que está em andamento, onde é possível unir esforços, as prioridades, as necessidades financeiras, de recursos humanos e de infraestrutura. Há necessidade de coordenação para que os esforços se complementem e sejam somados, acelerando os ganhos para a sociedade.

Nesse contexto, este capítulo tem como principal objetivo destacar os pontos que precisam ser definidos para uma boa governança da bioeconomia, apresentando subsídios para a construção de uma estratégia nacional de bioeconomia para o Brasil. O público-alvo é o governo (federal, estadual e municipal), a Embrapa, os parceiros das diferentes instituições públicas e privadas, assim como atores/instituições interessados em trabalhar para o desenvolvimento da bioeconomia em benefício da sociedade. A partir de um entendimento conjunto do que é a bioeconomia, da definição de objetivos e prioridades, e de compromissos firmados entre os atores/instituições, será possível avançar e construir uma estratégia sólida.

A ideia é utilizar as informações presentes nos capítulos anteriores deste livro e organizá-las para enxergarmos os elementos importantes dentro de uma visão mais macro e de como eles podem se conectar. É importante destacar que serão apresentados alguns exemplos de instituições e atores da bioeconomia. Conforme já mencionado em capítulos anteriores, o universo da bioeconomia é bastante amplo, e é difícil nomear e apresentar todos os participantes; portanto, os exemplos aqui apresentados são amostras que ajudam a levantar elementos, características e alternativas dentro da bioeconomia.

Após essa breve introdução, serão discutidos os elementos da governança, a partir de um arcabouço, com exemplos para o Brasil. Após a compreensão de quem são os atores dessa construção, passa-se a uma discussão do conceito de bioeconomia e sua relação com a governança e com a construção de uma estratégia nacional. Na seção quatro, serão apresentados possíveis direcionadores para o

caso brasileiro e as principais áreas de atuação; na seção cinco, serão discutidos os setores e as instituições que já estão atuando e se preocupando com o tema, apresentando também os principais atores; na seção seis, será dado um olhar para a possível atuação da Embrapa; e, por fim, apresenta-se uma proposta de implementação e acompanhamento das iniciativas voltadas ao desenvolvimento da bioeconomia no Brasil.

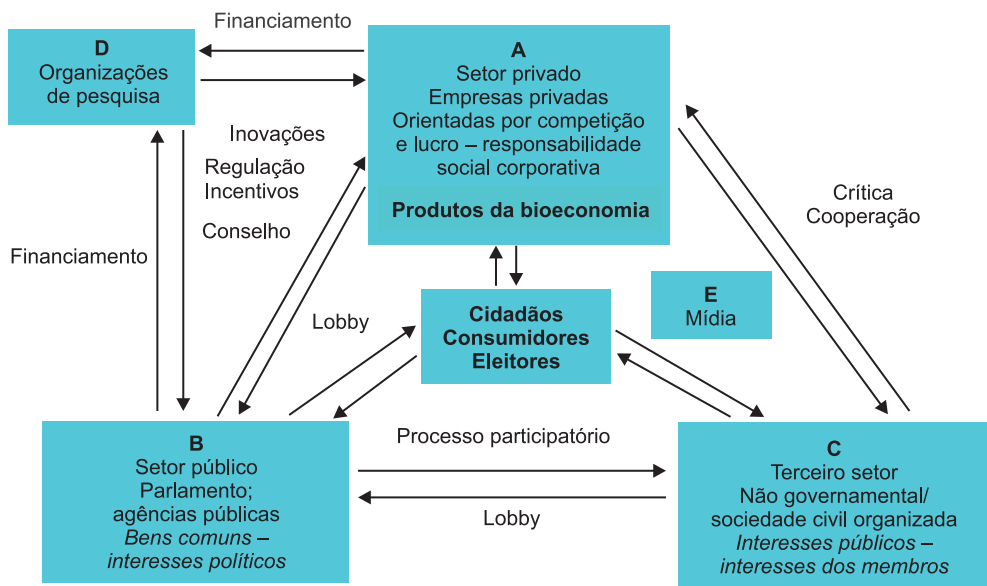
## Governança da Bioeconomia

De acordo com Birner (2018), o termo governança se refere às instituições, aos processos e atores que são relevantes para a bioeconomia. Sugere-se uma ampliação do termo para governança econômica que se relaciona com as transações entre os distintos atores e instituições envolvidos na bioeconomia. A realidade da bioeconomia, seguindo os conceitos de governança econômica de Dixit (2008) e Zylbersztajn (2011), leva a uma nova fronteira da governança, e torna-se necessário ampliar o foco de governar no vasto conjunto de elementos envolvidos na bioeconomia. Os mecanismos tradicionais de governança foram desenhados para olhar para dentro das instituições. A governança da bioeconomia segue a lógica econômica, permitindo a coordenação do processo formado por atores dispersos e contratos complexos. A lógica da governança econômica, contrapondo à governança corporativa tradicional, permite que as instituições e atores atuem a seu modo, e possam se adequar à ação coletiva da bioeconomia.

Para a análise de governança neste capítulo, utilizaremos o arcabouço conceitual desenvolvido por Birner (2018), apresentado na Figura 1. Pretende-se preencher a Figura 1 com exemplos já discutidos em capítulos anteriores para começar a construir esse grande quadro da bioeconomia brasileira.

De acordo com Birner (2018), existem três tipos de organizações que se relacionam dentro da bioeconomia: organizações do setor privado, organizações do setor público e organizações da sociedade civil que são chamadas de terceiro setor. As organizações de pesquisa, na maioria das vezes, são organizações públicas; e a autora considera que essas instituições têm um papel de destaque, já que a bioeconomia é baseada em conhecimento. Os órgãos de comunicação também têm destaque, pois eles possuem papel diferenciado, nesse caso mais relacionado às políticas. Os cidadãos que também são consumidores e eleitores ficam no centro, ligados a todos os setores e atores. Ao colocar os cidadãos como





**Figura 1.** Governança da bioeconomia.

Fonte: Birner (2018).

tendo um papel central, percebe-se a importância desses atores e de como eles podem ser a força motriz no desenvolvimento da bioeconomia.

