

# MECANISMOS DE INCENTIVO À INOVAÇÃO EM **ENERGIAS LIMPAS** NO BRASIL

CAMINHOS PARA UM GRANDE  
IMPULSO ENERGÉTICO



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL



Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
Ciência, Tecnologia e Inovação



Empresa de Pesquisa Energética



cooperação  
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



PÁTRIA AMADA  
BRASIL  
GOVERNO FEDERAL

# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 [www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)

 [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)

# Mecanismos de incentivo à inovação em energias limpas no Brasil

Caminhos para um grande impulso energético



Este documento foi redigido Camila Gramkow (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe), Mayra Juruá Gomes de Oliveira (Centro de Estudos Estratégicos e de Gestão - CGEE), Marcelo Poppe (CGEE) e Bárbara Bressan Rocha (CGEE), com base nos relatórios do projeto produzidos por Edilaine Camillo (Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas – DPCT/IG/Unicamp), com o apoio de Vícto José da Silva Neto e Tatiana Bermudez (do mesmo departamento), e nas contribuições dos membros do Grupo de Trabalho do Eixo 3 do projeto *Energy Big Push*.

Este documento foi preparado no âmbito das atividades de cooperação entre a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) 2018-2020, projeto “Sustainable development paths for middle-income countries under the 2030 Agenda for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean”. No âmbito dessa cooperação, realiza-se o projeto Grande Impulso Energia ou *Energy Big Push* Brasil, realizado sob a coordenação do Escritório da CEPAL no Brasil e do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e com o apoio da GIZ e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

Este relatório é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2º Contrato de Gestão CGEE, supervisionado pelo MCTI – 18º Termo Aditivo/Ação: Internacionalização da CT&I Brasileira/Atividade: Inserção do CGEE em Agendas Internacionais - Projeto Agenda Positiva para a Mudança do Clima e do Desenvolvimento Sustentável 52.01.50.01/MCTI/2018.

As opiniões expressadas neste documento, que não foi submetido a revisão editorial, são de exclusiva responsabilidade dos autores e podem não coincidir com as visões da CEPAL, do CGEE ou das instituições parceiras nesse projeto.

Publicação das Nações Unidas

LC/TS.2020/58

LC/BRS/TS.2020/6

Distribuição: L

Copyright © Nações Unidas, 2020. Todos os direitos reservados

Copyright © CGEE, 2020. Todos os direitos reservados

Impresso nas Nações Unidas, Santiago

S.20-00347

Esta publicação deve ser citada como: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), “Mecanismos de incentivo à inovação em energias limpas no Brasil: caminhos para um grande impulso energético”, *Documentos de Projetos* (LC/TS.2020/58; LC/BRS/TS.2020/6), Santiago, 2020.

A autorização para reproduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Divisão de Publicações e Serviços Web: publicaciones.cepal@un.org. Os Estados-membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir esta obra sem autorização prévia. Solicita-se apenas que mencionem a fonte e informem à CEPAL tal reprodução.

---

C389pi

Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), “Mecanismos de incentivo à inovação em energias limpas no Brasil: caminhos para um grande impulso energético”, *Documentos de Projetos* (LC/TS.2020/58; LC/BRS/TS.2020/6), Santiago, 2020.

51 p.: il.

1. Energia. 2. Mecanismos de incentivo. 3. Inovação. 4. Investimentos.

I. CEPAL. II. CGEE. III Brasil.

CDU 620:167 (81)

---

## Projeto Grande Impulso Energia (*Energy Big Push*) Brasil

### Dirigentes das instituições

CEPAL	CGEE
Alicia Bárcena, Secretária Executiva	Marcio de Miranda Santos, Presidente
Mario Cimoli, Secretário Executivo Adjunto	Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior, Diretor
	Regina Maria Silvério, Diretora

### Supervisão do projeto

CEPAL	CGEE
Carlos Henrique Fialho Mussi	Regina Maria Silvério
Luiz Fernando Merico Krieger	

### Coordenação do projeto

CEPAL	CGEE
Camila Gramkow	Marcelo Poppe

### Equipe técnica do projeto

CEPAL	CGEE
Ruben Enrique Contreras Lisperguer	Bárbara Bressan Rocha
	Emilly Caroline Costa Silva

### Suporte administrativo do projeto

CEPAL	CGEE
Camila Leotti	Carolina Conceição Rodrigues
Márcia Moreschi	
Maria Pulcheria Graziani	
Pedro Brandão da Silva Simões	
Sofia Furtado	

### Comitê Consultivo do Projeto

Regina Maria Silvério (CGEE)  
Carlos Henrique Fialho Mussi (CEPAL)  
Thiago Barral Ferreira (EPE)  
Renato Domith Godinho (MRE)

### Consultores e especialistas do projeto

Eixo 1: André Tosi Furtado (coord.),  
Sílvia de Carvalho e Lucas Motta  
Eixo 2: Carolina Grottera (coord.)  
e Amanda Vinhoza  
Eixo 3: Edilaine V. Camillo (coord.),  
Victo José da Silva Neto e Tatiana Bermudez  
Eixo 4: Carolina R. Vieira (coord.)  
e Ludmila Viegas



## Índice

<b>Sumário executivo .....</b>	<b>7</b>
<b>Apresentação .....</b>	<b>9</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>13</b>
<b>I. Levantamento e análise de mecanismos de incentivo à inovação em energia no Brasil .....</b>	<b>15</b>
<b>II. Revisão da experiência internacional.....</b>	<b>19</b>
Estratégias, objetivos e planos de longo prazo para orientar mecanismos de incentivo .....	22
Governança estruturada para coordenar áreas de clima, energia e ciência, tecnologia e inovação (CT&I) .....	22
Comunicação transversal e coordenação das diversas partes interessadas .....	22
Alinhamento cronológico dos mecanismos de incentivo a P&D e prioridades energéticas e climáticas .....	23
Equilíbrio entre diferentes mecanismos de incentivo .....	23
Suporte robusto a todas as etapas do processo de inovação .....	23
Foco na transição energética amplamente entendida.....	24
Reforçar a transformação do conhecimento em tecnologia e inovação.....	24
As compras públicas podem ser um forte mecanismo de incentivo à inovação em energia.....	25
O papel das colaborações internacionais .....	25
<b>III. Diretrizes estratégicas e principais instrumentos de políticas para um grande impulso energético no Brasil .....</b>	<b>27</b>
Nível estratégico .....	29
Linha de Ação 1.1: Entender o sistema energético ao qual o Brasil aspira a longo prazo .....	29
Linha de Ação 1.2: Melhorar a coordenação .....	30
Linha de Ação 1.3: Fornecer dados e evidências para fundamentar a tomada de decisões sobre prioridades energéticas.....	31
Linha de Ação 1.4: Estabelecer diretrizes estratégicas e definir sistemas tecnológicos prioritários.....	31

Linha de Ação 1.5: Definir missões específicas para agências de pesquisa, desenvolvimento e inovação .....	31
Tático – nível operacional (sistema tecnológico) .....	32
Linha de Ação 2.1: Coordenar as partes interessadas no nível tático-operacional.....	32
Linha de Ação 2.2: Mapear lacunas, obstáculos, pontos fortes e oportunidades de inovação para cada sistema tecnológico .....	33
Linha de Ação 2.3: Desenvolver rotas tecnológicas .....	33
Nível de política (nível institucional).....	33
Linha de Ação 3.1: Implementação de mecanismos de incentivo para conectar diferentes etapas do processo de inovação.....	33
Linha de Ação 3.2: Fortalecer as redes de conhecimento, promover a colaboração e promover o desenvolvimento de <i>clusters</i> de inovação.....	34
Linha de Ação 3.3: Adaptação dos mecanismos de incentivo existentes.....	35
Linha de Ação 3.4: Implementação de programas de P&D e inovação de longo prazo para sistemas tecnológicos estratégicos .....	35
Linha de Ação 3.5: Implementação de programas de demonstração .....	35
Linha de Ação 3.6: Implementação de instalações de teste e plataformas de teste .....	36
Linha de Ação 3.7: Implementação de mecanismos de incentivo para estimular a comercialização de novas tecnologias energéticas.....	36
Linha de Ação 3.8: Fortalecer parcerias internacionais .....	37
<b>IV. Considerações finais e caminhos para acelerar a inovação em energia limpa no Brasil .....</b>	<b>39</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>41</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabelas</b>	
Tabela 1	Seleção de mecanismos para incentivar a inovação em energia no Brasil por função .....
	16
Tabela 2	Relação entre inovação, incerteza, risco e mecanismos de incentivo.....
	18
Tabela 3	Contribuições do <i>Workshop Energy Big Push</i> .....
	28
Tabela A1	Resumo dos mecanismos de incentivo à inovação energética no Brasil, 2019.....
	46
Tabela A2	Empréstimos preferenciais para inovação no Brasil desembolsados pela Finep e pelo BNDES .....
	52
<b>Diagramas</b>	
Diagrama 1	Combinação de políticas de mecanismos de incentivo à inovação, segundo suas funções .....
	16
Diagrama 2	Países incluídos na revisão da experiência internacional .....
	20
Diagrama 3	O longo prazo e a coordenação no governo, entre atores e no tempo .....
	23
Diagrama 4	Agenda estratégica: principais linhas de ação .....
	27
Diagrama 5	As recomendações de três níveis para um grande impulso energético no Brasil .....
	29
Diagrama 6	Exemplo de processo de definição de rotas tecnológicas .....
	32



## Sumário executivo

O presente relatório apresenta os trabalhos conduzidos no âmbito do Eixo 3 do projeto *Energy Big Push* (EBP) Brasil, que teve como objetivo identificar diretrizes estratégicas e instrumentos de políticas para acelerar os investimentos em inovação em energia limpa no Brasil. O relatório descreve o levantamento e a análise marco regulatório e do quadro de políticas para a inovação energética no Brasil, revisa experiências dos países líderes em investimentos em energia limpa, com foco na inovação, e delinea linhas de ação estratégicas e mecanismos de incentivo importantes para o caso do Brasil.

Esse relatório contribui para uma melhor compreensão dos mecanismos de políticas que podem ajudar a pôr em movimento um conjunto de investimentos complementares e coordenados, com foco em inovação, para a construção de uma matriz energética mais sustentável, resiliente e de baixo carbono e, ao mesmo tempo, para a promoção de uma economia mais inclusiva, eficiente e competitiva. A principal premissa do Eixo 3 do EBP é de que a inovação em energia ocorre no contexto do sistema de inovação, que é um ambiente intrincado, complexo e dinâmico, no qual múltiplos mecanismos de incentivo e diversos atores e partes interessadas desempenham um papel. Assim, o presente trabalho enfatiza a importância da coordenação de políticas para acelerar a inovação em energia limpa.

O levantamento e a análise dos mecanismos de incentivo existentes para a inovação energética no Brasil foram a primeira fase do trabalho realizado no âmbito do Eixo 3 do EBP, que consistiu em um exercício de mapeamento de mecanismos de incentivo que podem promover as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) energéticas no país. Os instrumentos existentes que podem promover a inovação em geral (isto é, que podem ser aplicados ao caso específico de projetos de P&D na área de energia, mas também a projetos em outras áreas) no Brasil foram abordados, incluindo bolsas científicas, programas e infraestrutura de pesquisa (editais e chamadas para projetos, etc.), fundos e programas para projetos colaborativos (i.e. de cooperação entre empresas e institutos de ciência e tecnologia – ICTs), recursos para apoiar eventos científicos, financiamento não-reembolsável para empresas (subvenção econômica), linhas de crédito subsidiado (empréstimos com equalização de juros), investimentos de renda variável, incentivos fiscais à inovação e outros tipos de incentivos. Também foram identificados mecanismos específicos para promover a inovação no setor energético, incluindo o Fundo Setorial de Energia Elétrica, o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico, o Fundo Setorial de Transportes Terrestres e Hidroviários, e o Rota 2030 – Mobilidade e Logística. O principal resultado dessa análise é que, apesar dos diversos mecanismos existentes, além de políticas e planos setoriais nas áreas energética, de transporte

e de clima, que tratam de energia limpa em certa medida, o Brasil não apresenta uma estratégia nacional coordenada e de longo prazo para o desenvolvimento de inovação em energia de baixo carbono. Além disso, a maioria dos mecanismos existentes para incentivar P&D no país não se concentra explicitamente no setor energético, centrando-se na função de provisão e na forma de recursos reembolsáveis.

O levantamento e análise de mecanismos de incentivo no Brasil permitiram identificar lacunas e obstáculos à inovação energética no país. Essa análise tornou-se um subsídio para a revisão de experiências internacionais selecionadas, que procurou mapear as lições aprendidas e as melhores práticas que poderiam ser úteis para o contexto brasileiro. Com base em critérios tais como liderança em inovação em geral e em energias renováveis em particular, transformação de sistemas energéticos, mecanismos relevantes de governança e coordenação, entre outros, foram revisados os casos do Reino Unido, Dinamarca, Japão, Noruega, Chile e Finlândia. A análise dessas experiências internacionais revelou a importância de um fluxo contínuo e robusto de recursos públicos para atividades de P&D ao longo do tempo, que seja consistente com as prioridades nacionais nas áreas energética, de clima, de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) e de desenvolvimento.

Com base nesses achados e nas contribuições do Grupo de Trabalho do Eixo 3 do EBP, foi desenvolvido um conjunto de 16 linhas de ação para aumentar os investimentos para inovação em energia limpa no Brasil. Essas linhas são estruturadas em três níveis. No nível estratégico, os principais órgãos governamentais e atores relevantes devem coordenar e definir as principais características tecnológicas do sistema energético que o Brasil almeja a longo prazo. No segundo nível (tático-operacional), seriam desenvolvidas as rotas tecnológicas (ou *roadmaps*) para as áreas tecnológicas identificadas no nível estratégico, apresentando os objetivos e marcos específicos a serem alcançados no curto, médio e longo prazos para cada tecnologia prioritária. O desenho das rotas tecnológicas deve basear-se em um processo de tomada de decisão fundamentado em evidências que envolva atores do governo, da indústria e da academia. No terceiro nível (de políticas), a combinação de mecanismos de incentivo (*policy mix*) seria definida. Os mecanismos de incentivo são as ferramentas para alcançar os objetivos estabelecidos nos *roadmaps* para cada área tecnológica estratégica. Os principais mecanismos de incentivo para acelerar a inovação em energia limpa no Brasil também são apresentados no presente relatório.

# Apresentação

## Contexto e motivações

Os compromissos climáticos firmados no marco do Acordo de Paris e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 inspiraram o lançamento de diversas iniciativas globais, regionais e nacionais. Nesse sentido, o projeto Grande Impulso Energia ou *Energy Big Push* (EBP) Brasil nasceu a partir da convergência de motivações e de esforços sinérgicos nas atividades de seus parceiros que permeiam os temas do desenvolvimento sustentável, da transição energética e da cooperação internacional.

Em 2015, foi lançada uma iniciativa global liderada por 24 países e a União Europeia, destinada a acelerar a inovação em energia limpa, a Missão Inovação (Mission Innovation – MI). Os representantes do governo brasileiro na MI —o Ministério das Relações Exteriores (MRE) e o Ministério de Minas e Energia (MME)— acionaram a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) com o intuito de realizar um levantamento dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD&D) em tecnologias energéticas para apoiar o monitoramento da inovação do setor no país.

A EPE realizou um esforço inicial e organizou uma primeira base de dados de investimentos públicos e publicamente orientados em PD&D, entre 2018 e 2019, utilizando a classificação da Agência Internacional de Energia (IEA, da sigla em inglês). A partir dessa iniciativa, foi identificada a necessidade de incorporar outras fontes de dados e ampliar a série temporal, aprimorando o entendimento dos principais esforços em inovação em energia no país através de um único conjunto de dados estruturado e harmonizado. Nesse contexto, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), foi convidado como parceiro estratégico a planejar e executar um projeto que, de forma colaborativa, fosse capaz de construir capacidade técnica e institucional para suprir a necessidade de ampliar o acesso a dados estratégicos para a tomada de decisão no setor energético.

A necessidade do governo brasileiro em dispor de subsídios e informação estratégica para acelerar a transição energética sustentável e de baixo carbono, coincide plenamente com a abordagem do Big Push para a Sustentabilidade para o setor energético. Essa abordagem vem sendo desenvolvida desde 2016 pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas para apoiar os países da região na construção de estilos de desenvolvimento mais sustentáveis. O *Big Push* (ou Grande Impulso) para a Sustentabilidade representa uma coordenação de políticas (públicas e

privadas, nacionais e subnacionais, setoriais, fiscais, regulatórias, financeiras, de planejamento etc.) que alavancuem investimentos nacionais e estrangeiros para produzir um ciclo virtuoso de crescimento econômico, geração de emprego e renda, redução de desigualdades e lacunas estruturais e promoção da sustentabilidade ambiental (CEPAL/FES, 2019).