Para que a bioeconomia se desenvolva, há necessidade de interação entre esses diversos atores que, por sua vez, podem ter objetivos complementares ou conflitantes. Conseqüentemente, resultam em processos políticos e/ou econômicos que podem propiciar ou não o desenvolvimento da bioeconomia.

Por isso, esse primeiro passo de identificação e integração de atores – para discussões conceituais, definição de objetivos, prioridades, metas conjuntas – é fundamental na construção dessa grande *big picture* da bioeconomia brasileira. Feito isso, parte-se para a construção de um trabalho conjunto. Ao se definir objetivos comuns, torna-se mais fácil estabelecer parcerias, evita-se a duplicação de trabalhos. Dessa forma, é possível ganhar tempo, acelerar as iniciativas e, conseqüentemente, otimizar/ampliar os resultados e benefícios para a sociedade.

De acordo com Birner (2018), analisando os atores acima, as empresas do setor privado aparecem como responsáveis pela produção dos bioprodutos e serviços e, embora precisem lucrar e estejam sujeitas à competição, também podem exercer uma responsabilidade social.

No Brasil, a empresa Natura é um exemplo de que essa abordagem é possível. Desde 2006, a Natura está no estado do Pará trabalhando com produtores locais. As espécies como andiroba, murumuru e ucuuba deixaram de ser desmatadas, e seus óleos passaram a ser extraídos e vendidos como matéria-prima para a empresa. Famílias do município de Abaetetuba tornaram-se fornecedoras, e a Natura investiu na cooperativa Cooperfrutas para que ela possuísse usina própria de beneficiamento. No período de 2000 a 2017, o número de comunidades fornecedoras passou de 4 para 28; as famílias que foram impactadas passaram de 446 para 2.841; os contratos de repartição de benefícios passaram de 0 para 83; e o volume de negócios gerado na região chegou a R\$1,1 bilhão, em 2017 (Vieira, 2017).

Ainda sobre o setor privado, a bioeconomia cria oportunidades para diferentes tipos de empresas do setor, desde pequenas *startups* que exploram inovações biotecnológicas até grandes empresas que deixam de utilizar insumos de base fóssil para utilizar insumos de base renovável. Para que o setor privado se desenvolva, há necessidade de que as empresas que utilizam produtos de base biológica comecem a se associar para começarem a defender a pauta da bioeconomia. No Brasil, podemos incluir vários atores do setor privado, mas destacaremos uma pequena amostra já mencionada em capítulos anteriores e que serão apresentados na Tabela 1.

A CNI vem, desde 2013, discutindo a bioeconomia, tanto por meio de sua publicação (Confederação Nacional da Indústria, 2013), quanto, mais recentemente, por meio da lista da indústria para os presidentiáveis (Confederação Nacional da Indústria, 2018). Em 2013, a CNI considerou que o universo da bioeconomia era o da biotecnologia industrial com os processos e produção de plásticos, enzimas e químicos; as aplicações ambientais com a biorremediação, biossensores, métodos de diminuição de impactos ambientais e produção de biocombustíveis. O segundo universo é o da produção primária com o cruzamento e melhoramento de plantas e animais. E o terceiro universo, o da saúde humana considerando a terapêutica diagnóstica, a farmacogenética, os alimentos funcionais e os equipamentos médicos.

Em 2018, quando a CNI preparou uma lista de propostas da indústria para as eleições (Confederação Nacional da Indústria, 2018), uma delas era o uso da biodiversidade. Nessa proposta, a CNI considera que as inovações baseadas no uso da biodiversidade podem levar a contribuições em diversos setores, por exemplo, o setor de biocombustíveis, a fabricação de insumos em diversas cadeias das

indústrias alimentícia, química, farmacêutica, têxtil, de cosméticos, de cuidados pessoais e tratamento de água.

A Abbi possui como membros efetivos a Amyris, a Basf, a Braskem, a DSM, a Dupont, a GRanBio, a Novozymes e a Raízen. Seu foco é na biotecnologia industrial e pretende apoiar os esforços para estabelecer um setor vibrante da bioeconomia.

O Sebrae é outra instituição que vem trabalhando para o desenvolvimento da bioeconomia. Em sua publicação de 2018, considerou a oportunidade para pequenos e médios empresários nos seguintes setores: agricultura, alimentos e bebidas; produção agroecológica e orgânica; aquicultura e pesca; perda de alimentos e resíduos; florestas; cosméticos e fitoterápicos; indústria têxtil e de moda; casa e construção; bioplásticos e embalagens; e biocombustíveis. Mais recentemente lançou o programa Inova Amazônia que tem no seu cerne o apoio ao desenvolvimento da bioeconomia.

**Tabela 1.** Exemplos selecionados de atores do setor privado, setor público, instituições de pesquisa e de CT&I que atuam na bioeconomia no Brasil.

Setor/Instituição	Instituições
Privado	Associação Brasileira de Bioinovação (Abbi) Confederação Nacional da Indústria (CNI) Cooperativas de produtores (exemplos apresentados no Capítulo 3) Federação das Indústrias de São Paulo (Fiesp) Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas Empresas (Sebrae)
Público	Programa Bioeconomia Brasil – Sociobiodiversidade (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) Programa Nacional de Bioinsumos (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia (Ministério da Ciência, Tecnologia, e Inovações e Comunicações – MCTIC) Renovabio (Ministério de Minas e Energia)
Instituições de pesquisa e de CT&I	Embrapa Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Agropolo Universidade Federal do Rio de Janeiro – Grupo de Estudos em Bioeconomia da Escola de Química Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo de Estudos em Bioeconomia Aplicada ao Agronegócio Instituições de pesquisa ligadas ao MCTIC: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR), Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), Institutos Senai de Inovação, entre outros

A Figura 1 mostra a necessidade que o setor privado tem de incentivos para seu desenvolvimento. Esses incentivos são indispensáveis na medida em que a

bioeconomia compete com a indústria petroquímica, que já está estabelecida há muitos anos e que, portanto, oferece produtos a preços mais baixos.

O setor público também é peça fundamental para o desenvolvimento da bioeconomia, pois pode implementar várias políticas para impulsioná-la. Conforme discutido no Capítulo 2, no Brasil não possuímos uma estratégia nacional, mas temos algumas políticas em diferentes ministérios que estão desenvolvendo áreas da bioeconomia. Serão destacadas algumas políticas e ministérios para começar a completar a parte B da Figura 1 e que estão na Tabela 1.

Começando pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) que possui uma Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016–2022 – Encti (Brasil, 2016a) que, em 2016, já mencionava a bioeconomia como área prioritária para C&T, posteriormente foi lançado o Plano de Bioeconomia (Pacti Bioeconomia), apontando linhas de financiamento prioritárias do ministério e que direcionam as pesquisas para o avanço da bioeconomia brasileira (Brasil, 2018).

No Mapa, existem atualmente dois programas diretamente ligados à bioeconomia que são: o programa Brasil Bioeconomia – Sociobiodiversidade, que tem foco no desenvolvimento de pequenos produtores, no uso da biodiversidade e no desenvolvimento de rotas da sociobiodiversidade; e, mais recentemente, o Programa Nacional de Bioinsumos (Brasil, 2020). No entanto, é preciso considerar algumas políticas que não possuem bioeconomia em seu título, mas que estão bastante relacionadas à bioeconomia, é o caso do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (2010–2020) – Plano ABC (Brasil, 2016b).

Na área de energia, as políticas se iniciaram na década de 1970 e têm evoluído ao longo do tempo, por exemplo, o Programa Nacional do Álcool (1975–1990), a Política Energética Nacional (1997–2004), a Lei do Biodiesel (2005–2016), e o Renovabio do Ministério de Minas e Energia (MME). Esses são alguns exemplos de políticas trabalhando para a bioeconomia, mas em trajetórias separadas, sem um arcabouço maior que junte esforços e faça uma coordenação.

As organizações de pesquisa, conforme já mencionado, têm o papel de pesquisar e desenvolver novas tecnologias necessárias para a produção de bioprodutos. Elas podem se beneficiar de recursos públicos, mas também de parcerias com o setor privado que podem levar mais rapidamente ao desenvolvimento de novos bioprodutos (Tabela 1). A Embrapa tem trabalhado ao longo da história com a produção de biomassa, com o objetivo de aumento

de produtividade, utilização de menos insumos, desenvolvimento de soluções tecnológicas para o setor agropecuário em uma série de áreas diferentes da bioeconomia que serão mais detalhadas na sessão Estratégia de Atuação da Embrapa na Bioeconomia.

O terceiro setor também se destaca na governança da bioeconomia, pois possui alguns interesses e características diversos dos demais. Em geral, o foco das instituições desse setor é a justiça social e a proteção do meio ambiente. A forma de atuação também é diferente, pois há uma atuação em rede e, em geral, há também um público-alvo definido. Na medida em que a bioeconomia pode ser um instrumento para o desenvolvimento sustentável, o terceiro setor pode ajudar a divulgar o conceito e apoiar as empresas e instituições que trabalham para a construção da bioeconomia. No Brasil, a participação do terceiro setor não tem aparecido tão fortemente quanto os setores públicos e privados. Na verdade, existem várias instituições que estão trabalhando dentro da bioeconomia, no entanto, não utilizam o conceito em si, um exemplo é a instituição baiana Povos da Mata que integra o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (SisOrg), essa instituição trabalha para que a agregação de valor de produtos orgânicos seja percebida e reconhecida pelo consumidor, aumentando o preço pago pelo produto e, conseqüentemente, a renda do produtor.

Existem, entretanto, alguns institutos sem fins lucrativos ligados ao setor privado que têm procurado promover o debate dentro da sociedade; por exemplo, o Instituto Escolhas, que é uma associação civil sem fins econômicos cujo objetivo é qualificar o debate sobre sustentabilidade por meio de estudos econômicos, sociais e ambientais, para ajudar a tomada de decisão. Recentemente, o Instituto Escolhas apresentou uma sugestão de como a bioeconomia poderia contribuir para o desenvolvimento da Amazônia. Outra instituição, que é uma organização da sociedade civil de interesse público, é o Instituto Ethos que, desde o ano passado, também tem participado de discussões sobre a bioeconomia como alternativa para a Amazônia.

De acordo com Freitas e Schor (2020), para o caso da Amazônia, existem diversas instituições do terceiro setor que consideram que a bioeconomia poderá ajudar a construir um futuro sustentável para a região. E, em parceria com o setor privado, essas instituições possuem várias iniciativas para a rastreabilidade das cadeias produtivas, considerando principalmente seus aspectos de sustentabilidade, e têm desenvolvido diversos aplicativos com essa finalidade.

Outro ponto destacado na Figura 1 é a participação da mídia. No caso do Brasil, especialmente em 2020, houve um incremento nas discussões sobre sustentabilidade, bioeconomia, dentro da mídia brasileira. Um exemplo é a publicação do jornal *O Estado de São Paulo* (2020), em formato de e-book, *Retomada verde*. A publicação foi feita a partir de reportagens do jornal com o objetivo de discutir como retomar as atividades econômicas após a covid-19. Essas discussões com empresários, economistas, entidades foi batizada de Retomada Verde, e esses atores estão apoiando a necessidade de fortalecimento da bioeconomia.

Outros jornais, como a *Folha de São Paulo*, além de suas reportagens, fez um programa: Com Bioeconomia, Amazônia Pode se Tornar o Vale do Silício Brasileiro. No programa, destacam-se o papel essencial das cadeias produtivas voltadas para a bioeconomia e a necessidade de uma estratégia que valorize a floresta em pé e os serviços ecossistêmicos, por meio de políticas públicas de longo prazo que ajudem a controlar e parar com o desmatamento e que incentivem a pesquisa científica na região (Folha de São Paulo, 2020).

A revista *Exame*, em sua edição de 13 de novembro de 2019, destaca o agronegócio, a biotecnologia e as energias renováveis como peças-chave para o desenvolvimento da bioeconomia e considera que o Brasil tem a oportunidade de se tornar líder (Exame, 2020). A revista *Época Negócios*, em sua reportagem em 26 de julho de 2020, apresenta as iniciativas em curso para o desenvolvimento de uma bioeconomia sustentável na Amazônia. Ressalta que, em 4 décadas, é a primeira vez que a região passou a ser o tema principal dos debates no País (Época Negócios, 2020).