Investimentos na expansão, integração e diversificação das energias limpas e renováveis representam uma das grandes oportunidades para um *Big Push* para a Sustentabilidade na região da América Latina e do Caribe, devido a seus múltiplos impactos positivos em diversas áreas, que são discutidos em mais detalhe no relatório final do EBP intitulado “Um grande impulso para a sustentabilidade no setor energético do Brasil: subsídios e evidências para a coordenação de políticas”. Assim, no contexto do programa de cooperação técnica da CEPAL com a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) para apoiar países selecionados da região em condições de elaborar suas estratégias de implementação da Agenda 2030, de acordo com um *Big Push* para a Sustentabilidade, a CEPAL somou aos esforços do CGEE e parceiros do governo brasileiro para promover um grande impulso para os investimentos com foco em inovação em tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil.

A IEA, também somou esforços ao EBP, no âmbito do seu Programa para a Transição Energética Limpa (em inglês, *Clean Energy Transitions Programme* – CETP). Esse programa tem como missão acelerar as transições energéticas globais limpas, especialmente nas principais economias emergentes, através de atividades que incluem trabalho analítico colaborativo, cooperação técnica, treinamento e capacitação, e diálogos estratégicos. O programa fornece apoio independente e de ponta aos governos cujas políticas energéticas influenciarão significativamente as perspectivas e a velocidade da transição global para produção e uso energético mais sustentável, sendo o Brasil um dos países prioritários. A ampla experiência em energia da IEA, principalmente, em análise e levantamento de gastos em pesquisa e desenvolvimento em energia limpa, converge claramente com o EBP.

Em 2019, a partir das sinérgicas motivações dos parceiros, o projeto EBP foi executado, contando com colaboração multi-institucional em nível internacional, regional e nacional, formando um ambiente único de troca de experiências para a construção colaborativa de conhecimentos para um Grande Impulso Energético no Brasil.

### **O Projeto *Energy Big Push***

O projeto Grande Impulso Energia ou *Energy Big Push* (EBP), fruto da parceria CGEE-CEPAL, tem como objetivo principal apoiar a promoção de mais e melhores investimentos públicos e privados em energias sustentáveis, com ênfase em inovação, contribuindo para um grande impulso energético no Brasil.

O projeto está articulado em torno de quatro eixos de atuação. Cada eixo corresponde a um objetivo específico, conforme indicado a seguir:

- Eixo 1 – Desenvolvimento de um processo para coleta, estruturação e gerenciamento de dados de investimentos públicos e privados em pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD&D) em energia;
- Eixo 2 – Levantamento de indicadores de desempenho técnico, econômico, social e ambiental associados a soluções energéticas de baixo carbono;
- Eixo 3 – Identificação de linhas estratégicas e instrumentos prioritários para acelerar investimentos em inovação em energia;
- Eixo 4 – Estratégia de comunicação inovadora e eficaz dos resultados do projeto, voltada para tomadores de decisão.

Para cada um desses eixos foram formados grupos de trabalho, que se reuniram regularmente e ofereceram aportes técnicos e de dados ao projeto EBP. Além de CGEE, EPE, CEPAL e IEA, os grupos de trabalho contaram com participações de especialistas de MRE, MME, Ministério da Ciência, Tecnologia

e Inovações (MCTI), Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) —ver participantes em cada grupo nos anexos. Portanto, mais de uma dúzia de instituições, nacionais, regionais e globais, foram articuladas e contribuem ativamente para o EBP, aproximando o mundo da energia e o mundo da inovação. A colaboração de cada parceiro se dá de forma voluntária, valorizando as diferentes experiências de cada participante, fortalecendo a inteligência coletiva do grupo e agregando mais valor aos resultados obtidos no projeto.

A partir dos insumos e interações dos grupos de trabalho, foram gerados relatórios técnicos preliminares dos eixos 1, 2 e 3, apresentando estimativas e considerações preliminares para cada um desses eixos. Os relatórios preliminares foram apresentados e discutidos no *Workshop Energy Big Push*, realizado no CGEE em outubro de 2019. O *workshop* teve o objetivo de propiciar intercâmbio de experiências, aprendizado entre pares e revisão e aprimoramento dos resultados preliminares do projeto. O evento contou com a participação de 47 pessoas, incluindo especialistas e representantes das instituições parceiras do projeto (ver lista de participantes no anexo 1). As ricas discussões desse *workshop* geraram insumos fundamentais para os relatórios finais dos eixos 1, 2 e 3 e para as atividades de comunicação e engajamento do eixo 4, bem como o relatório final do projeto que sumariza e integra os resultados de cada eixo à luz da abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade.

Os relatórios produzidos no marco do EBP são, portanto, fruto de um esforço coletivo e das contribuições de diversas instituições parceiras e especialistas com efetiva atuação no tema. São eles:

- Relatório final do Eixo 1: Panorama dos investimentos em inovação em energia no Brasil: Dados para um grande impulso energético
- Relatório final do Eixo 2: Indicadores de desempenho associados a tecnologias energéticas de baixo carbono no Brasil: Evidências para um grande impulso energético
- Relatório final do Eixo 3, que é o presente documento: Mecanismos de incentivo à inovação em energias limpas: Caminhos para um grande impulso energético
- Relatório síntese do projeto EBP: Um grande impulso para a sustentabilidade no setor energético do Brasil: Subsídios e evidências para coordenação de políticas

Espera-se que o EBP se consolide como um processo de co-criação de diversos estudos e análises para subsidiar a tomada de decisões; de construção de capacidades e aprendizados adquiridos por parte das equipes dos diversos órgãos sobre questões relacionadas a energias limpas e de baixo carbono, inovação e investimentos; e, finalmente, de desenvolvimento de recomendações sobre os temas tratados, que poderão servir de insumos para políticas públicas e estratégias empresariais, para acelerar os investimentos em energias limpas no Brasil, com foco em inovação.



## Introdução

O presente relatório apresenta o trabalho realizado no âmbito do Eixo 3 do projeto Energy Big Push (EBP) Brasil. O principal objetivo do Eixo 3 é identificar as diretrizes estratégicas e os principais instrumentos de políticas para acelerar os investimentos em inovação em energia limpa no Brasil. Esse trabalho incluiu um levantamento e análise do marco regulatório e do quadro de políticas para inovação em energia no Brasil, uma revisão de experiências internacionais selecionadas de países líderes em investimentos em energia limpa, com foco em inovação e recomendações para mecanismos de incentivo, que incluem um conjunto de 16 diretrizes estratégicas. Compreender os mecanismos de políticas que podem ajudar a pôr em marcha um conjunto de investimentos complementares e coordenados, com foco em inovação, para a construção de uma matriz energética mais sustentável, resiliente e com baixas emissões de carbono e, ao mesmo tempo, para a promoção de uma economia mais inclusiva, eficiente e competitiva é um dos eixos principais do EBP, ao lado dos Eixos 1 e 2 descritos na Apresentação.

Nesse relatório, é analisada a importância da coordenação para um grande impulso (*big push*) à inovação em energia limpa no Brasil. Essa abordagem considera que o desenvolvimento tecnológico na área de energia ocorre dentro de um amplo sistema de inovação, no qual múltiplos mecanismos de incentivo e atores diversos desempenham um papel. Uma mudança para um sistema energético mais sustentável requer investimentos significativos, não apenas na expansão da capacidade produtiva de energias limpas mas também no uso mais eficiente de energia. Também são necessários investimentos complementares na construção de capacidades e competências científicas, tecnológicas e inovativas para equipar a economia e a força de trabalho com as capacidades necessárias para tornar essa transição uma oportunidade para o desenvolvimento socioeconômico. De acordo com a abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade (CEPAL/FES, 2019), destravar investimentos nacionais e estrangeiros para essa mudança requer ampla coordenação de políticas. Se uma ampla gama de políticas (públicas e corporativas, regulatórias e de mercado, nacionais e subnacionais, macroeconômicas, energéticas, climáticas e científicas, tecnológicas e de inovação etc.) estiver alinhada e coesa com o estilo de desenvolvimento que o país está buscando construir, um ambiente favorável para mobilizar os investimentos necessários é criado, com base em incertezas reduzidas, sinais de preços corrigidos e um *mix* adequado de políticas. O aumento dos investimentos sustentáveis pode levar a um grande impulso para um novo ciclo de crescimento econômico, criação de empregos, inclusão social, desenvolvimento de cadeias produtivas e capacidades tecnológicas, enquanto melhora a sustentabilidade ambiental.

A análise apresentada nesse relatório pode ajudar a informar o *mix* adequado de políticas para a inovação em energia limpa, no contexto brasileiro, para ajudar a construir o sistema energético que o país almeja a longo prazo. Os insumos fornecidos pelo Eixo 3 baseiam-se em evidências sobre as oportunidades e lacunas existentes no quadro de mecanismos de incentivo existentes para a inovação em energia no Brasil, o que permite entender as especificidades do país. Além disso, esse relatório também traz evidências das lições aprendidas com a revisão de experiências internacionais selecionadas de países que estiveram na vanguarda dos investimentos em energia limpa em todo o mundo. Esse conjunto de evidências pode apoiar o desenvolvimento de uma combinação coordenada de políticas, fundamentada por evidências das experiências nacionais e internacionais.

Esse relatório é organizado da seguinte forma. O primeiro capítulo é dedicado ao levantamento e análise dos mecanismos de incentivo à inovação em energia existentes no Brasil. O capítulo II foca na revisão de experiências internacionais selecionadas, fornece uma visão geral das principais características dos países analisados e discute as principais lições aprendidas e considerações para o Brasil. O capítulo III descreve diretrizes estratégicas e linhas de ação a serem consideradas ao desenhar um conjunto de políticas para promover a inovação em energia limpa no país. Por fim, o capítulo IV oferece considerações finais e recomendações dos principais mecanismos de incentivo para um grande impulso no setor energético no Brasil.



## I. Levantamento e análise de mecanismos de incentivo à inovação em energia no Brasil

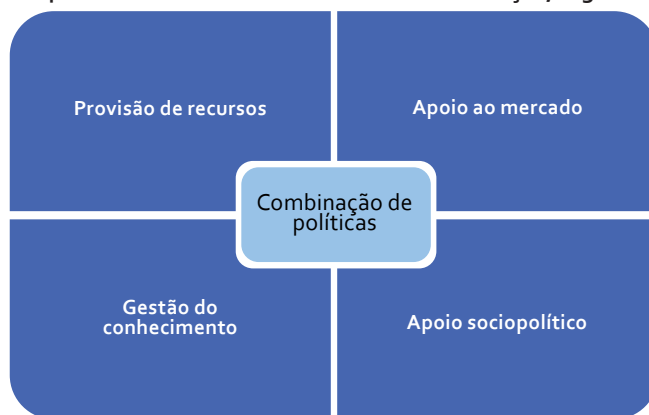
O levantamento e a análise dos mecanismos de incentivo existentes para a inovação em energia no Brasil foram a primeira fase do trabalho realizado no Eixo 3 do EBP, que consistiu em realizar um mapeamento abrangente dos mecanismos de incentivo que podem promover as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em energia. Dado que a inovação em energia ocorre no contexto de um amplo e complexo sistema de inovação, esse exercício requereu a inclusão de instrumentos que promovem a inovação em geral, ou seja, que não são específicos para a área de inovação em energia. Exemplos incluem: incluindo bolsas científicas, programas e infraestrutura de pesquisa (editais e chamadas para projetos, etc.), fundos e programas para projetos colaborativos (i.e. de cooperação entre empresas e institutos de ciência e tecnologia – ICTs), recursos para apoiar eventos científicos, financiamento não-reembolsável para empresas (subvenção econômica), linhas de crédito subsidiado (empréstimos com equalização de juros), investimentos de renda variável, incentivos fiscais à inovação e outros tipos de incentivos. Também foram identificados mecanismos específicos para promover a inovação no setor energético, incluindo o Fundo Setorial de Energia Elétrica, o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico, o Fundo Setorial de Transportes Terrestres e Hidroviários, e o Rota 2030 – Mobilidade e Logística. Além dos mecanismos de incentivo às atividades de P&D, o exercício de mapeamento também abrangeu mecanismos de incentivo a inovações na fase de mercado ou comercial.

Esses mecanismos de incentivo que contribuem para o desenvolvimento de tecnologias energéticas limpas foram classificados de acordo com suas quatro principais funções, baseado no arcabouço de sistemas de inovação desenvolvido pela Agência Internacional de Energia (IEA, 2019a e 2020; diagrama 1):

- i) Prover de recursos: Para ser bem sucedido, um sistema de inovação requer recursos, ou insumos, por meio dos quais o desenvolvimento de produtos e processos é promovido por toda a cadeia de inovação. Exemplos de políticas e mecanismos de incentivos de provisão de recursos incluem: a provisão de fundos para P&D em energia, força de trabalho qualificada, disponibilidade de infraestrutura de pesquisa, prioridades de pesquisa claramente definidas para guiar as atividades de inovação etc.;
- ii) Gerenciar conhecimento: Novos produtos e processos podem ser desenvolvidos devido à geração de conhecimento novo ou ao avanço do conhecimento existente. Políticas e mecanismos de incentivos para a inovação em energia devem buscar uma boa gestão do conhecimento, de forma que este seja protegido (inclusive, quando apropriado, por meio de direitos de propriedade intelectual), disseminado por meio de redes dinâmicas de conhecimento e transmitido ao longo da cadeia de valor;

- iii) Apoiar mercados: Para garantir que novas ideias e produtos alcancem mercados, devem ser consideradas políticas e mecanismos de incentivo com essa função. Estes instrumentos de políticas podem incluir: instrumentos de mercado baseados em desempenho (e.g. cotas, padrões, precificação de carbono), incentivos fiscais, encomendas tecnológicas, compras públicas para tecnologias emergentes, facilitação de atividades de demonstração etc. Esses tipos de incentivos podem reduzir risco e incerteza dos investimentos em inovação e, dessa forma, contribuem para que novas tecnologias desenvolvidas encontrem seu lugar no mercado; e
- iv) Promover apoio sociopolítico: a inovação bem-sucedida requer, no mínimo, que não haja oposição efetiva no ambiente socio-político. Isso se aplica principalmente a tecnologias controversas, mas também a novos paradigmas tecnológicos que podem encontrar resistência para emergir. Políticas e mecanismos de incentivo devem promover o engajamento de atores relevantes para mudança tecnológica, em busca de apoio de cidadãos, consumidores e do setor produtivo.

**Diagrama 1**  
**Combinação de políticas de mecanismos de incentivo à inovação, segundo suas funções**



Fonte: Elaboração própria com base em Agência Internacional de Energia (IEA), “Framework to assess energy innovation systems” [online] <https://www.iea.org/topics/innovation>, forthcoming, 2020; e Agência Internacional de Energia (IEA), “Clean energy transitions: Accelerating innovation beyond 2020” [online] <https://www.iea.org/reports/clean-energy-transitions-accelerating-innovation-beyond-2020> [Data de consulta: 4 October 2019], 2019.

A tabela 1 mostra uma visão geral dos mecanismos de incentivo existentes para a inovação em energia no Brasil e, embora possa ser uma simplificação, aloca-se cada mecanismo segundo as quatro funções do arcabouço descrito acima. Nos anexos 7 e 8, podem ser encontradas a lista completa e as principais características dos mecanismos de incentivo abordados neste estudo.

**Tabela 1**  
**Seleção de mecanismos para incentivar a inovação em energia no Brasil por função**

Prover recursos	Gerar conhecimento	Apoiar mercados	Promover apoio sócio-político
Bolsas científicas	Bolsas científicas	Eólica, solar, biomassa: Criação de mercado (leilões no setor elétrico, desconto nas tarifas elétricas, <i>net metering</i> , incentivos fiscais)  Eólica e solar: Aplicação (crédito com equalização de juros, Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura - REIDI, requisitos de conteúdo local, incentivos fiscais)	Eficiência energética: Lei de Eficiência Energética, Procel, Conpet-Petrobrás, PBE-Inmetro

Tabela 1 (conclusão)

Prover recursos	Gerar conhecimento	Apoiar mercados	Promover apoio sócio-político
Projetos em cooperação (Finep Conecta, BNDES Funtec, Embrapii)	Apoio à pesquisa (projetos e infraestrutura de pesquisa)	Eletromobilidade: <i>Criação de Mercado</i> (incentivos fiscais por meio de Rota 2030, IPVA, II e IPI) <i>Aplicação</i> (empréstimo subsidiado)	Biocombustíveis: PBE-MME, RENOVABIO Eólica e solar: <i>net metering</i>
Subvenção econômica, Programa Centelha, Tecnova	Projetos em cooperação (Fundo Verde Amarelo, fundos estaduais via FAPs, Finep Conecta, BNDES Funtec, Embrapii)	Eficiência energética: <i>Aplicação</i> (PEE ANEEL, empréstimo subsidiado, Rota 2030)	
Investimento de renda variável (fundos e programas da Finep e BNDES)	Cooperação internacional (subvenção Finep)	Biocombustíveis: <i>Criação de mercado</i> (mistura obrigatória, leilões de biodiesel, RENOVABIO) <i>Aplicação</i> (PBE-MME, empréstimos subsidiados)	
Empréstimo subsidiado (programas de FINEP e BNDES)	Fundos setoriais (agronegócio, biotecnologia, de transporte terrestre e hidroviário, energia)		
Incentivos fiscais (Lei do Bem, Lei da Informática, Rota 2030, PadiS)			
P&D Aneel			
Fundos setoriais (agronegócio, biotecnologia, de transporte terrestre e hidroviário, energia)			

Fonte: Elaboração própria com base em informações do Grupo de Trabalho do Eixo 3 do EBP.