Esses são alguns poucos exemplos, mais recentes, de como a mídia está mobilizando essa discussão em torno da bioeconomia.

Por fim, mas não menos importante, a sociedade em geral possui papel extremamente relevante para o desenvolvimento da bioeconomia. Os cidadãos e, mais especificamente, os consumidores são o lado da demanda nesse arcabouço. Ao longo do tempo, as preferências e preocupações dos consumidores têm mudado, tanto em relação às preocupações com o meio ambiente, como também nas formas de produção, nos tipos de produtos disponíveis e seus efeitos na saúde, enfim, consumidores mais complexos que analisam várias variáveis além do preço. São esses cidadãos que podem pressionar por políticas e votar em candidatos com essas preocupações, o que colabora para o desenvolvimento da bioeconomia.

## Importância do Conceito de Bioeconomia para Governança e Estratégia Nacional

Uma definição de bioeconomia que tenha sido discutida entre os atores participantes e apresentada à sociedade é importante para iniciar o direcionamento dessa nova economia. Ao assumir perante a sociedade o compromisso de construir uma nova economia e definir quais são seus aspectos principais, torna-se mais fácil definir objetivos, políticas, iniciativas e pesquisas.

A bioeconomia pode ser definida de diversas maneiras, inclui diferentes setores, áreas do conhecimento e atores diversos. Porém, na maioria dos casos, significa tirar o máximo proveito de seus recursos biológicos de forma sustentável, com uso eficiente, maximizando receitas, trazendo benefícios sociais e ambientais. Os ângulos, os *drivers*/motivadores e os objetivos podem ser variados. Essa nova economia não será mais baseada em recursos fósseis, mas em recursos biológicos renováveis. Há necessidade de mudança nas formas de produção com menor uso de insumos de base não renovável, diminuição na geração de resíduos, uso da biodiversidade de forma sustentável, uso do conhecimento e ciência para o desenvolvimento de novos produtos e serviços.

No Brasil, enxerga-se a biodiversidade como matéria-prima essencial para o futuro da bioindústria, e o País possui a maior diversidade biológica do planeta, com muitos ativos de grande interesse para o comércio e a economia. Por meio da bioeconomia, é possível utilizar de forma sustentável essa biodiversidade (Lopes, 2015). Apesar da oportunidade, há também desafios tanto do ponto de vista de desenvolvimento de novas tecnologias, da ciência, quanto da necessidade de um ambiente favorável para seu desenvolvimento, o que envolve políticas de incentivo, mobilização de várias instituições e da própria sociedade.

Além do reconhecimento dessas oportunidades e desafios, é preciso construir uma estratégia nacional para o desenvolvimento da bioeconomia que inclua os atores que estão diretamente relacionados à bioeconomia, em que sejam definidas prioridades para diferentes horizontes temporais, a partir das prioridades, objetivos, iniciativas e áreas de atuação que o Brasil apresente maiores vantagens competitivas (Lopes, 2015). A partir dessa estratégia e de uma agenda de atuação, serão identificadas as necessidades de investimento, as áreas que precisam de maior infraestrutura, as capacidades que terão que ser mobilizadas/capacitadas e os estímulos ao empreendedorismo e à interação público-privada necessária para a aceleração desse desenvolvimento da bioeconomia.

O Brasil é líder mundial na produção de alimentos, fibras e energia. Essa liderança poderá se ampliar com a utilização da biomassa e de novas tecnologias transformando as usinas de açúcar e álcool brasileiras em biorrefinarias, que produzam bioprodutos, bioenergia, químicos e materiais de base renovável.

A Embrapa já domina tecnologia de biofábricas, com produção de fármacos e componentes industriais sofisticados em células vegetais. Há também avanços no desenvolvimento de sistemas integrados, e espera-se, no futuro, sistemas que produzam carne, grãos, fibras e energia com emissões líquidas de carbono muito baixas ou, em algumas situações, com captura maior que emissão (Lopes, 2015).

## Objetivos, Vantagens e Elementos de uma Bioeconomia Brasileira

O Brasil pode e deve incluir em seus objetivos alguns que são comuns em vários países, ou seja, a bioeconomia como um caminho para enfrentar os grandes desafios mundiais:

- O desafio de assegurar a segurança alimentar e nutricional. Além de ser uma preocupação doméstica, há também a expectativa de que o Brasil, como grande produtor de alimentos, seja um dos países responsáveis por abastecer o mundo.
- As preocupações com a conservação dos recursos naturais.
- As preocupações com as mudanças do clima.

Além disso, a bioeconomia no Brasil:

- Como forma de agregação de valor à agricultura.
- Aumentando a relação entre agricultura e indústria.
- Utilizando a sua biodiversidade de forma sustentável.
- Como instrumento para o desenvolvimento local, ou seja, a bioeconomia se desenvolvendo sustentavelmente de acordo com os recursos disponíveis na região, e agregando valor.

Vantagens do País:

- Grande biodiversidade e recursos naturais.



- Experiência no desenvolvimento da agricultura tropical, ou seja, a ampliação da participação brasileira na bioeconomia contribuirá para aumentar o protagonismo do Brasil na produção de alimentos, fibras e energia nos trópicos.
- O agronegócio brasileiro pioneiro na bioeconomia, apoiando a produção de biocombustíveis: etanol e biodiesel. Diversas cadeias produtivas que podem se beneficiar com agregação de valor.
- Desde 2010, o Brasil possui uma política explícita de desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono, o Plano ABC.