A análise realizada nessa primeira etapa permitiu concluir que, apesar de diversos mecanismos existentes, além de políticas e planos setoriais que tratam de energias limpas nas áreas energética, de transporte e de clima, o Brasil não apresenta uma estratégia nacional coordenada e de longo prazo para a inovação em energia de baixo carbono. Além disso, foram identificados os seguintes principais obstáculos a serem superados para que se possa avançar no desenvolvimento dessas tecnologias no Brasil:

- Garantir a continuidade de disponibilidade de orçamento público para atividades de P&D ao longo do tempo, consistente com as prioridades nacionais, para fortalecer a continuidade, credibilidade e efetividade dos mecanismos de provisão de recursos;
- Desenvolver planos consistentes e interrelações entre as prioridades na área energética, de clima e de desenvolvimento nacional, tais como segurança e soberania energética, desenvolvimento de energia renovável, melhoria da eficiência energética, captura, utilização e armazenamento de carbono, produtividade e competitividade etc.;
- Aprimorar a definição de prioridades no sentido de coordenar as prioridades de energia, de clima, de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) e de desenvolvimento com os mecanismos de incentivo;
- Fortalecer a articulação entre os diferentes órgãos governamentais e partes interessadas relacionadas ao sistema de inovação (e.g. academia, especialistas em tecnologias, grupos de interesse, representantes do setor produtivo, cidadãos) no que tange ao estabelecimento de prioridades;

- Estabelecer mecanismos equilibrados de incentivo à inovação em energia com respeito à combinação de políticas (*policy mix*) (diagrama 1) no que tange às suas funções. Especialmente, balancear a importância dos mecanismos de provisão de recursos e mecanismos de apoio a mercados, já que os mecanismos explicitamente voltados para o setor energético estão concentrados na primeira função;
- Fortalecer o apoio ao processo inovativo em todos os seus estágios, incluindo desde aqueles mais iniciais de pesquisa básica e de desenvolvimento experimental até comercialização em nichos de mercados. A inovação é um processo de aprendizado que é intrinsecamente sujeito a risco —o qual está associado a eventos previsíveis— e incerteza —relacionada a eventos desconhecidos e incertos, aos quais não se pode atribuir uma probabilidade— em diversos níveis. A pesquisa básica, por exemplo, envolve níveis extremamente altos de incerteza e risco, enquanto melhorias técnicas secundárias em produtos conhecidos são menos sujeitas a eles. É importante notar que inovações que envolvem níveis mais elevados de incerteza e risco requerem mecanismos de incentivo mais robustos (Gordon e Cassiolato, 2019). Por exemplo, projetos de inovação disruptiva, tais como aqueles relacionados a inovações radicais de produtos e processos, necessitam de incentivos potentes que efetivamente reduzam incerteza e risco de modo que os investimentos nestes projetos se tornem atrativos, os quais podem incluir financiamento não-reembolsável (e.g. subvenção econômica), capital de risco e encomendas tecnológicas (ver tabela 2).

**Tabela 2**  
**Relação entre inovação, incerteza, risco e mecanismos de incentivo**

Tipo de Inovação	Incerteza	Risco	Mecanismo de incentivo
Pesquisa básica e invenção	Incerteza verdadeira	Incalculável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não reembolsável</li> <li>• Encomenda tecnológica</li> <li>• Capital de risco</li> </ul>
Inovações radicais de produto e processo desenvolvidas fora da empresa	Altíssimo grau de incerteza	Altíssimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação acionária</li> <li>• Subvenção econômica</li> <li>• Compras públicas</li> <li>• Encomenda tecnológica</li> <li>• Capital de risco</li> </ul>
Inovações de produto e inovações de processo na própria empresa	Alto grau de incerteza	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação acionária</li> <li>• Subvenção econômica</li> <li>• Compras públicas</li> <li>• Recursos não reembolsáveis para interação com instituições de ciência e tecnologia (ICT)/empresa</li> <li>• Capital de risco</li> </ul>
Nova geração de produtos conhecidos	Incerteza moderada	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crédito equalizado</li> <li>• Recursos não reembolsáveis para interação ICT/empresa</li> </ul>
Inovação sob licença; imitação e diferenciação de produto; melhoramentos e adaptações em produtos e processos	Baixa incerteza	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crédito (em alguns casos com equalização de juros)</li> <li>• Incentivo fiscal</li> </ul>
Diferenciação de produto; inovação de produto conhecido; adoção tardia de inovação de processo estabelecido na própria firma; melhoramentos técnicos secundários	Incerteza muito baixa	Muito baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crédito</li> <li>• Incentivo fiscal</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria com base em José Luis Gordon e José Eduardo Cassiolato, "O Papel do Estado na Política de Inovação a partir dos seus instrumentos: uma análise do Plano Inova Empresa", *Revista de Economia Contemporânea*, vol. 23, nº 3, Rio de Janeiro, novembro, 2019.







## II. Revisão da experiência internacional

O levantamento e a análise de mecanismos de incentivo no Brasil ajudaram a identificar lacunas e obstáculos à inovação em energia no país e se tornaram um insumo para a segunda fase do trabalho realizado no Eixo 3 do projeto *Energy Big Push* (EBP) Brasil, que consistiu na revisão de experiências internacionais. Essa análise teve como objetivo identificar lições aprendidas e práticas realizadas em países selecionados para acelerar a inovação em energia limpa que poderiam ser relevantes para o caso brasileiro. A revisão de experiências internacionais foi baseada em países selecionados, de acordo com os seguintes critérios:

- Apresentam uma posição de destaque no *ranking* global de inovação em geral e de inovação em energias renováveis;
- Iniciaram ou passaram por um processo relevante de transição energética de baixo carbono;
- Apresentam um grau significativo de coerência em seu conjunto de objetivos, políticas e incentivos ao desenvolvimento de inovação em energia limpa;
- Implementou mecanismos de governança para coordenar diferentes atores e partes interessadas;
- Procuraram coordenar políticas em diversas áreas (energética, de clima, de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), de desenvolvimento etc.);
- Apresentam mecanismos de incentivo à pesquisa e desenvolvimento (P&D) alinhados às prioridades do país para inovação em energias de baixo carbono;
- Tenham alguma semelhança com o sistema energético brasileiro e seus desafios.

Com base nesses critérios e em consultas com especialistas do Grupo de Trabalho do Eixo 3 do EBP (ver lista de participantes no anexo 5), os seis países incluídos na análise de experiências internacionais foram: Reino Unido, Dinamarca, Japão, Noruega, Chile e Finlândia (veja o diagrama 2).

Diagrama 2  
Países incluídos na revisão da experiência internacional

Reino Unido	Dinamarca	Japão	Noruega	Chile	Finlândia
					
GII: 5°	GII: 7°	GII: 15°	GII: 19°	GII: 51°	GII: 6°
GELI: 9°	GELI: 10°	GELI: 3°	GELI: 1°	GELI: 20°	GELI: 2°
*	*	*	*	*	*
Líder global em energia eólica <i>offshore</i>	Liderança em energia eólica e participação de bioenergia na matriz elétrica	Segunda capacidade instalada de energia solar no mundo	40% do suprimento energético primário baseado em energia hidrelétrica	Liderança em produção de energia solar na América Latina	Liderança em participação de bioenergia na matriz elétrica

Fonte: Elaboração própria com base em Cunliff, Colin e David Hart, "Global Energy Innovation Index: national contributions to the global clean energy innovation system", *Information Technology and Innovations Foundation*, agosto, 2019; Cornell University, Institut Européen d'Administration des Affaires (INSEAD) e Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), *The Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives—The Future of Medical Innovation*, Ithaca, Fontainebleau e Genebra, 2019; e Agência Internacional de Energia (IEA), *World Energy Outlook 2019*, IEA, Paris, 2019.

Nota: GII refere-se à posição do país no Índice Global de Inovação e GELI refere-se à posição do país no Índice Global de Inovação Energética.

A Dinamarca ficou em 7º lugar no Índice Global de Inovação 2019 (Cornell University, INSEAD e OMPI, 2019) e 10º no Índice Global de Inovação Energética (Cunliff e Hart, 2019). Em termos de transição de baixo carbono do sistema energético dinamarquês, as renováveis passaram de 16,3% para 32,6% entre 2006 e 2017 (IEA, 2017a). O país pretende expandir ainda mais a presença de energia renovável variável em seus padrões de produção e consumo. A política energética da Dinamarca está intimamente ligada a uma política climática ambiciosa. O Brasil e a Dinamarca compartilham desafios comuns. No Brasil e na Dinamarca, o setor de transportes é um dos principais consumidores de combustíveis fósseis e, portanto, fonte importante de poluição e emissões de gases de efeito estufa (GEE). Os dois países também estão buscando melhorar a eficiência energética em outros setores. Em termos de planos estratégicos, a Dinamarca apresenta duas iniciativas importantes que merecem destaque: A Estratégia Digital da Dinamarca e o Plano de Ação Nacional de Eficiência Energética da Dinamarca.

A Finlândia ficou em 6º no Índice Global de Inovação 2019 e 2º no Índice Global de Inovação Energética (ibid). A geração de energia nuclear representa uma alta parcela do setor energético finlandês. Em termos de transformação do sistema energético, a Finlândia parece estar no caminho da sustentabilidade. Desde a década de 1970, a participação da bioenergia e dos resíduos na oferta total de energia primária tem crescido constantemente. Na última década, o fornecimento de energia a partir de biomassa e resíduos cresceu 2,7% ao ano. Na direção oposta, a oferta de petróleo diminuiu 8,6% desde 2007 (IEA, 2018b). A oferta de energia primária diminuiu 6,8% em relação a 2007, o que indica ganhos significativos de eficiência energética. O país está investindo dinheiro público em P&D para desenvolver melhores soluções para os biocombustíveis (de segunda geração) e também está investindo fortemente em soluções para geração de energia eólica e para redes inteligentes. Em termos de relevância para o caso brasileiro, a Finlândia pode fornecer um exemplo de como coordenar políticas de energia e clima, em que a Lei de Mudanças Climáticas tem sido um marco fundamental. Além disso, o país é líder na produção de energia para biocombustíveis e grande parte desse sucesso se deve à inovação tecnológica, à semelhança do caso do Brasil.

O Japão foi classificado como 15º no Índice Global de Inovação 2019 e 3º no Índice Global de Inovação Energética (ibid.). Em termos de transformação do sistema energético, o Japão está passando por uma grande reorganização de sua produção e consumo. Após o incidente nuclear de Fukushima Daiishi em 2011, o governo japonês desativou todas as suas usinas nucleares. O suprimento energético tornou-se mais dependente de petróleo, gás e carvão do exterior para atender ao consumo doméstico. O governo japonês está promovendo a adoção e o desenvolvimento de energias renováveis, por meio do qual sua participação no fornecimento de energia primária aumentou de 4,0% em 2010 para 5,7% em 2015 (IEA, 2016). Além disso, a produção de energias renováveis cresceu 56% entre 2005 e 2015, com a energia solar fotovoltaica e a energia eólica avançando. Essas circunstâncias podem representar oportunidades para o desenvolvimento de novas soluções para eficiência energética, segurança energética, proteção ambiental e produção de energias renováveis, mesmo em um cenário de restabelecimento da geração de energia nuclear. Nesse contexto, o Japão pode ser um centro para novas soluções, tanto em termos tecnológicos quanto de mercado, o que é reconhecido no Plano Estratégico de Energia de 2014 e nas Perspectivas de Longo prazo de 2015 para Oferta e Demanda de Energia. Em termos de relevância para o caso brasileiro, o Japão se destaca no planejamento das atividades de P&D, no monitoramento de seus resultados e na implementação de mecanismos inovadores para transformar a pesquisa básica em inovação.

A Noruega ficou em 19º no Índice Global de Inovação 2019 e 1º no Índice Global de Inovação Energética (ibid.). A Noruega é um dos maiores exportadores de petróleo e gás do mundo. A energia eólica está começando a ganhar impulso na Noruega nos últimos anos, pois a produção dessa fonte dobrou entre 2011 e 2015 e está se tornando uma fonte relevante de geração de eletricidade (1,7% em 2017; IEA, 2017b). Semelhante ao Brasil, a energia hidrelétrica é a maior fonte de oferta energética total (40%) na Noruega. A Noruega implementou um conjunto de políticas que conseguiu acelerar a penetração de veículos elétricos no sistema de transporte do país. Os esforços para desenvolver a infraestrutura necessária foram apoiados por um fluxo constante de programas consistentes. A Noruega também apresenta pesquisas de ponta sobre tecnologias de captura e armazenamento de carbono e tecnologias de eficiência energética.

O Reino Unido ficou em 5º no Índice Global de Inovação 2019 e 9º no Índice Global de Inovação Energética (ibid.). Em termos de transição energética de baixo carbono, o Reino Unido reduziu suas emissões de dióxido de carbono relacionadas à energia para seus níveis absolutos mais baixos desde 1988 (IEA, 2019b). A abordagem baseada na criação de um orçamento de carbono para cinco anos do Reino Unido foi usada como uma referência para o Acordo de Paris. Investimentos recordes em energia eólica *offshore* e energia fotovoltaica, juntamente com a substituição do carvão pelo gás, que foram apoiados por vários mecanismos de incentivo, levaram a uma transformação significativa do setor energético do país nos últimos cinco anos. O Reino Unido é líder de mercado em energia eólica *offshore*, com uma capacidade instalada de cerca de 7,9 gigawatts (GW) em 2017 e possui uma indústria de energia renovável competitiva. Em termos de relevância para o Brasil, a experiência do Reino Unido mostra um exemplo de como coordenar políticas energética e climática que também estão alinhadas com políticas e programas de P&D em energia. As políticas do Reino Unido para eficiência energética e a transição do setor de transportes para tecnologias de baixo carbono por meio do desenvolvimento da eletromobilidade também podem ser experiências relevantes. A experiência do país com a energia eólica *offshore* também pode ser interessante para o Brasil, onde essa tecnologia apresenta alto potencial.

O Chile ficou em 51º no Índice Global de Inovação 2019 e 20º no Índice Global de Inovação Energética (ibid.). Em termos de transição energética de baixo carbono, o Chile está fornecendo sinais políticos ambíguos (IEA, 2018a). Mas, embora tenha conseguido aumentar a implantação de energia solar e eólica, o país aumentou as importações de petróleo, tanto para combater a escassez de gás natural importado quanto para lidar com o crescimento econômico e o aumento da demanda energética que se seguiu. Apesar disso, o Chile anunciou uma atualização de sua Contribuição Nacionalmente Determinada ao Acordo de Paris, segundo a qual o país se compromete a atingir o pico de emissões até 2025 e se tornar carbono-neutro até 2050 (Governo do Chile, 2020). Representantes do governo chileno estão

propondo investimentos em energia limpa como forma de uma recuperação verde da crise de COVID-19 (Schmidt, Jobet e Couve, 2020). O Chile está melhorando sua configuração institucional, a fim de envolver a sociedade em uma ampla consulta pública e em um processo participativo de tomada de decisão para definir objetivos de energia a médio e longo prazo. Além disso, o governo chileno está investindo em atividades de P&D para gerar inovações em energias limpas, incluindo um projeto importante para desenvolver tecnologias e capacidades de energia solar fotovoltaica (FV). Chile e Brasil compartilham desafios comuns. Ambos os países são países latino-americanos de renda média que apresentam níveis semelhantes de inovação energética, como indicam suas posições no ranking do Índice Global de Inovação Energética (Brasil – 17º, Chile – 20º).

A partir da revisão da experiência desses países selecionados, foram extraídas as principais lições aprendidas e ideias para o Brasil, discutidas abaixo.

### **Estratégias, objetivos e planos de longo prazo para orientar mecanismos de incentivo**

Mecanismos de incentivo são meios para atingir fins. Os objetivos de políticas fazem parte de planos mais amplos relacionados à estratégia de longo prazo do país e sua visão de futuro, incluindo o futuro dos sistemas de energia e a sustentabilidade do desenvolvimento a longo prazo. Para serem traduzidos em políticas públicas, as estratégias, os objetivos e os planos de longo prazo requerem coordenação e o envolvimento, em todos os níveis federativos e de tomada de decisão, de atores do governo. Na Dinamarca, por exemplo, as políticas energéticas e climáticas foram elaboradas a muitas mãos e a Estratégia Digital envolveu três níveis governamentais: autoridade nacional, autoridades regionais e autoridades municipais. Consultas amplas e participação social são vitais para identificar aspirações nacionais comuns, criar consensos, confiança e legitimidade, aumentar a transparência, gerenciar riscos e gerar o engajamento necessário para mudanças transformadoras. No Chile, a construção da Política Nacional de Energia 2050 incorporou um espírito democrático, definindo três instâncias complementares de participação: nos níveis político-estratégico, técnico e público. Os processos participativos de tomada de decisão podem ajudar a criar políticas coordenadas de energia e clima, considerar novas perspectivas e ideias e estabelecer objetivos e políticas de longo prazo mais resilientes e menos sujeitas a mudanças quando há diferentes administrações no poder.

### **Governança estruturada para coordenar áreas de clima, energia e ciência, tecnologia e inovação (CT&I)**

A coordenação de políticas é um grande desafio para qualquer país. Os países abordados neste estudo mostraram diferentes maneiras de estruturar seus arranjos de governança para coordenar as políticas energética e climática. No Reino Unido, por exemplo, ambas políticas estão sob a responsabilidade de um único departamento (equivalente a um ministério no Brasil), o Departamento de Negócios, Energia e Estratégia Industrial (BEIS, da sigla em inglês). No Japão, foi estabelecida uma estratégia de longo prazo que entrelaça os objetivos de energia e clima sob a mesma estrutura. Na Finlândia, a mesma articulação pode ser observada sob a Estratégia Nacional de Energia e Clima para 2030. Existem vários arranjos de governança nos países revisados, que estabelecem claramente responsabilidades e papéis compartilhados de uma maneira que permita a coordenação entre essas áreas de políticas.

### **Comunicação transversal e coordenação das diversas partes interessadas**

A revisão da experiência internacional mostra que a comunicação transversal e a coordenação de diversas partes interessadas entre os principais órgãos governamentais, tomadores de decisão e atores envolvidos com clima, energia e ciência, tecnologia e inovação têm sido uma característica comum entre os países líderes. Nesses países, as partes interessadas relevantes têm sido mobilizadas nos estágios de concepção, implementação e avaliação de políticas nessas áreas. Existem diversos arranjos para gerenciar a coordenação transversal. A Finlândia, por exemplo, colocou a coordenação na letra da lei. A Lei de



Mudanças Climáticas (609/2015) define a responsabilidade de cada ator e atribui ao Departamento de Energia do Ministério da Economia o papel da coordenação no país. A coordenação é um desafio não apenas para diferentes ministérios e entidades governamentais, mas também se refere à criação de mais interações entre órgãos públicos, empresas privadas, instituições de ciência e tecnologia (ICTs) e a sociedade civil. No Reino Unido, por exemplo, os centros de P&D apoiados pelo governo coordenam esforços com a indústria e os ICTs na condução de projetos de inovação. Os programas e instituições de P&D da Noruega (OG21, ENERGY21) incluem membros do conselho de diferentes grupos da sociedade.

### Alinhamento cronológico dos mecanismos de incentivo a P&D e prioridades energéticas e climáticas

Energia, clima e ciência, tecnologia e inovação são áreas de políticas de longo prazo, o que sublinha a importância de alinhar os objetivos no tempo. O Japão fornece um exemplo da importância do alinhamento cronológico. Primeiro, o país estabeleceu os objetivos de políticas de médio e longo prazo para definir posteriormente incentivos de curto e médio prazo que atendam aos objetivos de longo prazo. Essa correspondência cronológica leva à coerência entre os mecanismos de P&D no tempo segundo as prioridades pelas nações (ver diagrama 3).

**Diagrama 3**  
O longo prazo e a coordenação no governo, entre atores e no tempo



Fonte: Elaboração própria com base em informações do Grupo de Trabalho do Eixo 3 do EBP.

### Equilíbrio entre diferentes mecanismos de incentivo

A revisão da experiência internacional enfatiza a existência de uma combinação equilibrada de mecanismos de incentivo à inovação, de acordo com suas quatro funções (rever o diagrama 1). Quase todos os países revisados mostram uma combinação balanceada de incentivos à inovação entre essas funções. Além disso, a experiência internacional também destaca a importância de aplicar uma ampla gama de instrumentos, incluindo os obrigatórios, como *feed-in tariffs*, cotas de energia renovável, especialmente para tecnologias emergentes, tais como tecnologias de energia renovável menos maduras.

### Suporte robusto a todas as etapas do processo de inovação

As experiências internacionais mostram, ainda, que se um país pretende desenvolver com sucesso inovações em energia para apoiar transições de baixo carbono, então todas as etapas do processo de inovação devem ser apoiadas: das pesquisas básica e aplicada ao desenvolvimento experimental, demonstração

e comercialização. Na Dinamarca, por exemplo, diferentes entidades são responsáveis por diferentes níveis do processo de inovação, em que as agências financiadoras de P&D apoiam a pesquisa básica e parte dos estágios de desenvolvimento, a agência local de energia apoia o desenvolvimento experimental e demonstração de novas tecnologias e os fundos de inovação apoiam a comercialização da tecnologia por meio de canais disponíveis para grandes empresas, pequenas e médias empresas (PMEs), *startups* e ICTs. A análise das experiências internacionais também sugere que os estágios de desenvolvimento tecnológico e comercialização de inovações energéticas dependem de iniciativas robustas e fortes que promovam projetos em cooperação com empresas de todos os tamanhos, como centros públicos de P&D —à exemplo do ORE Catapult (Reino Unido) ou do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Industrial Avançada (Japão). O serviço de rede (*network*) e as incubadoras também desempenham um papel importante. Esse achado sublinha a importância de se aplicarem instrumentos diferenciados segundo o estágio do processo inovativo, conforme ilustrado na tabela 2.

### Foco na transição energética amplamente entendida

Os programas de P&D dos países revisados no presente estudo concentram-se em transições energéticas de baixo carbono amplamente compreendidas, que envolvem a transformação de todo o sistema energético, e não apenas promovendo algumas fontes energéticas específicas. Além das energias renováveis, as áreas complementares também são vistas como prioridades para transformar profundamente o sistema energético, como energia distribuída (geração de energia distribuída, armazenamento de energia, eletromobilidade e infraestrutura de recarga, eficiência energética e gerenciamento do lado da demanda). A *Smart Energy* da Finlândia e a *Energy System Catapult* do Reino Unido são exemplos de programas de inovação que buscam induzir a incorporação de diversas tecnologias no setor de energia para além das fontes energéticas renováveis —tais como digitalização, Internet das Coisas (IoT, da sigla em inglês), inteligência artificial, sistemas de armazenamento de energia, redes inteligentes— que podem aprimorar a conectividade e a integração do sistema de energia e otimizar a produção e o consumo de energia do ponto de vista sistêmico. Esse foco amplo também requer mecanismos de incentivo para a construção de novos modelos de negócios e para o direcionamento da demanda do consumidor.

### Reforçar a transformação do conhecimento em tecnologia e inovação

No Brasil, o conhecimento é gerado principalmente por meio de publicação científica da academia: o Brasil ocupa o 13º lugar em volume de artigos científicos produzidos em 2016 no mundo. O registro de patentes por organizações acadêmicas e de pesquisa no Brasil tem aumentado desde o início dos anos 2000. No entanto, existem relações limitadas entre a pesquisa realizada na academia e sua aplicação ou desenvolvimento pela indústria, governo ou sociedade. A revisão das experiências internacionais mostra que os países líderes têm programas focados em transformar a pesquisa desenvolvida pela academia em aplicações práticas ou soluções de empresas, governo (por exemplo, sistemas de saúde pública) etc. Por exemplo, o programa ACCEL do Japão financia a Prova de Conceito (POC) para preencher a lacuna entre a aplicação prática dos resultados de pesquisa mais relevantes alcançados pelos projetos financiados pelos programas básicos de pesquisa. O país também patrocina o programa A-STEP, que busca trazer inovações da academia para o mercado. O programa A-STEP financia toda a cadeia de inovação. Uma lição importante que pode ser aprendida com a revisão das experiências internacionais, incluindo o A-STEP, é que o mecanismo de incentivo específico (subvenções ou empréstimos sem juros) a ser empregado deve considerar o estágio de desenvolvimento tecnológico e de inovação (resultados de pesquisas teóricas ou mais avançadas), de modo que os estágios mais iniciais (pesquisa básica, por exemplo) exigem incentivos mais robustos (como subvenções econômicas, financiamento não reembolsável etc.), pois os estágios iniciais da inovação também são os que envolvem mais riscos e incertezas. Outros instrumentos, como crédito (como empréstimos a juros próximos aos de mercado), são mais apropriados para as etapas posteriores da inovação (como comercialização), nos quais a maturidade tecnológica se traduz em menos riscos e maiores possibilidades de lucro.

## **As compras públicas podem ser um forte mecanismo de incentivo à inovação em energia**

Na Finlândia, o KEINO Competence Center é uma organização baseada em rede composta por uma série de partes interessadas relacionadas compras públicas e apoio à inovação. Financiado pelo Ministério de Assuntos Econômicos e Emprego (MEAE), consiste no desenvolvimento de competências para compras públicas sustentáveis e inovadoras e na ampliação das boas práticas em todos os níveis governamentais. Várias estratégias e planos, tanto em nível nacional, regional e organizacional, identificaram as compras públicas como uma ferramenta para alcançar compromissos de sustentabilidade. O principal objetivo do KEINO Center para 2018-2021 é aumentar o número de compras inovadoras e sustentáveis em 5%. O caso da Finlândia ilustra como as compras públicas podem ser adaptadas para promover soluções sustentáveis.

### **O papel das colaborações internacionais**

A colaboração internacional para inovação em energia é cada vez mais relevante em um contexto de redução exponencial nos custos e crescimento acelerado na implantação de energia limpa. O Chile é um exemplo emblemático de cooperação internacional. O Programa Solar do Chile depende fortemente da cooperação com a Alemanha. Este programa visa desenvolver uma indústria solar nacional com capacidades tecnológicas de ponta para lidar com os desafios locais e tornar o Chile um participante competitivo no mercado global de energia solar. O governo alemão, por meio de seu banco de desenvolvimento, está co-financiando os projetos com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) para instalar Centrais de Energia Solar Concentrada (CSP, da sigla em inglês) no Chile. Além disso, um centro de inovação alemão foi estabelecido no Chile (Fraunhofer Chile Research) e venceu uma licitação para desenvolver um centro de excelência em tecnologias de energia solar em 2012/2013. As especificidades do deserto chileno criam desafios diferentes para a geração solar em comparação com a Alemanha ou outros países.



### III. Diretrizes estratégicas e principais instrumentos de políticas para um grande impulso energético no Brasil

O levantamento e a análise dos mecanismos de incentivo à inovação energética no Brasil (fase 1), bem como a revisão de experiências internacionais (fases 2 e 3) forneceram as bases para a elaboração de recomendações de diretrizes estratégicas e dos principais instrumentos de política para acelerar a inovação em energia limpa no Brasil.

As recomendações preliminares incluíram uma agenda estratégica, estruturada em cinco linhas de ação principais (diagrama 4). A quarta linha de ação foi desagregada em duas sublinhas: 4.1 implementação de programas e mecanismos de incentivo que abordem todas as etapas do processo de inovação; 4.2 implementação de mecanismos de incentivo para promover o desenvolvimento de ecossistemas de inovação em energia de baixo carbono. E a quinta linha de ação compreende cinco sublinhas: 5.1 adaptação dos mecanismos de incentivo à inovação existentes para voltarem-se às energias limpas e reativação de mecanismos de incentivo anteriores; 5.2 implementação de programas de P&D de longo prazo para as áreas mais estratégicas e promissoras; 5.3 implementação de programas de demonstração, 5.4 implementação de instalações e plataformas de teste e 5.5 implementação de mecanismos de incentivo para estimular a comercialização de tecnologias energéticas renováveis e de eficiência energética e o empreendedorismo.



Fonte: Elaboração própria com base em informações do Grupo de Trabalho do Eixo 3 do EBP.

Essas recomendações preliminares foram apresentadas e discutidas no *Workshop Energy Big Push*, realizado no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em 30 e 31 de outubro de 2019 (ver a lista de participantes no anexo 1). Para receber os *feedbacks* e contribuições para melhorar a versão preliminar, foi aplicada uma metodologia de facilitação denominada “mercado de informações”, com o apoio do Grupo de Trabalho do Eixo 4 do EBP. Diferentes grupos de especialistas discutiram uma série de perguntas específicas e produziram uma coleção de frases, que representam as principais ideias trazidas de várias rodadas de discussão. As principais sentenças obtidas com essas contribuições estão resumidas na Tabela 3 e foram aplicadas para melhorar a proposta preliminar.

**Tabela 3**  
**Contribuições do *Workshop Energy Big Push***

A coordenação é essencial para uma transição energética sustentável: existe alguma coordenação de informações em nível operacional dos órgãos de energia e inovação no Brasil
Existem muitos obstáculos à coordenação (falta de comunicação, conflito de agendas etc.)
A coordenação deve ser pensada no nível dos sistemas de inovação, uma vez que o nível de coordenação depende da maturidade do setor e de seus respectivos grupos de interesse
Definir o tipo de transição energética que o país seguirá e a estratégia nacional associada é fundamental e deve considerar sustentabilidade, eficiência, sinais de mercado etc.
A transição energética deve ser apresentada como uma oportunidade para facilitar a coordenação das partes interessadas relevantes
Os aspectos sociais devem ser plenamente levados em consideração no contexto da transição energética
As prioridades energéticas devem estar ligadas à política industrial
Os programas de inovação devem ser coordenados com mecanismos de incentivo ao desenvolvimento de novos modelos de negócios e <i>design</i> de mercado
As principais tecnologias para o Brasil devem ser identificadas
Definição clara das funções e responsabilidades de cada agência
Envolver mais partes interessadas e obter apoio da sociedade em geral
A falta de estratégia e o fraco apoio à inovação e desenvolvimento energético limpo devem-se em parte à abundância de recursos naturais no Brasil
O orçamento público de P&D deve ser orientado para as principais tecnologias
Os mecanismos de incentivo devem ser revisados, adaptados e atualizados à medida que o sistema energético se transforma
Envolver a indústria de combustíveis fósseis na transição

Fonte: Elaboração própria com base em contribuições de especialistas que participaram do *Energy Big Push Workshop*.

As recomendações finais resultam, portanto, de um esforço colaborativo no âmbito das atividades do EBP (reuniões do Grupo de Trabalho do Eixo 3), que incluiu o levantamento e a análise dos mecanismos de incentivo existentes para inovação energética no Brasil, a revisão da experiência internacional e as valiosas contribuições recebidas de especialistas no *workshop*. As recomendações finais para acelerar a inovação em energia limpa no Brasil estão estruturadas em três níveis de ação diferentes:

- i) **Nível estratégico:** refere-se a decisões de alto nível sobre áreas estratégicas de inovação em políticas energéticas, climáticas e de ciência, tecnologia e inovação (ST&I);
- ii) **Nível tático-operacional (sistema de tecnologia):** refere-se a rotas (*roadmaps*) para o desenvolvimento dos sistemas de tecnologia priorizados no nível estratégico;
- iii) **Nível de políticas (mecanismos de incentivo à inovação):** diz respeito aos mecanismos de incentivo à inovação que devem ser implementados ou adaptados para promover a implementação das rotas tecnológicas.

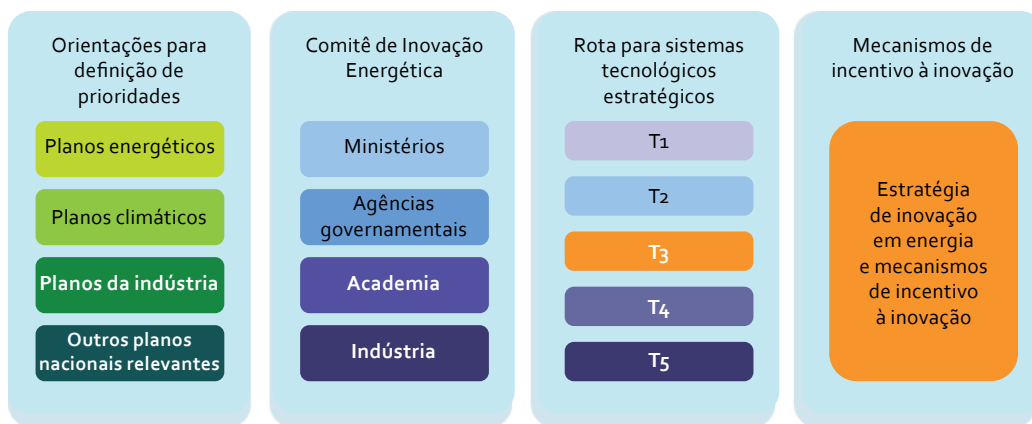
O diagrama 5 resume as recomendações nesses três níveis e mostra como elas se relacionam. No nível estratégico, os principais órgãos governamentais e as partes interessadas relevantes devem formar um Comitê de Inovação Energética (CIE), ou fórum similar, para coordenar os principais participantes, que devem estar envolvidos no processo de definição de prioridades. O CIE deve definir as áreas (ou os sistemas) tecnológicos estratégicos (da produção de energia à distribuição e uso, que podem incluir fontes

energéticas renováveis específicas —eólica, solar, biocombustíveis etc., redes inteligentes de distribuição, sistemas de armazenamento de energia, eficiência energética e/ou eletromobilidade) para um grande impulso no setor energético no Brasil, com base em dados e informações técnicas obtidas a partir de processos de planejamento energético, prioridades nacionais de desenvolvimento, objetivos climáticos e indicadores relevantes de inovação e tecnologia (tais como o desenvolvimento de dados no Eixo 1 e os indicadores analisados no Eixo 2 e incluindo insumos e produtos do sistema de inovação etc.), literatura especializada, melhores práticas internacionais etc. Os sistemas tecnológicos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> ...) considerados estratégicos devem ser consistentes com os planos e estratégias nacionais.