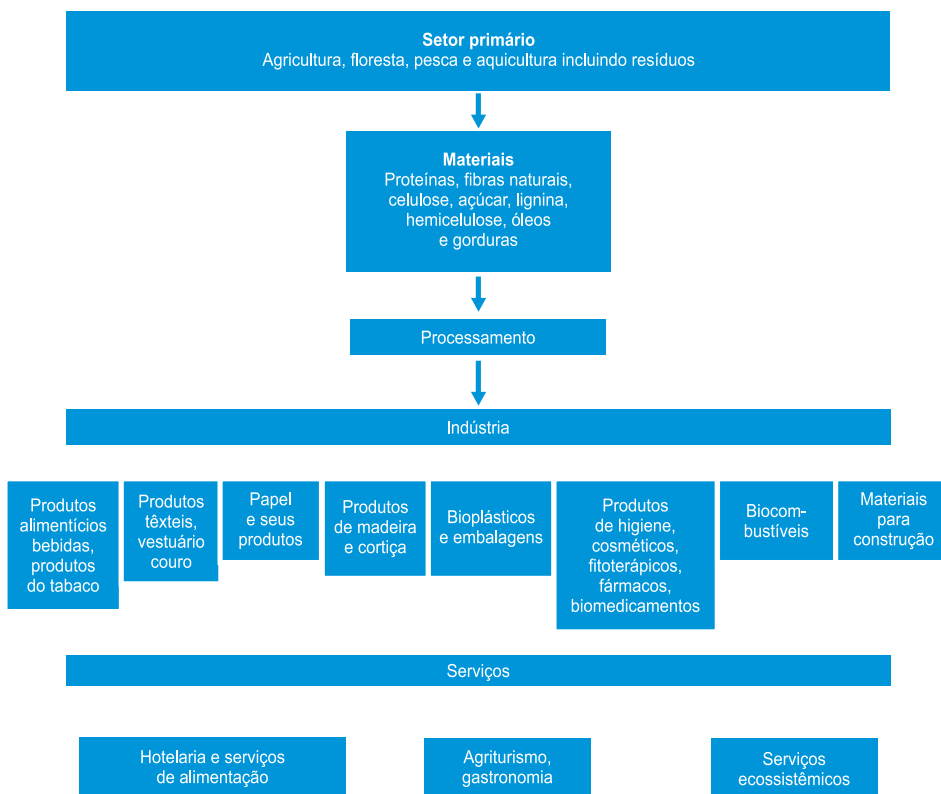
## Elementos da Bioeconomia

- Uso de recursos renováveis – Disponibilidade de recursos naturais e de grande biodiversidade.
  - Recursos biológicos: culturas, pecuária, florestas recursos genéticos, pesca e aquicultura, resíduos.
  - Processos e princípios tecnológicos: fotossíntese, bacteriais, microbiais, bioquímicos, biofísicos, etc.
- Ciência (o conhecimento) como base para a produção.
- Áreas das Ciências – Biológicas e agrícolas, biotecnologia, física e química, tecnologias digitais, nanotecnologia, novas disciplinas como as ômicas, biologia sintética, a química de renováveis.
- Abordagem em cascata e da economia circular – A ideia de aproveitamento máximo da biomassa (cascata): vários produtos, utilização de resíduos, coprodutos.
- Em função do valor: a biomassa sendo utilizada na pirâmide de valor. Não estamos falando da biomassa em si (milho, soja, etc.), mas dos componentes da biomassa que podem produzir diferentes produtos.
- Em função do tempo: usando os diferentes componentes um após o outro (uso ótimo da biomassa colhida e reutilização).

Para direcionar e ter objetivos mensuráveis, que sejam melhor compreendidos pela sociedade e também por seus atores, é preciso construir objetivos comuns aos diferentes atores/instituições/sociedade e planos de ação direcionados. Dessa forma, é possível definir trajetórias próprias que contribuirão para a bioeconomia e podem ajudar a construir parcerias.

## Setores da Bioeconomia no Brasil

Com relação aos setores e atores que já estão trabalhando para o desenvolvimento da bioeconomia, o BNDES apresentou um estudo que estimou os números da bioeconomia (vide Tabela 1, Capítulo 2, pg. 83). A partir dos números apresentados, foi possível identificar os setores (atualmente) mais importantes que são a agropecuária e a fabricação de produtos alimentícios, bebidas e produtos do tabaco, mas percebe-se que há oportunidades para incrementos na fabricação de produtos químicos de base renovável, com o uso da biodiversidade para a produção de biofármacos, por exemplo. O desenvolvimento do ecoturismo também pode ser uma alternativa de renda e preservação da natureza. Analisando o estudo do BNDES e publicações sobre bioeconomia no Brasil (vide Capítulo 2 e Capítulo 3), pode-se sugerir um esquema de organização conforme a Figura 2.

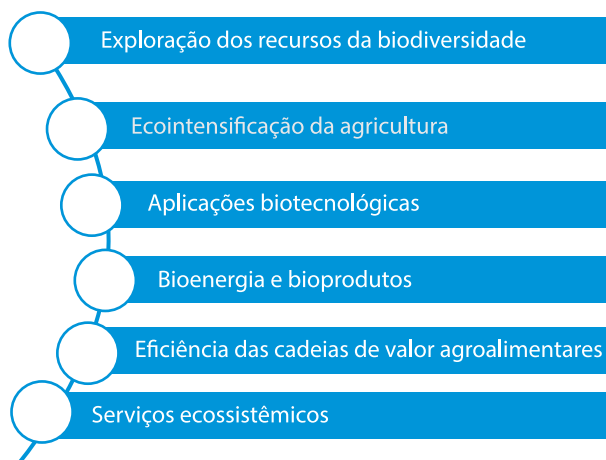


**Figura 2.** Setores, materiais e produtos da bioeconomia no Brasil.

A partir dos números apresentados, foi possível identificar os setores (atualmente) mais importantes que são a agropecuária e a fabricação de produtos alimentícios, bebidas e produtos do tabaco, mas percebe-se que há oportunidades para incrementos na fabricação de produtos químicos de base renovável, com o uso da biodiversidade para a produção de biofármacos, por exemplo. O desenvolvimento do ecoturismo também pode ser uma alternativa de renda e preservação da natureza. Analisando o estudo do BNDES e publicações sobre bioeconomia no Brasil (vide Capítulo 2 e Capítulo 3), pode-se sugerir um esquema de organização conforme a Figura 2.

## Estratégia de Atuação da Embrapa na Bioeconomia

A Embrapa sempre atuou na construção da bioeconomia, e há certa dificuldade em estabelecer alguns limites sobre o que é bioeconomia. No entanto, a sugestão apresentada neste livro é pensar que a Embrapa atua em diferentes caminhos/trajetórias para o desenvolvimento da bioeconomia. Seguindo Trigo et al. (2013), existem algumas trajetórias que podem ser escolhidas de acordo com as vantagens de um país (Figura 3). No caso do Brasil, percebe-se que podemos contribuir com essas seis trajetórias, já que somos um país continental, com características e potencialidades diversas entre as regiões.