No segundo nível (tático-operacional), grupos específicos de partes interessadas, relacionados a cada sistema tecnológico estratégico definido pelo CIE, trabalhariam no desenvolvimento de rotas tecnológicas, ou *roadmaps*, que considerem lacunas, obstáculos, pontos fortes e oportunidades de inovação, priorizando investimentos no desenvolvimento de soluções com mais cobenefícios, alinhadas à abordagem *Big Push* para a Sustentabilidade (CEPAL/FES, 2019) e que apresentem objetivos claros e bem definidos de curto, médio e longo prazo para orientar a tomada de decisão.

No terceiro nível (política), mecanismos de incentivo devem ser desenhados, implementados ou, se forem mecanismos existentes, devem ser adaptados para promover o desenvolvimento de cada *roadmap*. Os mecanismos de incentivo são as ferramentas para atingir os objetivos estabelecidos nos *roadmaps* para cada sistema tecnológico estratégico. Todo esse processo deve basear-se nas diretrizes do nível estratégico (linha de ação 1.1).

**Diagrama 5**  
As recomendações de três níveis para um grande impulso energético no Brasil



Fonte: Elaboração própria.

## Nível estratégico

### Linha de Ação 1.1: Entender o sistema energético ao qual o Brasil aspira a longo prazo

Em primeiro lugar, é necessário definir as principais características do sistema energético que o país busca a longo prazo. Há vários caminhos possíveis para se trilhar uma transição energética, conforme destacado pela abordagem do *Big Push* para a Sustentabilidade (CEPAL/FES, 2019). Embora diferentes países possam optar por estratégias diferentes para conduzir à transição energética e alcançar os objetivos de políticas nacionais, essas estratégias precisam incluir componentes de inovação. Por exemplo, países como o Reino Unido ou a Dinamarca, que visam à transformação parcial ou total dos sistemas energéticos rumo a fontes de baixo carbono, estabeleceram vínculos entre suas prioridades nacionais e suas políticas

de inovação. O objetivo é garantir que as atividades de inovação estejam alinhadas com os objetivos do país. Comparado com os países-membro da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Brasil está em uma posição vantajosa por apresentar uma participação relativamente grande de fontes energéticas de baixo carbono em seu sistema energético atualmente. O caminho a ser escolhido pelo Brasil deve levar em consideração as capacidades locais, as questões econômicas e sociais, e as barreiras e oportunidades tecnológicas. É necessária uma estratégia de inovação para que seja transversal a diversas áreas de governo e alinhada com os objetivos energéticos e de clima, incluindo acesso à energia, modicidade de custos e sustentabilidade, além de prioridades nacionais mais amplas. Nessas circunstâncias, o país poderia melhorar seu sistema energético ao investir em eficiência energética, aumentando a flexibilidade, introduzindo novos modelos de negócios, além de transformar a capacidade instalada. Todos esses aspectos devem ser levados em consideração para decidir que tipo de transição o país está buscando.

### **Linha de Ação 1.2: Melhorar a coordenação**

A articulação e coordenação dos formuladores de políticas, planejadores energéticos e agências reguladoras e de inovação pode ser aprimorada, por exemplo, por meio do estabelecimento do CIE. A consecução do sistema energético sustentável previsto depende de ações coordenadas em termos de planejamento energético, objetivos climáticos, políticas de CT&I e desenvolvimento sustentável. Além disso, os desafios contemporâneos—como desenvolvimento econômico sustentável, mitigação e adaptação às mudanças climáticas e transição de sistemas energéticos—exigem superar eventuais decisões unilaterais de órgãos, uma vez que sua multidimensionalidade exige coordenação. Existe uma coordenação informal no nível operacional, mas é necessária uma interação e coordenação sistemática entre os principais órgãos governamentais brasileiros e as partes interessadas no nível estratégico para estabelecer prioridades coordenadas em termos energéticos, de inovação, clima e desenvolvimento. Com base nas experiências internacionais mencionadas nesse estudo, recomenda-se a criação de um comitê transversal formal—um Comitê de Inovação Energética—no Brasil, composto por representantes de:

- **Ministérios:** Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério da Infraestrutura (MI), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério da Economia (ME), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e Ministério da Educação (MEC);
- **Órgãos de planejamento e regulação:** Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS); e
- **Outras entidades:** Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPI), Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CONFAP).

Os representantes empresariais e acadêmicos também devem estar envolvidos no CIE. Para criar consenso e reconciliar interesses diversos em relação às necessidades de inovação para a transição energética, o processo de tomada de decisão do CIE deve ser participativo e incluir consulta pública. Uma vez identificadas as necessidades, os representantes dos setores mais relevantes—queles que podem impulsionar a inovação energética ou mesmo desafiar o desenvolvimento da inovação—também devem participar do CIE para ajudar na elaboração da estratégia de inovação energética.

O CIE deve funcionar de maneira sistemática e seu foco deve ser o alinhamento das áreas de desenvolvimento, clima e energia com estratégias de CT&I e aos esforços de promoção de P&D. A ideia de arranjos participativos de governança observados na experiência internacional pode ser aplicada para fornecer aos atores responsabilidades adequadas e/ou espaço político para desempenhar um papel ativo nas três áreas relevantes—energia, clima, desenvolvimento e CT&I—e para melhorar as sinergias existentes e desenvolver novas.



### **Linha de Ação 1.3: Fornecer dados e evidências para fundamentar a tomada de decisões sobre prioridades energéticas**

Há uma necessidade de se ter melhores dados relacionados à inovação energética, tais como os dados gastos públicos em atividades de P&D que foram desenvolvidos sob o Eixo 1 do EBP e os indicadores desenvolvidos sob o Eixo 2 do EBP. Deve-se criar uma plataforma para fornecer ao comitê de transição dados relevantes e robustos e informações baseadas em evidências para a tomada de decisões estratégicas. A seleção das áreas mais estratégicas para enfrentar a transição energética e acelerar a inovação deve se basear em bancos de dados bem estruturados sobre indicadores energéticos, de sustentabilidade e inovação. Para tornar essa tarefa possível, talvez seja necessário investir em bancos de dados confiáveis, especialmente nas áreas em que os dados não estão completos; indicadores específicos, tais como publicações e patentes, também são essenciais para acompanhar a evolução das políticas públicas relacionadas à inovação em energias de baixo carbono. Também pode ser necessário apresentar dados da matriz produtiva nacional, bem como considerar a maturidade tecnológica dos diversos setores que poderiam integrar a estratégia nacional de inovação em energia.

### **Linha de Ação 1.4: Estabelecer diretrizes estratégicas e definir sistemas tecnológicos prioritários**

Apesar da ausência de planos específicos para coordenar diversas áreas de política, existem elementos nas estratégias nacionais, planos energéticos e climáticos e políticas de CT&I que podem ajudar a identificar sinergias e promover a articulação. A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, da sigla em inglês) do Brasil pode ser um ponto de partida para relacionar os objetivos dessas diversas áreas. O Plano Decenal de Energia (PDE) também deve ser considerado, pois fornece orientações relevantes para o futuro papel dos sistemas e subsistemas tecnológicos relacionados ao fornecimento de energia renovável, geração distribuída, armazenamento de energia, veículos elétricos, infraestrutura elétrica de carregamento, eficiência energética e gestão da demanda de energia. Mas, de acordo com a revisão das experiências internacionais, o país deve buscar uma coordenação explícita em termos de inovação para a transição energética, com informações sobre: planos de longo prazo, critérios de eficiência e flexibilidade, necessidade de investimento público (por área ou solução); marcos a serem alcançados a curto, médio e longo prazo etc. Dados e indicadores baseados em evidências descritos na Linha de Ação 1.3 devem informar e orientar o CIE em relação às demandas ambientais, econômicas e sociais do país e em termos de forças tecnológicas, lacunas, barreiras e oportunidades. As partes interessadas que participam do CIE devem poder reconciliar várias necessidades e prioridades nacionais para identificar sistemas tecnológicos estratégicos.

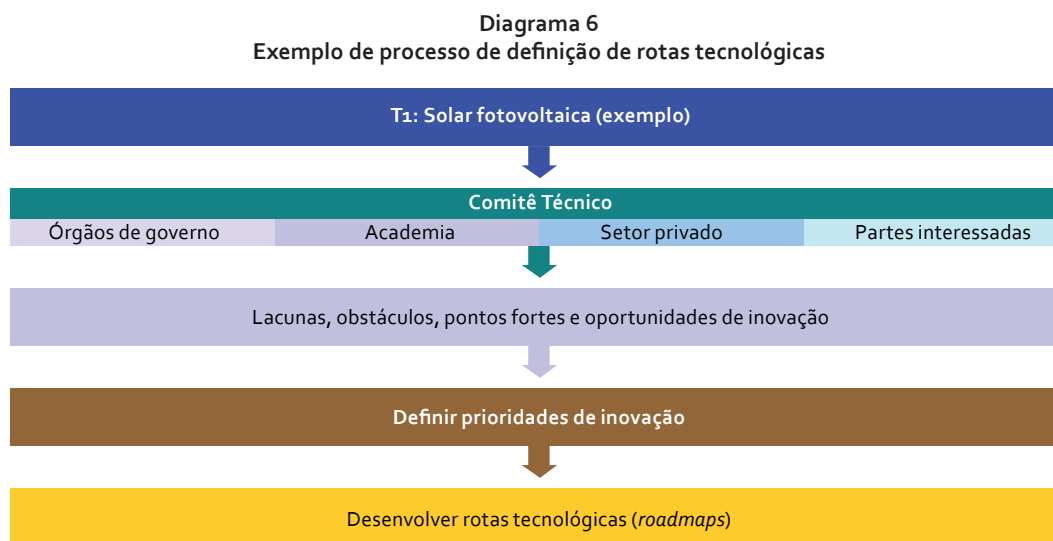
### **Linha de Ação 1.5: Definir missões específicas para agências de pesquisa, desenvolvimento e inovação**

As agências federais brasileiras de pesquisa, desenvolvimento e inovação apresentam recursos humanos qualificados, essenciais para a consecução de políticas públicas como as descritas nesse relatório. Mas, cada agência governamental deve ser responsável por missões específicas, claras e complementares, para que não haja sobreposições e ineficiências. Isso também é uma questão de boa governança, ou seja, quem faz o quê quando se trata de políticas de CT&I. Ao fazer isso, os custos de coordenação diminuem e, mais importante, as agências ganham legitimidade perante o governo e a sociedade. Por sua vez, a definição específica de papéis contribui para agências federais e organizações públicas mais resilientes diante da crise e das circunstâncias de instabilidade política e institucional. Os mecanismos de incentivo à CT&I e o desenvolvimento de políticas públicas em geral devem ser revisados conforme necessário para se adaptar ao cenário em constante mudança e às transformações induzidas pelos resultados de políticas anteriores.

## Tático – nível operacional (sistema tecnológico)

Após o estabelecimento de diretrizes estratégicas e sistemas tecnológicos prioritários (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, etc.) para acelerar a transformação do sistema energético de acordo com as prioridades nacionais, é importante estabelecer rotas para o desenvolvimento de sistemas tecnológicos que ofereçam oportunidades para o desenvolvimento do país.

O diagrama 6 ilustra o processo de criação de *roadmaps* tecnológicos, incluindo as partes interessadas a serem envolvidas (Linha de Ação 2.1), princípios para a elaboração destes (Linha de Ação 2.2) e como as prioridades e demandas de cada sistema tecnológico devem guiar a estrutura dos mecanismos de incentivo (Ação Linha 2.3).



Fonte: Elaboração própria.

### Linha de Ação 2.1: Coordenar as partes interessadas no nível tático-operacional

A coordenação é um desafio a ser enfrentado em vários níveis. Para definir e implementar rotas de inovação energética para os sistemas tecnológicos mais relevantes estabelecidos no nível estratégico — que podem abranger um ou mais sistemas de inovação tecnológica —, é necessário facilitar a coordenação entre os atores relevantes. A formação de comitês técnicos é uma prática comum internacionalmente: geralmente são formados por representantes de setores-chave (academia, indústria e governo), para que possam alinhar interesses e gerenciar expectativas em relação a insumos, produtos e resultados de cada rota. O processo de desenho do *roadmap* de energia solar fotovoltaica, por exemplo, deve ser orientado por seu próprio comitê técnico, o *roadmap* de eficiência energética também terá um comitê próprio e assim por diante.

A participação de outras partes interessadas no comitê técnico, como a IEA e a CEPAL, por exemplo, poderia contribuir para esses comitês, trazendo perspectivas globais e regionais de transformação do sistema energético, promovendo oportunidades de colaboração internacional e criando espaços para aprendizagem entre pares e diálogos estratégicos. Vale ressaltar que, dependendo da maturidade tecnológica de cada sistema de inovação tecnológica (digamos, o sistema da energia solar fotovoltaica é muito menos desenvolvido no Brasil do que o dos biocombustíveis), os mecanismos de coordenação se tornam mais necessários.

Os comitês técnicos também devem envolver empresas estatais nos arranjos, especialmente no contexto de sistemas de inovação tecnológica menos maduros. Acelerar a inovação em energia limpa é impossível sem o envolvimento do setor privado. É de suma importância, portanto, que o setor privado também esteja envolvido nos comitês técnicos.

### **Linha de Ação 2.2: Mapear lacunas, obstáculos, pontos fortes e oportunidades de inovação para cada sistema tecnológico**

O sistema energético é composto por vários sistemas e subsistemas de tecnologia que requerem vários conjuntos de tecnologias e competências. A integração dos sistemas e subsistemas também requer tecnologias e competências específicas. Nessas circunstâncias, as rotas tecnológicas devem basear-se na análise das lacunas de inovação, obstáculos, pontos fortes e oportunidades do sistema tecnológico em questão, considerando o nível de prontidão tecnológica, as competências e capacidades tecnológicas existentes, a infraestrutura de P&D, a capacidade produtiva, as questões técnicas e ligadas ao mercado interno e externo, potencial para contribuir com o suprimento de energia, impactos ambientais e sociais, etc.

A Avaliação de Necessidades Tecnológicas do MCTI, a ser finalizada no final de 2020, pode ser um ponto de partida para identificar lacunas na inovação. Além disso, outras iniciativas governamentais em andamento podem contribuir para esse esforço, tais como o Grupo de Trabalho sobre Redes Inteligentes, criado em 2010 e liderado pelo MME, e a Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica lançada em 2020 e organizada pela Cooperação Técnica Alemã (GIZ) com o apoio de vários órgãos governamentais.

### **Linha de Ação 2.3: Desenvolver rotas tecnológicas**

Deve-se desenvolver rotas, ou *roadmaps*, para cada sistema ou subsistema tecnológico indicado como estratégico (linha de ação 1.4) por seus respectivos comitês técnicos. As rotas tecnológicas (ou planos de desenvolvimento estratégico) devem ser compostas por objetivos e marcos claros e específicos a serem alcançados a curto, médio e longo prazos. Essas rotas devem identificar as áreas mais críticas para o desenvolvimento.

Os resultados da linha de ação 2.1 (mapear lacunas de inovação, obstáculos, pontos fortes e oportunidades) podem ser uma contribuição essencial para o comitê técnico desenvolver rotas. A elaboração de rotas deve levar em conta a infraestrutura produtiva local para evitar o aumento da dependência de tecnologia estrangeira. A rota de cada tecnologia deve ser atualizada periodicamente, dado o ritmo acelerado das mudanças tecnológicas, a efetividade dos mecanismos de incentivo utilizados e a mudança do cenário socioeconômico e político. As atualizações, também, têm o papel de informar os formuladores de políticas sobre a necessidade de remover ou revisar certos mecanismos de incentivo para atender à necessidade de desenvolvimento tecnológico.

## **Nível de política (nível institucional)**

Após a elaboração de rotas tecnológicas para cada sistema tecnológico, é necessário implementar novos mecanismos de incentivo ou adaptar os existentes para promover o caminho de desenvolvimento descrito em cada rota. As seguintes linhas de ação são desenhadas em termos genéricos, pois recomendações mais específicas exigiriam o desenvolvimento das linhas de ação anteriores, conforme sugerido anteriormente.

### **Linha de Ação 3.1: Implementação de mecanismos de incentivo para conectar diferentes etapas do processo de inovação**

Existem vários grupos de pesquisa em instituições acadêmicas brasileiras com resultados relevantes de pesquisa e competências reconhecidas no campo energético; e existem mecanismos relevantes para financiar a pesquisa acadêmica (ver el capítulo I). Mas existem desafios significativos na tradução

do trabalho teórico e do registro de patentes em resultados aplicados. Fazer a ponte entre a pesquisa acadêmica relacionada a soluções energéticas de baixo carbono no Brasil (publicações e patentes) e o desenvolvimento de tecnologias aplicadas na prática deve ser o ponto de partida de uma combinação de mecanismos de incentivo. Nesse sentido, um programa orientado para promover o desenvolvimento dos sistemas estratégicos de tecnologia deveria ser implementado. A energia solar fotovoltaica é um exemplo de tecnologia que pode ser beneficiada por esse tipo de programa, uma vez que esforços semelhantes foram realizados para incentivar seu desenvolvimento.

Mecanismos de incentivo para financiar a Prova de Conceito (POC, da sigla em inglês) com a obrigação de alcançar resultados práticos, poderiam ser uma maneira de criar pontes entre a pesquisa básica e aplicada e o desenvolvimento experimental. A transferência de resultados práticos para a indústria e, quando aplicável, para o governo, também deve ser incentivada por mecanismos baseados na abordagem “via rápida do conceito ao mercado”. Nesse caso, os solicitantes devem indicar um caminho que possa levar o produto ao mercado, e o financiamento poderá ser concedido fase a fase, de acordo com cada marco alcançado. A melhoria da eficiência energética nas principais indústrias poluentes é um terreno fértil para esse tipo de programa.

Outro aspecto crítico a considerar é que o conjunto de mecanismos de incentivo deve considerar que diferentes projetos de inovação exigem instrumentos diferentes (ver tabela 2), de maneira que os projetos de inovação com maior grau de incerteza e risco (por exemplo, pesquisa básica ou invenção) exigem instrumentos de incentivo mais robustos, tais como encomendas tecnológicas e financiamento não reembolsável (Gordon e Cassiolato, 2019; Gordon, 2019). Esses tipos de incentivos são essenciais para o desenvolvimento de novas soluções, especialmente em áreas que apresentam grande potencial de redução de emissões de gases de efeito estufa, mas que são projetos de alto risco e alta incerteza. Projetos de inovação que apresentem níveis mais baixos de risco e incerteza (como melhorias e adaptações a produtos e processos conhecidos) devem ser apoiados por outros tipos de mecanismos de incentivo, como empréstimos e incentivos fiscais (ibid.).

### **Linha de Ação 3.2: Fortalecer as redes de conhecimento, promover a colaboração e promover o desenvolvimento de *clusters* de inovação**

Embora os mecanismos de incentivo à inovação disponíveis no Brasil não sejam voltados para soluções de baixo carbono, os mecanismos disponíveis no Brasil podem promover a inovação em energia limpa, tais como o Programa Finep Conecta, o BNDES Funtec e a EMBRAPA. De fato, há evidências de que a inovação verde no Brasil foi induzida pelos mecanismos de incentivo à inovação existentes (Gramkow e Anger-Kraavi, 2018). Mas, a revisão da experiência internacional dos países líderes mostra que mecanismos de incentivo ousados, robustos e explícitos são necessários para desenvolver ecossistemas de inovação em energia limpa, ou seja, para articular agentes governamentais, pesquisadores, partes interessadas do setor produtivo e até membros da comunidade em direção à P&D e inovação em energia limpa.

A implementação de uma plataforma de inovação voltada para pequenas, médias e grandes empresas (PMEs), universidades e institutos de pesquisa que trabalham de forma complementar e colaborativa para desenvolver novas capacidades tecnológicas e criar oportunidades de negócios nos mercados de energia de baixo carbono pode ser uma maneira eficaz de mobilizar e coordenar atores relevantes para aproveitar as oportunidades de inovação energética. A plataforma deve ser construída com base nas diretrizes identificadas no nível estratégico. Com base em experiências internacionais, a plataforma deve contemplar facilidades para fortalecer interações público-privadas para inovação em energia limpa e para identificar oportunidades de financiamento. As subsidiárias multinacionais têm forte participação na estrutura produtiva brasileira, incluindo os setores que fornecem equipamentos e soluções para o sistema energético. A plataforma, assim como outros mecanismos de incentivo, também deve procurar conectar essas empresas com agentes locais, a fim de desenvolver capacidades locais para o desenvolvimento de baixo carbono e fortalecer a participação do Brasil nas cadeias globais de valor.

### **Linha de Ação 3.3: Adaptação dos mecanismos de incentivo existentes**

Os mecanismos de incentivo existentes no Brasil podem apoiar o desenvolvimento de inovação em energia limpa. Mas, eles devem ser adaptados de acordo com as diretrizes e rotas estratégicas estabelecidas nos níveis estratégico e tático-operacional. O comitê técnico de cada sistema tecnológico deve informar os formuladores de políticas, as agências de inovação etc. sobre a necessidade de adaptação, a fim de direcionar os investimentos prioritários em inovação em energia de acordo com as rotas para tecnologias estratégicas e os avanços em seu desenvolvimento a fim de promover um alinhamento eficaz dos mecanismos para incentivar a inovação. Em outras palavras, o comitê técnico deve estar em constante comunicação com os formuladores de políticas para estabelecer e atualizar os mecanismos de incentivo e tópicos de pesquisa.

A reorientação ou adaptação de mecanismos de incentivo deve considerar mecanismos de pesquisa acadêmica (como os programas CNPq e FAPs) e programas voltados para o setor industrial, tanto individualmente (por exemplo, subvenção econômica da Finep) como por meio de projetos colaborativos de empresas com centros de pesquisa (por exemplo, segundo o modelo EMBRAPII). A Finep, por exemplo, tem um programa para apoiar as inovações da Internet das Coisas (IoT) nas empresas. A EMBRAPII, por outro lado, promove, entre outros, programas colaborativos em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Ambas as instituições poderiam ter o desenvolvimento energético limpo como um tema estratégico de pesquisa (em conformidade com diretrizes e rotas estratégicas). Os fundos setoriais também podem desempenhar um papel significativo no fortalecimento do apoio ao desenvolvimento de soluções energéticas de baixo carbono no Brasil. Deve-se notar que a natureza transversal das soluções energéticas permite que elas sejam apoiadas por vários fundos setoriais existentes (CT-Energia, CT-Transporte, CT-Agricultura, CT-Petróleo, CT-Informação).

### **Linha de Ação 3.4: Implementação de programas de P&D e inovação de longo prazo para sistemas tecnológicos estratégicos**

As experiências internacionais mostram que as áreas mais estratégicas e promissoras são apoiadas por programas de inovação de longo prazo (que duram pelo menos um período de 5 anos); e não é o caso apenas dos países desenvolvidos, uma vez que o Chile possui dois programas relevantes de inovação a longo prazo (energia solar e dos oceanos). No Brasil, não existem programas específicos para soluções energéticas de baixo carbono no nível federal. No entanto, há o Programa de Bioenergia da FAPESP (BIOEN), criado em 2008 para estimular e articular atividades de P&D utilizando laboratórios industriais e científicos para promover o conhecimento e sua aplicação em áreas relacionadas à produção de bioenergia no estado de São Paulo. Mesmo que o sistema tecnológico de bioenergia já esteja em um estágio avançado de desenvolvimento, há terreno fértil para novos desenvolvimentos e uma demanda crescente por tecnologias mais modernas e eficientes, além de fortalecer a posição do Brasil nos mercados globais, o que pode ser apoiado por programas de inovação de longo prazo que visam à modernização da infraestrutura produtiva e o desenvolvimento de capacidades locais para fortalecer a participação na cadeia de valor global. Vitais para a construção de capacidades tecnológicas e de inovação no país, os mecanismos de incentivo a P&D de longo prazo devem ser focados em sistemas tecnológicos estratégicos e áreas prioritárias para investimentos identificados nas rotas tecnológicas —que equilibram lacunas, obstáculos, pontos fortes e oportunidades em termos de novos modelos de negócios, posição no mercado doméstico e global, segurança energética e desenvolvimento sustentável.

### **Linha de Ação 3.5: Implementação de programas de demonstração**

Uma maneira de melhorar o apoio à inovação em energia limpa, que depende de experimentos de campo a serem testados e aprovados ao longo do tempo, é implementar programas de demonstração de longo prazo. Os programas de demonstração apoiam o teste experimental de uma tecnologia, sistema ou método em condições realistas antes do desenvolvimento comercial da tecnologia e de sua introdução nos mercados. Esse tipo de programa também conecta produtores de equipamentos do setor energético

(empresas de *hardware*, *software* e engenharia) e usuários (serviços) e desencadeia processos de aprendizado, criando oportunidades de negócios relacionadas a novos sistemas energéticos ou demandas da cadeia de suprimentos. O desenvolvimento de tecnologias de energia renovável, como energia do mar, dos oceanos, solar e eólica, depende muito de programas de demonstração. Ainda que o escopo e o alcance desses programas em países líderes nessas tecnologias —tais como Japão e Dinamarca— possam estar muito distantes do contexto do Brasil, programas de demonstração ainda são essenciais para criar e adaptar soluções às diversas especificidades do território e do sistema energético do Brasil. O programa de P&D da ANEEL já financiou pequenos projetos de demonstração, mas essas foram iniciativas isoladas e o programa não está focado nesse tipo de projeto. Um ponto de partida poderia ser um pequeno programa voltado para algumas demandas tecnológicas que poderiam ser tratadas principalmente por competências locais. Vale ressaltar que um programa direcionado a projetos de inovação em estágio de demonstração requer atividades sistemáticas de acompanhamento para monitorar os estágios dos projetos e fornecer *feedbacks* para melhorar o produto ou processo.

### **Linha de Ação 3.6: Implementação de instalações de teste e plataformas de teste**

Uma maneira de melhorar o suporte ao estágio de desenvolvimento é implementar plataformas de teste como parte da infraestrutura de P&D para conduzir o desenvolvimento experimental, bem como um complemento à infraestrutura de P&D e inovação das empresas locais. Esse tipo de estrutura também permite a conexão dos agentes do ecossistema de inovação tecnológica e a criação de novas demandas por tecnologia e novas oportunidades de negócios, pois testes e experiências revelam novos desafios relacionados à cadeia de suprimentos de novas tecnologias energéticas.

No contexto de fontes energéticas cada vez mais diversificadas e integradas, as plataformas de teste desempenham um papel importante na combinação, em pequena escala, de fontes energéticas renováveis e tecnologias de sistema (tais como tecnologias de armazenamento e novos serviços digitais); e agregar diferentes camadas e interfaces de sistemas energéticos inteligentes (fornecedores de energia, consumidores de energia, operadores do mercado de energia etc.) para verificar no local as possibilidades de integração de sistemas energéticos. Além de trabalhar como um laboratório vivo, as plataformas de teste também podem promover o desenvolvimento de um ecossistema de inovação, permitindo que vários agentes de diferentes sistemas de tecnologia trabalhem juntos na busca de novas soluções energéticas, novos modelos de negócios etc.

Uma plataforma de teste também pode ajudar a lidar com os desafios mais urgentes para melhorar a operação do sistema elétrico brasileiro e aumentar sua resiliência.

### **Linha de Ação 3.7: Implementação de mecanismos de incentivo para estimular a comercialização de novas tecnologias energéticas**

Construir um sistema energético de baixo carbono, eficiente e resiliente pode envolver o investimento em inúmeras novas soluções, desde fontes energéticas diversas até usos eficientes das tecnologias de integração e de gestão de energia e de redes, que se traduzem em oportunidades de negócios. Todos os países líderes em inovação energética apresentam fortes programas para incentivar o empreendedorismo e criar novos negócios ou *startups* focadas em soluções de baixo carbono. Existem alguns programas voltados ao investimento em *startups* no Brasil, tais como o Fundo Primatec, o Fundo Criatec e o Fip Anjo. Mas, essas iniciativas estão focadas em capitalizar novas empresas e têm um alcance limitado em comparação às experiências internacionais.

O Programa CENTELHA, gerenciado pela Finep, tem uma proposta mais ampla, pois fornece subsídios para *startups* localizadas em estruturas de inovação privilegiadas no país (incubadoras e aceleradoras de negócios, parques tecnológicos, espaços colaborativos de trabalho – *co-working*, etc.). Um forte programa de empreendedorismo requer suporte complementar, tais como serviços de *networking*, orientação

e aconselhamento empresarial, verificação de tecnologia por terceiros, apoio no acesso a capital de risco etc. Esses mecanismos podem ser estendidos a empreendedores acadêmicos que desejem trazer resultados de pesquisas para o mercado.

Deve-se implementar um forte programa de mecanismos complementares de incentivo para promover o desenvolvimento comercial da inovação em energia limpa, incluindo mecanismos de incentivo para estimular *startups*, incubadoras (tais como centros de desenvolvimento tecnológico nas universidades) e apoio efetivo à capacitação empresarial (incluindo *networking*, diretrizes sobre como montar e administrar uma empresa, suporte para acessar recursos etc.) que poderiam ser fornecidas, por exemplo, por entidades tais como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

### **Linha de Ação 3.8: Fortalecer parcerias internacionais**

Parcerias internacionais podem gerar oportunidades para trocas produtivas—em termos de conhecimento, experiências, recursos e transferência de tecnologia. Na área energética, o Brasil já está envolvido em uma série de parcerias bilaterais e fóruns internacionais, incluindo a Missão Inovação (*Mission Innovation*), a Plataforma para o Biofuturo (*Biofuture Platform*) e os Programas de Colaboração Tecnológica da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês). Em nível regional, o país tem se envolvido em atividades de trocas entre pares e diálogos estratégicos com países latino-americanos e caribenhos, com os quais compartilha desafios similares e que podem oferecer experiências relevantes uns para os outros, além de discutir perspectivas para integração da infraestrutura energética. Além disso, o Brasil participa ativamente de fóruns regionais de cooperação energética, tais como o Fórum Regional de Planejadores Energéticos, o Observatório Regional de Energia Sustentável (“ROSE”, na sigla em inglês, que visa elaborar, implementar e monitorar estratégias, planos e políticas energéticas sustentáveis com base em evidências objetivas) e os Diálogos Políticos Regionais sobre Eficiência Energética, liderados pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) em colaboração com outras entidades que atuam em nível regional, incluindo a Organização Latino-Americana de Energia (OLADE), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA, na sigla em inglês). Existem muitas oportunidades de cooperação internacional, mas o nível de engajamento depende de cada nação e suas estratégias.





## IV. Considerações finais e caminhos para acelerar a inovação em energia limpa no Brasil

Mecanismos de incentivo são ferramentas para atingir objetivos. Assim, os mecanismos de incentivo à inovação em energia limpa dependem da transformação do sistema energético que um país pretende alcançar. Há vários possíveis tipos de transição energética, que geralmente envolvem a coordenação de investimentos em áreas complementares, tais como fontes energéticas renováveis, geração distribuída, rede inteligente, armazenamento de energia, veículos elétricos, infraestrutura de recarga, eficiência energética, gerenciamento de demanda de energia e captura e armazenamento de carbono. No presente estudo, argumentou-se que diferentes países optaram por estratégias diferentes para conduzir a transição energética a que aspiram, o que sublinha a flexibilidade da abordagem. As recomendações apresentadas no capítulo anterior refletem as diretrizes gerais e os principais elementos que devem ser considerados na elaboração do *mix* de políticas para inovação em energia limpa no Brasil. Embora especificações adicionais possam depender do detalhamento de objetivos e de uma estratégia de transição energética no país, as recomendações e mensagens chave a seguir podem orientar um grande impulso no setor energético no Brasil.

Em primeiro lugar, um grande impulso para a inovação em energia limpa no Brasil só será possível se recursos públicos significativos, estáveis e previsíveis forem mobilizados a curto, médio e longo prazo. Para esse fim, é necessário estabelecer um fluxo orçamentário contínuo e sustentado para os programas de P&D para tecnologias de energia limpa prioritárias. Uma combinação equilibrada de mecanismos de incentivo à pesquisa e desenvolvimento, de acordo com o grau de incerteza e o nível de riscos técnicos e de mercado, é essencial para acelerar a inovação em energias de baixo carbono. Os mecanismos de incentivo à P&D devem incluir modalidades diferenciadas de incentivo, para que os projetos de inovação que apresentem maior risco e incerteza possam ser apoiados por mecanismos que reduzam esses desafios, tais como subvenção econômica, financiamento não reembolsável para projetos de interação e colaboração entre empresas e centros de CTI, encomendas tecnológicas e participação acionária. Projetos que apresentam menor risco e incerteza podem ser apoiados por crédito subsidiado e mecanismos de incentivo fiscal. Dessa forma, os recursos públicos se concentrariam em mecanismos de incentivo que reduzam a incerteza e o risco para destravar os investimentos em inovação e tornarem-nos atraentes para o setor produtivo investir mais, alavancando assim o investimento privado em P&D.