**Figura 3.** Caminhos para o desenvolvimento da bioeconomia.

Fonte: Trigo et al. (2013).

A Tabela 2 mostra como a Embrapa já está trabalhando nessas diferentes trajetórias e relaciona sua ação com políticas públicas e atores que já estão atuando ou que poderiam/podem começar a atuar. Na primeira coluna, temos o caminho da bioeconomia; na segunda coluna, apresenta-se uma descrição para que se compreenda quais são as principais características de cada caminho. Na terceira coluna, optou-se por relacionar os caminhos aos portfólios da Embrapa que são o instrumento utilizado para direcionar, promover, acompanhar e monitorar a programação e PD&I da Embrapa. Na quarta coluna, é feito o alinhamento com políticas existentes; e na quinta, com algumas instituições. Pretende-se apresentar essa sugestão de exercício de alinhamento, ou seja, mostrar que existe uma relação possível, mas será necessário ampliar as discussões, incluir parceiros nessa discussão, para validar e identificar as demais políticas, instituições públicas e privadas que deveriam estar na Tabela 2.

Tabela 2. Caminhos para o desenvolvimento da bioeconomia na América Latina e no Caribe.

Caminho	Descrição dos caminhos	Portfólio da Embrapa associado a esses caminhos	Política do Mapa e de outros ministérios associada à bioeconomia	Ator/Instituição atuando na bioeconomia e/ou que poderiam atuar
Exploração dos recursos da biodiversidade	Na utilização dos recursos da biodiversidade, o elemento diferenciador é a valorização (domesticação, transformação, vinculação a mercado, etc.) da biodiversidade (descoberta características funcionais relacionadas a usos específicos e desenvolvimento de novos produtos por meio de transformações inovadoras, desenvolvimento de mercado para produtos locais, etc.). Contribui para o desenvolvimento de uma economia de base biológica, criando novas matérias-primas industriais como base para novas cadeias de valor, por exemplo, cosméticos, fitoterápicos, biofármacos, frutas tropicais e outras áreas	Amazônia; Diversificação e Nichos de Mercados; Alimentos: segurança, nutrição e saúde; Recursos genéticos; Fruticultura tropical	Programa Bioeconomia Brasil Sociobiodiversidade do Mapa	Produtores, indústrias de cosmético e limpeza, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)
Ecointensificação	Relaciona-se a práticas agronômicas direcionadas a melhorar o desempenho ambiental, atividades agrícolas sem sacrificar os níveis de produção/productividade. Exemplos de estratégias específicas de intensificação incluem práticas agrícolas como plantio direto, manejo integrado de pragas, entre outras	Integração lavoura-pequiária-floresta; Solos; Grãos, hortaliças, carnes, leite	Plano ABC – Mapa; Plano de Ação em Bioeconomia – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)	Produtores, ODS
Aplicações biotecnológicas e de novas tecnologias	Referem-se a produtos, ferramentas e processos, incluindo cultura industrial de tecidos, seleção assistida por marcadores nas culturas e pecuária, sementes/plantas OGMs, diagnósticos moleculares, melhoria da reprodução animal por meio de técnicas moleculares, enzimas modificadas, microrganismos e leveduras, etc. São aplicados ao longo de toda a cadeia e inclui todo o espectro de aplicações agrícolas, se estendendo desde a montante na gestão de recursos naturais, até a jusante, nas indústrias alimentícia, de fibras, nos produtos químicos e na bioenergia	Biotecnologia Avançada Aplicada ao Agronegócio; Energia, química e tecnologia da biomassa; Recursos Genéticos, Nanotecnologia	Plano de Ação em Bioeconomia – MCTI	Produtores, Indústria, Confederação Nacional da Indústria (CNI), Associação Brasileira de Bioinovação (Abbi), diferentes institutos de pesquisa ligados ao MCTI, ODS

Continua...

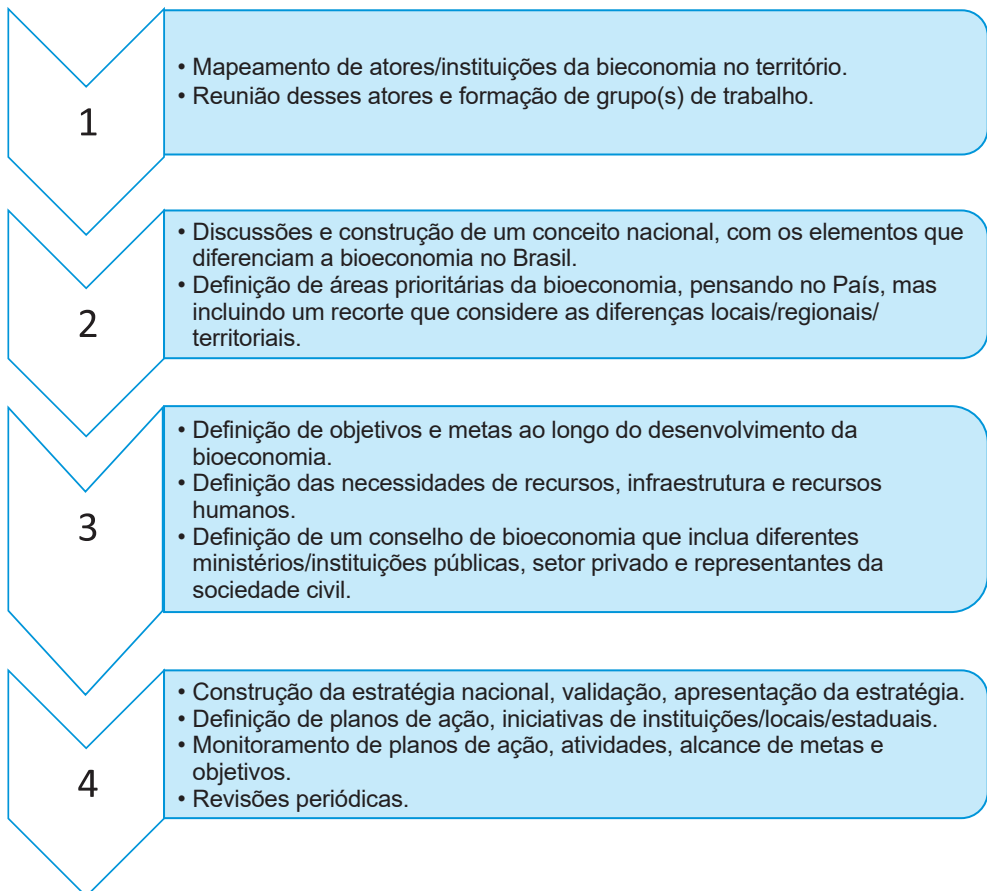
Tabela 2. Continuação.

Caminho	Descrição dos caminhos	Portfólio da Embrapa associado a esses caminhos	Política do Mapa e de outros ministérios associada à bioeconomia	Ator/Instituição atuando na bioeconomia e/ou que poderiam atuar
Bioenergia e bioproductos	Incluem o setor de energia e processos voltados à substituição de insumos industriais de combustíveis fósseis. Exemplos são o etanol, biodiesel, biogás e as diferentes atividades orientadas à química. Biorrefinarias e bioproductos são um dos principais componentes do conceito de bioeconomia e, em essência, são semelhantes às refinarias de petróleo, instalações destinadas a transformar biomassa em um amplo espectro de produtos comercializáveis e energia	Energia, química e tecnologia da biomassa	Renovabio – Ministério de Minas e Energia (MME); Plano de Ação em Bioeconomia – MCTI	Produtores, CNI, indústria de energia de produtos químicos, Associação Brasileira de Bioinovação (Abbi), institutos de pesquisa ligados ao MCTI, ODS
Eficiência das cadeias de valor agroalimentares	Incluem atividades para reduzir as perdas pós-colheita em qualquer nível que estejam ocorrendo e visam criar as conexões de mercado necessárias para o desenvolvimento de produtos inovadores baseados na biologia	Poderiam ser incluídos vários portfólios da Embrapa com suas linhas de pesquisas nesse foco: grãos, carnes, leite, hortaliças, fruticultura tropical, fruticultura temperada		Produtores, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), diferentes associações de produtores, ODS
Serviços ecossistêmicos	Incluem os processos pelos quais o meio ambiente produz recursos utilizados pelos seres humanos, como ar limpo, água, alimentos, materiais. O desenvolvimento de sistemas de crédito de carbono, estratégias de ecoturismo e mecanismos de gestão e valoração da água são pontos de partida a serem considerados dentro da bioeconomia	Serviços ambientais, florestal		Produtores, ministérios: Mapa, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério das Relações Exteriores (MRE), ODS

Fonte: Adaptado de Trigo et al. (2013).

## Considerações Finais

A discussão deste capítulo sobre governança da bioeconomia, seus elementos, e os exemplos para o Brasil, aponta sugestões iniciais de quais atores e instituições são necessários para o desenvolvimento da bioeconomia. Além dessa primeira proposta, sugere-se abaixo um itinerário para a integração e coordenação entre instituições para se chegar a um desenho de uma estratégia nacional de bioeconomia. São etapas bastante intuitivas (Figura 4) apresentadas como sugestão de próximos passos.



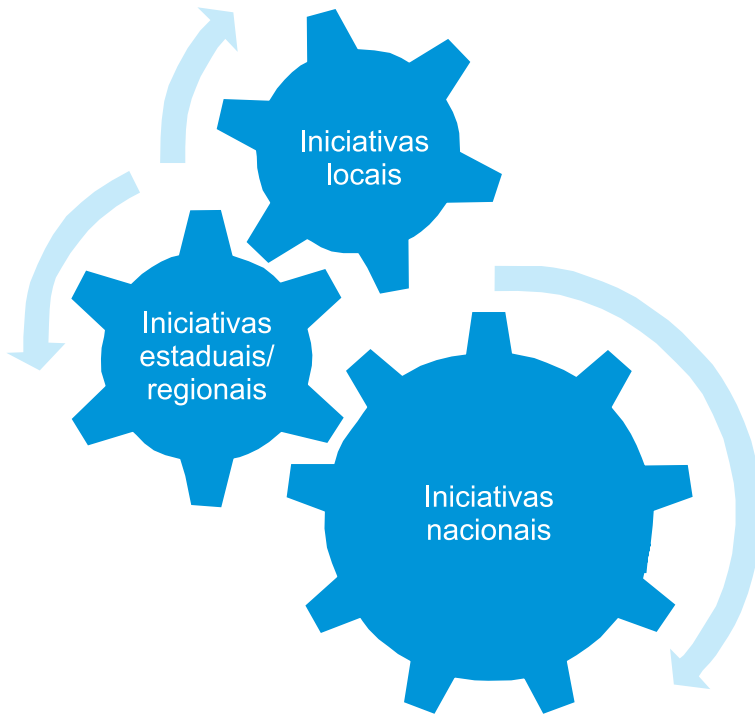
**Figura 4.** Sugestão de etapas para elaboração de estratégia nacional de bioeconomia.

Os representantes das instituições participantes do processo, em grupos de trabalho, estariam a cada etapa posicionando suas instituições sobre as discussões, convergências alcançadas, levando as demandas para serem trabalhadas internamente, contribuindo para o alcance conjunto dos compromissos e metas definidas. Uma instituição de pesquisa como a Embrapa, com uma grande capilaridade no País, que já trabalha em diversos temas dentro da bioeconomia, poderá contribuir em diversos momentos na construção da estratégia, ou seja, apontando os potenciais dos recursos biológicos da biomassa para o uso da bioeconomia; os bioprodutos que já podem ser facilmente produzidos; aqueles bioprodutos que precisam de mais pesquisa e parcerias; além de poder ajudar também em políticas de incentivo para o desenvolvimento de algumas áreas da bioeconomia, como foi o caso recente, por exemplo, da Renovacalc, ferramenta que será utilizada para os cálculos dentro da política Renovabio. Exemplo anterior foi o apoio para a construção e implementação do Plano ABC, com o desenvolvimento de tecnologias para uma agricultura de baixo carbono.