Todas as etapas do processo inovativo devem ser fomentadas por mecanismos de incentivo, desde o desenvolvimento da pesquisa até a demonstração, teste e experimentação, até o desenvolvimento comercial e a introdução ao mercado. Não apenas o lado da oferta da inovação, ou seja, a oferta de uma tecnologia, deve ser considerado. Para contribuir para o sucesso comercial de uma tecnologia, o que requer considerar aspectos do lado da demanda, incluindo a adoção em grande escala, é vital desenhar mecanismos de incentivo que promovam a rentabilidade dos investimentos nessa tecnologia. Ao fomentar a difusão ou adoção das novas tecnologias desenvolvidas, é necessário considerar políticas complementares e coordenadas que operam em toda a cadeia de valor, tais como algum tipo de incentivo ou vantagem para consumidores que investem em fontes energéticas sustentáveis, leilões previsíveis para criar mercados crescentes para fontes de energia renovável combinados com financiamento para geração elétrica (condicionado a requisitos de conteúdo local), crédito subsidiado para bens de capital que são mais eficientes no uso de energia, incentivos fiscais (e.g. redução ou isenção de tributos, depreciação acelerada), entre outros. No caso de energias renováveis variáveis, tais como solar e eólica, existe um alto custo inicial de capital e um menor custo de operação e manutenção, em comparação com fontes energéticas fósseis convencionais. Assim, essas fontes requerem modalidades de financiamento específicas para viabilizar a adoção à escala e compatível com a transição energética que o país busca atingir.

A eficiência energética é um campo fértil de desenvolvimento, com cobenefícios socioeconômicos e ambientais. Mecanismos de incentivo na área de eficiência energética (isenções fiscais, depreciação acelerada, crédito subsidiado) devem incluir empresas grandes consumidoras de energia fóssil, nas quais existem oportunidades consideráveis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e poluentes, além de reduzir custos relacionados ao consumo energético. Incentivos também devem ser pensados para consumidores de energia.

Uma estratégia mais ambiciosa para um grande impulso para a inovação em energia limpa poderia incluir não apenas tecnologias de produção e geração de energia, mas também o sistema de energia como um todo, incluindo, por exemplo, tecnologias de distribuição e armazenamento, setores de uso final de energia, bem como a integração das tecnologias energéticas emergentes nos sistemas existentes. As tecnologias digitais podem ser uma das áreas de foco de uma estratégia mais abrangente, pois seu caráter transversal permite o desenvolvimento de várias tecnologias relevantes, tais como redes inteligentes, sistemas inteligentes de armazenamento de energia, tecnologias relacionadas à eficiência energética, como internet das coisas, automação, inteligência artificial, indústria 4.0, etc.

Por fim, mas não menos importante, um *Big Push* para a Sustentabilidade no setor energético exige uma ampla coordenação e articulação de planos e políticas energéticas, de clima, de CT&I e de desenvolvimento, o que não apenas gera eficiências e sinergias entre os esforços de P&D e os recursos investidos, mas também contribui para mobilizar atores relevantes e os investimentos necessários.

## Bibliografia

- Bermúdez, Tatiana (2018), "Transiciones Socio-Técnicas hacia una Movilidad de Bajo Carbono: Un análisis del Nicho de los Buses de Baja Emisión para el Caso de Brasil", *tese de doutorado*, Política Científica e Tecnológica, Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- Camillo, Edilaine (2013), "As políticas de inovação da indústria de energia eólica: uma análise do caso brasileiro com base no estudo das experiências internacionais", *tese de doutorado*, Política Científica e Tecnológica, Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- CEPAL/FES (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe/Fundação Friedrich Ebert Stiftung) (2019), "Big Push Ambiental: Investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável", *Perspectivas*, nº 20 (LC/BRS/TS.2019/1 e LC/TS.2019/14), São Paulo.
- Cornell University/INSEAD/OMPI (Institut Européen d'Administration des Affaires/Organização Mundial da Propriedade Intelectual) (2019), *The Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives—The Future of Medical Innovation*, Ithaca, Fontainebleau e Genebra.
- Cunliff, Colin e David Hart (2019), "Global Energy Innovation Index: national contributions to the global clean energy innovation system", Information Technology and Innovations Foundation, agosto.
- Gordon, José Luis e José Eduardo Cassiolato (2019), "O Papel do Estado na Política de Inovação a partir dos seus instrumentos: uma análise do Plano Inova Empresa", *Revista de Economia Contemporânea*, vol. 23, No 3, Rio de Janeiro, novembro.
- Gordon, José Luis (2019), "The role of the State in fostering innovation activity: case studies of the USA and Germany", *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 39, No 4, São Paulo, outubro/dezembro.
- Government of Chile (2020), *Chile's Nationally Determined Contribution - Update 2020*, Gobierno de Chile, abril.
- Gramkow, Camila e Annela Anger-Kraavi (2018), "Could fiscal policies induce green innovation in developing countries? The case of Brazilian manufacturing sectors", *Climate Policy*, vol. 18, No 2.
- IEA (International Energy Agency) (2020) "Framework to assess energy innovation systems" [online] <https://www.iea.org/topics/innovation>, inédito.
- \_\_\_\_\_(2019a), "Clean energy transitions: Accelerating innovation beyond 2020" [online] <https://www.iea.org/reports/clean-energy-transitions-accelerating-innovation-beyond-2020> [data de consulta: 4 de outubro de 2019].
- \_\_\_\_\_(2019b), "Energy Policy of IEA Countries. UK 2019 Review", [online] <https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-united-kingdom-2019-review> [data de consulta: 4 de outubro de 2019].
- \_\_\_\_\_(2019c), *World Energy Outlook 2019*, IEA, Paris.
- \_\_\_\_\_(2018a), "Energy Policy of IEA Countries. Chile 2018 Review" [online], January <https://webstore.iea.org/energy-policies-beyond-iea-countries-chile-2018-review> [data de consulta: 4 de outubro de 2019].

- \_\_\_\_\_(2018b), "Energy Policy of IEA Countries. Finland 2018 Review" [online], October <https://webstore.iea.org/download/summary/2372> [data de consulta: 4 de outubro de 2019].
- \_\_\_\_\_(2017a), "Energy Policy of IEA Countries. Denmark 2017 Review" [online], novembro <https://webstore.iea.org/energy-policies-of-iea-countries-denmark-2017-review> [data de consulta: 4 de outubro de 2019].
- \_\_\_\_\_(2017b), "Energy Policy of IEA Countries. Norway 2017 Review" [online], maio <https://webstore.iea.org/energy-policies-of-iea-countries-norway-2017-review> [data de consulta: 4 de outubro de 2019].
- \_\_\_\_\_(2016), "Energy Policy of IEA Countries. Japan 2016 Review" [online], setembro <https://webstore.iea.org/energy-policies-of-iea-countries-japan-2016-review> [data de consulta: 4 de outubro de 2019].
- Schmidt, Carolina, Juan Carlos Jobet e Andrés Couve (2020), "Nueva NDC: compromiso climático y oportunidad para una recuperación verde post Covid-19" [online] <https://www.latercera.com/opinion/noticia/nueva-ndc-compromiso-climatico-y-oportunidad-para-una-recuperacion-verde-post-covid-19/WWIZWRLVZHOLAYXWPXFUNNXNY> [data de consulta: 25 de abril de 2020].

## Anexos

## Anexo 1

### Participantes do *Workshop Energy Big Push*

Ailson de Souza Barbosa (ANEEL)	Georgia Jordão (UnB)
Alice Abreu (CTIS/FITS)	Gustavo Naciff de Andrade (EPE)
Amanda Vinhoza (UFRJ)	Jackson Maia (CGEE)
André Furtado (Unicamp)	Jairo Couro (MCTI)
Aurélio Calheiros de Melo Júnior (ANEEL)	Jean-Baptiste le Marois (IEA)
Barbara Bressan Rocha (CGEE)	Joerg Husar (IEA)
Bikashi Dawahoo (Embaixada do Reino Unido)	Lucas Dantas Ribeiro (ANEEL)
Camila Gramkow (CEPAL)	Lucas Motta (Consultor)
Carlos Mussi (CEPAL)	Ludmilla Viegas (KAIROS)
Carlson Oliveira (CGEE)	Luiz de Oliveira (IEA)
Carmen Silvia Sanches (ANEEL)	Marcelo Poppe (CGEE)
Carolina Grottera (UFRJ)	Marcelo Wendel (EPE)
Carolina Ramalhete (KAIROS)	Marcia Moreschi (CEPAL)
Clarissa Forecchi Glória (MRE)	Mayra Juruá (CGEE)
Daniel Silva Moro (EPE)	Mônica Caroline Santos (MME)
Dante Luiz Hollanda (MCTI)	Natalia Gonçalves de Moraes (EPE)
Diego Frade (Finep)	Pedro Brandão Silva Simões (CEPAL)
Domenico Lattanzio (IEA)	Raiza Fraga (CGEE)
Edilaine Camillo (UNICAMP)	Regina Silvério (CGEE)
Edison Benedito (IPEA)	Rodolfo Danilow (MME)
Emilly Caroline Costa Silva (CGEE)	Ruben Contreras (CEPAL)
Fernando Campagnoli (ANEEL)	Thiago Barral Ferreira (EPE)
Fernando Ribeiro (Finep)	Victo Neto (UNICAMP)
Francisco Liu (UnB)	

## Anexo 2

### Participantes do Encontro Estratégico de Alto Nível

Carlos Mussi (CEPAL)	Marcelo Poppe (CGEE)
Clarissa Forecchi (MRE)	Paulo Alvim (MCTI)
Dênis Moura (MME)	Regina Silvério (CGEE)
Joerg Husar (IEA)	Thiago Barral Ferreira (EPE)

### **Anexo 3**

#### **Participantes do Grupo de Trabalho do Eixo 1**

Alerino dos Reis e Silva Filho (CNPq)	Domenico Lattanzio (IEA)
Aurélio Calheiros de Melo Junior (ANEEL)	Elisabeth Saavedra Rivano (MCTI)
Bárbara Bressan Rocha (CGEE)	Erick Meira (Finep)
Camila Ferraz (EPE)	Guilherme Arantes (BNDES)
Camila Gramkow (CEPAL)	Gustavo Naciff (EPE)
Carlson Oliveira (CGEE)	Jackson Maia (CGEE)
Daniel Moro (EPE)	José Carlos Tigre (ANP)
Dante Hollanda (MCTI)	Marcelo Paiva (CGEE)

### **Anexo 4**

#### **Participantes do Grupo de Trabalho Eixo 2**

Cristiano Ruschel (EPE)	Marcelo Poppe (CGEE)
Dante Hollanda (MCTI)	Marcelo Wendel (EPE)
Fernando Campagnoli (ANEEL)	Ruben Contreras (CEPAL)
João Antônio Moreira Patusco (MME)	Simon Bennett (IEA)

### **Anexo 5**

#### **Participantes do Grupo de Trabalho do Eixo 3**

Camila Gramkow (CEPAL)	Jean-Baptiste Le Marois (IEA)
Carmen Silvia Sanches (ANEEL)	Marcela Mazzoni (EMBRAPII)
Daniel Moro (EPE)	Mayra Juruá (CGEE)
Diego de Carvalho Frade (Finep)	Simone Landolina (IEA)
Erick Meira (Finep)	Verena Barros (CGEE)
Edison Benedito (IPEA)	

### **Anexo 6**

#### **Participantes do Grupo de Trabalho do Eixo 4**

Bianca Torreão (CGEE)	Natalia de Moraes (EPE)
Mariano Berkenwald (IEA)	Pulcheria Graziani (CEPAL)
Mônica Caroline Pinheiro Faria (MME)	Raiza Fraga (CGEE)

## Anexo 7 Resumo dos mecanismos de incentivo à inovação em energia no Brasil

Tabela A1  
Resumo dos mecanismos de incentivo à inovação energética no Brasil, 2019

Mecanismo de incentivo	Legislação	Origem dos recursos	Executor	Gestor	Tipo/Requisitos
<b>Mecanismos de P&amp;D e inovação em energia direta</b>					
Fundo Setorial de Energia (CT-Energ – Finep/CNPq)	Lei 9.991/2000, Lei 10.848/2004, Lei 12.212/2010, Lei 12.111/2009, Decreto 3.867/2001	Entre 0,75% e 0,1% do faturamento líquida de empresas concessionárias de transmissão, geração e distribuição de energia elétrica	Finep e CNPq	Finep e CNPq	Financiamento não reembolsável, mas as empresas devem investir uma contrapartida financeira
Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Sistema de Energia Elétrica (P&D ANEEL)	Lei 9.991/2000, Lei 10.438/2002, Lei 10.848/2004, Lei 11.465/2007, Lei 12.212/2010, Lei 13.203/2015, 13.280/2016	As empresas de serviços públicos devem investir por contrato e pela lei pelo menos 0,75% de sua receita operacional líquida em atividades de P&D e 0,25% em programas de eficiência energética no uso final	ANEEL	ANEEL	Investimento obrigatório
Fundo Setorial de Transportes Terrestres e Hidroviário (CT-Transporte – Finep/CNPq)	Lei 9.994/2000, Decreto 3.915/2001	10% da receita arrecadada pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) em contratos firmados com operadores de telefonia, empresas de comunicações e similares, que utilizam a infraestrutura de serviços do transporte terrestre da União	Finep e CNPq	Finep e CNPq	Financiamento não reembolsável, mas as empresas devem investir uma contrapartida financeira
Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística (2018-2023) (ME)	Lei 13.755/2018; Decreto 9.557/2018; Medida Provisória 843/2018	N/D	ME e MCTI	ME e MCTI	Incentivo fiscal: até 12,5% dos dispêndios em P&D realizados pelos fabricantes no país podem ser deduzidos do Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas (IRPJ) e da Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL)
Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Display (PADIS)	Lei 11.484/2007; Portaria MCTI/MDIC 1.045/2014	N/D	ME e MCTI	ME e MCTI	Incentivo fiscal sujeito a investimento obrigatório em pesquisa e desenvolvimento



Tabela A1 (continuação)

Mecanismo de incentivo	Legislação	Origem dos recursos	Executor	Gestor	Tipo/Requisitos
<b>Mecanismos de incentivo indireto podem ser usados para inovação energética</b>					
<b>Mecanismos de incentivo/ferramentas reguladoras para geração centralizada</b>					
Licitação de eletricidade ("leilões")	Lei 10.848/2004, Decreto 5.163/2004	N/D	ANEEL, EPE e CCEE	ANEEL, EPE e CCEE	N/D
Desconto sobre as tarifas de uso da rede	Resolução Normativa ANEEL 481/2012, Lei 13.097/2015	N/D	ANEEL	ANEEL	Desconto de 80% sobre as tarifas de uso da rede de transmissão e distribuição (TUST e TUSD) para energia solar fotovoltaica, eólica, da biomassa ou de cogeração qualificada e pequenas centrais hidrelétricas
<b>Crédito subsidiado (BNDES)</b>					
	Constituição Federal de 1988 (artigo 4º)	FAT/PIS/PASEP, Tesouro Nacional, Fundo da Marinha Mercante (FNM), Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS);	BNDES	BNDES	Empréstimo (reembolsável)
	Lei 5.662/1971, Lei 10.556/2002, Lei 11.786/2008, Lei 6.000/1973, Decreto-Lei 1.940/1982, Decreto 7.140/1982, Decreto 7.162/2010, Decreto 7.439/2011, Decreto 7.653/2011 (BNDES)	captacão de recursos no exterior; emissões públicas de debêntures; emissão privada de Letras de Crédito de Agronegócio (LCA) e Letras Financeiras			
	Resolução 1.467/2007, Resolução 1.800/2009, Resolução 2.314/2012, Resolução 2.534/2013, Resolução 2.619/2014, Resolução 2.851/2015, Resolução 3.149/2017, Resolução 3.259/2018, Resolução 3.383/2018 (Regulamento Geral de Operações do BNDES)				
<b>Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Infraestrutura (REIDI)</b>					
	Lei 11.488/2007	N/D	ANEEL	ANEEL	Incentivo fiscal
<b>Mecanismos de incentivo/ferramentas de regulamentação para geração distribuída ou isolada</b>					
Medição de rede ( <i>net metering</i> )	Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012; Resolução Normativa ANEEL 786/2017	N/D	ANEEL	ANEEL	Crédito na conta de luz do consumidor

Tabela A1 (continuação)