A partir de um direcionamento vindo de uma estratégia nacional, com as priorizações e os incentivos para áreas específicas, é possível também influenciar e desdobrar os objetivos nacionais em iniciativas regionais e locais. Da mesma forma, iniciativas em escalas locais e regionais, com as capacidades e os conhecimentos existentes poderão influenciar em escolhas nacionais. Para que isso ocorra, é preciso que haja uma integração também entre as diferentes esferas de governo. A Figura 5 mostra uma engrenagem que trabalha em conjunto dentro de um sistema.

Ao construir uma estratégia nacional, os atores se unirão para um entendimento conjunto sobre a bioeconomia. Haverá uma integração de objetivos e uma divisão de tarefas, por meio dos planos de ação. A integração se dará entre os diferentes atores da bioeconomia no Brasil, incluindo o governo, instituições de P&D, produtores rurais, universidades, empresas, entidades setoriais e, também, empresas do terceiro setor, com uma visão de aproveitamento máximo dos recursos dentro de uma visão de economia circular. Essa construção conjunta facilita a execução de planos de ação e o atingimento de metas e objetivos.





**Figura 5.** Estratégias de bioeconomia interligadas.

É fundamental, também, ter um horizonte temporal de trabalho definido, ou seja, ações de curto prazo, já baseadas em conhecimento existente, que podem funcionar como um impulsionador inicial. Nas ações que serão finalizadas em médio e longo prazo, serão programados planos de ações com aumento de participação das atividades da bioeconomia. Para isso, serão necessárias novas pesquisas, capacitação, construção de infraestrutura. As ações devem começar em conjunto, com os esforços sendo alocados ao longo do tempo e dependendo dos recursos disponíveis. Não menos importante é o acompanhamento e a definição de formas de mensuração do progresso das diferentes iniciativas. A mensuração permite que se percebam os custos da construção da bioeconomia, mas também os benefícios que ela poderá trazer.

Em conclusão, várias instituições brasileiras públicas e privadas já trabalham com o conceito de bioeconomia, e, nesse sentido, já existe uma base de apoio para a construção de uma estratégia nacional, mas há necessidade de definição

de metas, governança econômica, competência, atores, estimativa de recursos e atividades. E, para uma melhor participação, integração, coordenação da estratégia, é necessário que internamente as instituições estejam organizadas, reconheçam as fortalezas de sua atuação, quais são seus principais objetivos e onde será possível construir parcerias e contribuir para o desenvolvimento da bioeconomia.

## Referências

- BIRNER, R. **Bioeconomy Concepts**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/321778431\\_Bioeconomy\\_Concepts](https://www.researchgate.net/publication/321778431_Bioeconomy_Concepts). 2018. Acesso em: 7 out. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC**. 2016b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 30 ago. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Programa Bioeconomia Brasil Sociobiodiversidade**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/hortalicas/2019/58a-ro/bioeconomia-dep-saf-mapa.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia, Inovação em Bioeconomia**. 2018. Disponível em: [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/Pacti\\_BIOECONOMIA\\_web.pdf](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/Pacti_BIOECONOMIA_web.pdf). Acesso em: 20 ago. 2020.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti) 2016-2022**. 2016a. Disponível em: [http://www.finep.gov.br/images/afinep/Politica/16\\_03\\_2018\\_Estrategia\\_Nacional\\_de\\_Ciencia\\_Tecnologia\\_e\\_Inovacao\\_2016\\_2022.pdf](http://www.finep.gov.br/images/afinep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf). Acesso em: 30 ago. 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Bioeconomia uma Agenda para o Brasil**. Brasília, DF, 2013.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Proposta da indústria para as eleições - biodiversidade**: as oportunidades do uso econômico sustentável. Brasília, DF, 2018.
- DIXIT, A. **Economic Governance**. Milão: University of Milan, 2008. Material da Aula Magna.
- ÉPOCA NEGÓCIOS. **Pressão interna e externa faz crescer interesse na bioeconomia da Amazônia**. 2020. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2020/07/epoca-negocios-pessao-interna-e-externa-faz-crescer-interesse-na-bioeconomia-da-amazonia.html>. Acesso em: 20 out. 2020.

O ESTADO DE SÃO PAULO. **Retomada Verde**. 2020. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/infograficos/brasil,e-book-retomada-verde-sustentabilidade-estadao,1118898>. Acesso em: 10 out. 2020.

EXAME. **A Economia do Futuro**. 2019. Disponível em: <https://exame.com/edicoes/1197>. Acesso em: 23 out. 2020.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Com Bioeconomia, Amazônia pode se tornar o Vale do Silício brasileiro**. 2020. Disponível em: <http://estudio.folha.uol.com.br/amazonia-importa-natura/2020/09/1988869-com-bioeconomia-amazonia-pode-se-tornar-o-vale-do-silicio-brasileiro.shtml>. Acesso em: 23 out. 2020.

FREITAS, N. F.; SCHOR, T. Bioeconomia e a bolsa de mercadorias da Amazônia: uma iniciativa inovadora para o desenvolvimento sustentável da região amazônica. **Revista Interesse Nacional**, n. 1, p. 20-25, 2020.

LOPES, M. A. **O Brasil na bioeconomia**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3382121/artigo---o-brasil-na-bioeconomia>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SEBRAE. **Empreendedorismo em Bioeconomia**: aprendendo com o mercado. Rio de Janeiro, 2018.

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

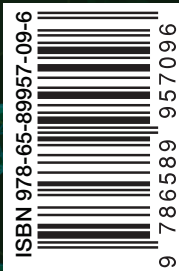
TRIGO, E.; HENRY, G.; SANDERS, J.; SCHUR, U.; INGELBRECHT, I.; REVEL, C.; SANTANA, C.; ROCHA, P. **Towards bioeconomy development in Latin America and the Caribbean**. 2013. Disponível em: [https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document\\_567934.pdf](https://agritrop.cirad.fr/567934/1/document_567934.pdf).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

VIEIRA, R. **Natura é a empresa mais sustentável do ano**. 2017. Disponível em: <https://abril exame.files.wordpress.com/2017/11/empresa-do-ano-quadro.jpg?quality=70&strip=info&strip=info>. Acesso em: 15 set. 2020.

ZYLBERSZTAJN, D. **Caminhos da agricultura brasileira**. São Paulo: Atlas, 2011.



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 017523