Mecanismo de incentivo	Legislação	Origem dos recursos	Executor	Gestor	Tipo/Requisitos
Incentivos fiscais (PIS/PASEP, ICMS e IPI)	Lei 13.169/2015 (PIS/PASEP) Contrato – ICMS/2015 (CONFAZ) Lei 8.322/14 (IPI)	N/D	N/D	N/D	Incentivo fiscal
Crédito subsidiado	Ver anexo 8	Ver anexo 8	Ver anexo 8	Ver anexo 8	Ver anexo 8
<b>Mecanismos de incentivo à expansão da capacidade produtiva local de turbinas eólicas e sistema fotovoltaico solar</b>					
Crédito subsidiado condicionado a requisitos de conteúdo local (BNDES)	Constituição Federal de 1988 (artigo 4º) Lei 5.662/1971, Lei 10.556/2002, Lei 11.786/2008, Lei 6.000/1973, Decreto-Lei 1.940/1982, Decreto 7.140/1982, Decreto 7.162/2010 Decreto 7.439/2011 Decreto 7.653/2011 (BNDES) Resolução 1.467/2007, Resolução 1.800/2009, Resolução 2.314/2012, Resolução 2.534/2013 Resolução 2.619/2014 Resolução 2.851/2015, Resolução 3.149/2017, Resolução 3.259/2018, Resolução 3.383/2018 (Regulamento Geral de Operações do BNDES)	FAT/PIS/PASEP, Tesouro Nacional, Fundo da Marinha Mercante (FNM), Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS); captação de recursos no exterior; emissões públicas de debêntures; emissão privada de Letras de Crédito de Agronegócio (LCA) e Letras Financeiras	BNDES	BNDES	Empréstimo (reembolsável) condicionado a requisitos de conteúdo local
Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e <i>Displays</i> (PADIS)	Lei 11.484/2007; Portaria MCTI/MDIC 1.045/2014	N/D	ME e MCTI	ME e MCTI	Incentivo fiscal condicionado ao investimento obrigatório em P&D
Incentivo fiscal (PIS/PASEP, IPI e ICMS)	Lei 13.097/2015 (PIS/PASEP) Decreto 8.950/16 (IPI) ICMS 101/96 (CONFAZ)	N/D	N/D	N/D	Incentivo fiscal
<b>Mecanismos de incentivo/ferramentas reguladoras para promover a mobilidade elétrica</b>					
Instrumento de regulamentação (ANEEL)	ANEEL – Resolução Normativa 819/2018	N/D	ANEEL	ANEEL	N/D
Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística (2018-2023) (MIDIC)	Decreto nº 9.557/2018 Decreto nº 9.442/2018	N/D	ME	ME	Incentivo fiscal

Tabela A1 (continuação)

Mecanismo de incentivo	Legislação	Origem dos recursos	Executor	Gestor	Tipo/Requisitos
Incentivo fiscal (IPVA e importações)	IPVA (cada Estado tem sua própria legislação específica) Resolução CAMEX 82/2018 (Importações)	N/D	N/D	CAMEX (Importações)	Incentivo fiscal
Crédito subsidiado (BNDES)	Constituição Federal de 1988 (artigo 40) Lei 5.662/1971, Lei 10.556/2002, Lei 11.786/2008, Lei 6.000/1973, Decreto-Lei 1.940/1982, Decreto 7.149/1982, Decreto 7.162/2010 Decreto 7.439/2011 Decreto 7.653/2011 (BNDES) Resolução 1.467/2007, Resolução 1.800/2009, Resolução 2.314/2012, Resolução 2.534/2013 Resolução 2.619/2014 Resolução 2.851/2015, Resolução 3.149/2017, Resolução 3.259/2018, Resolução 3.383/2018 (Regulamento Geral de Operações do BNDES)	FAT/PIS/PASEP, Tesouro Nacional, Fundo da Marinha Mercante (FNM), Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS); captação de recursos no exterior; emissões públicas de debêntures; emissão privada de Letras de Crédito de Agronegócio (LCA) e Letras Financeiras	BNDES	BNDES	Empréstimo (reembolsável)
<b>Mecanismos de incentivo/ferramentas reguladoras para promover a eficiência energética</b>					
Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (MME)	Lei 10.295/2001 O Decreto 9.864/2019	N/D	MME	MME	N/D
Programa de Eficiência Energética (PEE) (ANEEL)	Lei 9.991/2000, Lei 11.465/2007, Lei 12.212/2010, Lei 13.203/2015, 13.280/2016	Por lei, as empresas de serviços públicos são obrigadas a investir pelo menos 0,75% em atividades de P&D e 0,25% em programas de eficiência energética no uso final	ANEEL	ANEEL	Investimento obrigatório
Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)	Portaria 1.877/85 Lei 10.295/2001 Lei 13.280/2016	Eletrobras e Programa de Eficiência Energética (PEE-ANEEL)	Eletrobras	MME	Rotulagem, diagnóstico educacional, monitoramento e informações
Programa Nacional de Uso Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural (CONPET-Petrobras)	Decreto 99.250/1990 Decreto Presidencial 18/07/1991	Petrobras	Petrobras	MME	Rotulagem, diagnóstico, monitoramento, educação e informação
Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE-INMETRO)	Lei 10.295/2001	INMETRO	INMETRO	INMETRO	Marcação

Tabela A1 (continuação)

Mecanismo de incentivo	Legislação	Origem dos recursos	Executor	Gestor	Tipo/Requisitos
Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística (2018-2023) (ME)	Decreto nº 9.557/2018 Decreto nº 9.442/2018	N/D	ME	ME	Incentivo fiscal
Crédito subsidiado (BNDES)	Constituição Federal de 1988 (artigo 4º) Lei 5.662/1971, Lei 10.556/2002, Lei 11.786/2008, Lei 6.000/1973, Decreto-Lei 1.940/1982, Decreto 7.140/1982, Decreto 7.162/2010 Decreto 7.439/2011 Decreto 7.653/2011 (BNDES) Resolução 1.467/2007, Resolução 1.800/2009, Resolução 2.314/2012, Resolução 2.534/2013 Resolução 2.619/2014 Resolução 2.851/2015, Resolução 3.149/2017, Resolução 3.259/2018, Resolução 3.383/2018 (Regulamento Geral de Operações do BNDES)	FAT/PIS/PASEP, Tesouro Nacional, Fundo da Marinha Mercante (FNM), Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS); captação de recursos no exterior; emissões públicas de debêntures; emissão privada de Letras de Crédito de Agronegócio (LCA) e Letras Financeiras	BNDES	BNDES	Empréstimo (reembolsável)
<b>Mecanismos de incentivo/ferramentas reguladoras para promover a produção e o consumo de biocombustíveis</b>					
Marco regulatório	Lei 12.490/2011	N/D	N/D	N/D	N/D
Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNBD)	Lei 11.097/2005, Lei 11.116/2005; Instrução normativa MAPA 01 e 02/2005 Resolução ANP 31/2004 Resolução BNDES 1.135/2004 Portaria n.º 512/2017	N/D	MAPA	MAPA	Incentivo fiscal Empréstimo preferencial
Adição obrigatória de etanol anidro à gasolina	Lei 12.490/2011 Portaria n.º 75/2015	N/D	MAPA	MAPA	N/D
Adição obrigatória de biodiesel ao diesel	Lei 13.576/2017 Lei nº 13.576/2017	N/D	Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)/MME	Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)/MME	N/D
Licitação de Biodiesel (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP)	Portaria MME 476/2012; Portaria MME 576/2015 Lei 13.263/2016	N/D	ANP	ANP	N/D

Tabela A1 (conclusão)

Mecanismo de incentivo	Legislação	Origem dos recursos	Executor	Gestor	Tipo/Requisitos
RENOVABIO	Lei 13.576/2017 Resolução CNPE 5/2018	N/D	MME	MME	Incentivo fiscal e crédito de carbono, condicional a metas obrigatórias (produção e comercialização de biocombustíveis)
Crédito subsidiado para produção ou distribuição/transporte de biocombustíveis (BNDES)	Constituição Federal de 1988 (artigo 4.º) Lei 5.662/1971, Lei 10.556/2002, Lei 11.786/2008, Lei 6.000/1973, Decreto-Lei 1.940/1982, Decreto 7.140/1982, Decreto 7.162/2010 Decreto 7.439/2011 Decreto 7.653/2011 (BNDES) Resolução 1.467/2007, Resolução 1.800/2009, Resolução 2.314/2012, Resolução 2.534/2013 Resolução 2.619/2014 Resolução 2.851/2015, Resolução 3.149/2017, Resolução 3.259/2018, Resolução 3.383/2018 (Regulamento Geral de Operações do BNDES)	FAT/PIS/PASEP, Tesouro Nacional, Fundo da Marinha Mercante (FNM), Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS); captação de recursos no exterior; emissões públicas de debêntures; emissão privada de Letras de Crédito de Agronegócio (LCA) e Letras Financeiras	BNDES	BNDES	Empréstimo (reembolsável)

Fonte: Elaboração própria com base em informações do Grupo de Trabalho do Eixo 3 do EBP.

Nota: N/D significa não disponível.

## Anexo 8 Crédito subsidiado para inovação no Brasil

Tabela A2  
Empréstimos preferenciais para inovação no Brasil desembolsados pela Finep e pelo BNDES

Instrumento	Descrição	Público-alvo	Faixa de financiamento
Financiamento Reembolsável da Finep – Programa de incentivo à inovação nas empresas brasileiras	<p>Apoia planos estratégicos de investimento liderados por empresas brasileiras. O Programa possui diretrizes específicas tais como aumento da competitividade nacional e internacional, expansão das atividades de P&amp;D realizadas no Brasil, fortalecimento da cadeia de suprimento local e cooperação entre empresas e centros de CT&amp;I. O Programa trabalha em cinco linhas de ação: (i) inovação pioneira (planos com alto nível de inovações com potencial de avanço disruptivo); (ii) inovação para competitividade (desenvolvimento e aprimoramento de produtos, processos e serviços que possam aumentar a competitividade da empresa); (iii) inovação para desempenho (atualização da tecnologia por absorção ou aquisição de tecnologia para melhorar a produtividade, custos ou desempenho do produto); (iv) inovação crítica (projetos de longo prazo orientados por propostas estratégicas do governo para melhorar a tecnologia, autonomia econômica e social do país); e (v) pré-investimento (estudos de viabilidade técnica e econômica, estudos geológicos e projetos iniciais).</p>	Grandes e médias empresas inovadoras (receita operacional bruta acima de R\$ 16 milhões) com sede no Brasil	
Finep Inovacred	<p>Apoia o desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços ou a melhoria dos existentes, a fim de aumentar a competitividade da empresa. O programa também inclui inovação organizacional e de <i>marketing</i>. O Programa Inovacred abrange uma ampla gama de atividades relacionadas à inovação tais como criação de conhecimento (por exemplo, protótipos, engenharia básica, absorção de tecnologia e demonstração), atividades que usam ou melhoram o conhecimento (por exemplo, aquisição e adaptação de tecnologia, melhoria de tecnologia, infraestrutura de P&amp;D, projeto industrial, ampliação) e atividades que apoiam o uso do conhecimento (por exemplo, sistemas de controle de qualidade, regulamentação e validação técnica, estudos de viabilidade, previsão de tecnologia, modelo de negócios inovador). O apoio financeiro é fornecido por instituições financeiras da região em que as empresas estão localizadas (bancos de desenvolvimento, bancos comerciais com linhas específicas de desenvolvimento).</p>	Pequenas e médias empresas com receita operacional bruta de até R\$ 90 milhões	De R\$ 150.000 a R\$ 3 milhões para empresas com receita operacional bruta de até R\$ 16 milhões e de R\$ 150 mil a R\$ 10 milhões

Tabela A2 (continuação)

Instrumento	Descrição	Público-alvo	Faixa de financiamento
Finep lot – Promoção da inovação na Internet das Coisas	<p>Apóia a execução do Plano Estratégico de Inovação (PEIs) e projetos em produtos, serviços e serviços baseados em tecnologias digitais —relacionados ao conceito de Internet das Coisas e outras tecnologias facilitadoras de Manufatura Avançada, com aplicações nos setores de saúde, indústria, agronegócio e urbano desenvolvimento (cidades).</p>	<p>Empresas com receita operacional bruta igual ou superior a R\$ 16 milhões</p>	<p>O valor mínimo dos projetos é de R\$ 5 milhões</p>
Finep Inovacred 4.0	<p>Esse programa faz parte do programa Finep IoT para apoiar a elaboração e implementação de Planos Estratégicos de Negócios de Digitalização, que abrangem o uso, nas linhas de produção, de tecnologias facilitadoras, incluindo a Internet das Coisas; computação em nuvem; <i>big data</i>; segurança digital; fabricação aditiva; fabricação digital; integração de sistemas; digitalização; computação e nuvem; sistema de simulação; robótica avançada; e inteligência artificial.</p>	<p>Empresas com receita operacional bruta de até R\$ 300 milhões, com atividades econômicas em setores da indústria de transformação e agricultura</p>	
Finep Inovacred Express	<p>Apóiar atividades de P&amp;D realizadas por micro e pequenas empresas por meio de um processo facilitado. Para acessar o empréstimo, as empresas devem atender a pelo menos um dos requisitos específicos atribuídos pela Finep (receberam incentivos públicos para pesquisa e desenvolvimento nos últimos 5 ou 10 anos; possuem patentes ou solicitaram patentes nos últimos 5 anos e estão localizadas em incubadoras de tecnologia ou parques). O empréstimo pode ser aplicado em todos os tipos de atividades (científicas, tecnológicas, organizacionais e comerciais) que levam à implementação de produtos e processos novos ou aprimorados. As atividades podem ser terceirizadas.</p>	<p>Micro e pequenas empresas (receita operacional bruta de até R\$ 16 milhões)</p>	<p>Até R\$ 200.000</p>
Finep Startup	<p>O programa visa cobrir a lacuna de financiamento entre a contribuição financeira feita por programas de aceleração, investidor anjo e financiamento coletivo e as contribuições financeiras feitas por fundos de capital inicial e capital de risco. O programa concentra-se em empresas intensivas em conhecimento e prioriza as seguintes áreas: tecnologia agrícola, cidades inteligentes, tecnologia de construção, <i>blockchain</i>, defesa, inteligência artificial, economia criativa, educação, Internet das Coisas (IoT), fabricação avançada, microeletrônica, nanotecnologia, realidade aumentada, realidade virtual e realidade mista. As <i>startups</i> apoiadas são selecionadas por meio de um processo de avaliação que começa com uma chamada pública.</p>		<p>Até R\$ 1 milhão</p>
BNDES Finem – Inovação	<p>Apóia inovações disruptivas ou incrementais (produto, processo e marketing); Atividades de P&amp;D; ambientes e estruturas de apoio à inovação (parques tecnológicos, incubadoras etc.); infraestruturas de inovação (laboratórios, centros de P&amp;D, plano piloto e plantas demonstrativas); novos modelos de negócios, produção e distribuição de conteúdo em novas plataformas digitais (aplicadas à cultura, educação e saúde); inovação em TI e <i>software</i>; instalação de plantas industriais com características inéditas focadas em mercados que ainda não são fabricadas no Brasil; instalação/adaptação de plantas industriais ou fabricação de equipamentos e sistemas qualificados como Manufatura Avançada.</p>	<p>Empresas com sede no Brasil; associações e cooperativas de fundações; organizações públicas da administração direta e indireta</p>	<p>De R\$ 10 milhões</p>

Tabela A2 (conclusão)

<b>Instrumento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Faixa de financiamento</b>
BNDES – Micro, Pequenas e Médias Empresas Inovadoras	Apoia projetos de investimento inovadores de micro, pequenas e médias empresas. O projeto deve ter como objetivo o desenvolvimento de um novo processo e/ou o desenvolvimento de um novo produto e a introdução no mercado; a instalação/modernização de instalações de empresas localizadas em parques tecnológicos; o fortalecimento da capacidade financeira das empresas que estão cuidando de esforços inovadores.	Empresas sediadas no Brasil ou empreendedores individuais, com renda ou receita anual de até R\$ 300 milhões	Até R\$ 20 milhões
BNDES Finem – Tecnologia da Informação	Apoia o desenvolvimento de soluções tecnológicas que podem aumentar a competitividade das empresas e aumentar a produtividade dos clientes. Inclui <i>Data Center</i> , <i>Contact Centers</i> e <i>ITES – BPO (Information Technology Enabled Services - Business Processes Outsourcing)</i> .	Empresas com sede no Brasil que possuem atividades relacionadas à cadeia de suprimentos de <i>software</i> no Brasil	A partir de R\$ 10 milhões (plano de negócios e investimentos)
BNDES Direto 10 – Inovação	Apoia os planos de investimentos de empresas inovadoras, nos quais podem ser incluídos: pagamento de equipes próprias de P&D, engenharia, <i>marketing</i> e comunicação; serviços técnicos especializados (estudos e projetos, P&D e inovação); treinamento; aquisição de equipamentos nacionais (credenciados pelo BNDES); aquisição de equipamentos de importação que não possuam similar nacional; ativos intangíveis (aquisição de propriedade intelectual ou <i>software</i> nacional); despesas de construção e móveis e operacionais. As empresas beneficiadas devem atender a alguns critérios: já terem sido apoiadas pelo BNDES ou por outra iniciativa pública de inovação nos últimos cinco anos; terem registrado propriedade intelectual nos últimos cinco anos; estarem localizadas em um parque tecnológico.	Empresas inovadoras (micro, pequenas e médias) empresas	De R\$ 1 a R\$ 10 milhões
BNDES Finem – Apoio à Engenharia Nacional	Apoia projetos de atividades locais de engenharia em setores estratégicos que aprimoram as capacidades das empresas; infraestrutura para pesquisa, desenvolvimento, engenharia, produtos, testes e ensaios; serviços de engenharia de projetos conceituais e engenharia básica realizados por empresas de consultoria em engenharia.	Empresas com sede no Brasil; associações e cooperativas de fundações; organizações públicas da administração direta e indireta	De R\$ 10 milhões

Fonte: Elaboração própria com base em informações do Grupo de Trabalho do Eixo 3 do EBP.





A conjuntura atual do Brasil e dos países no mundo todo é marcada pela busca da recuperação do dinamismo econômico e da qualidade de vida das pessoas. Nesse contexto, a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Nações Unidas vem desenvolvendo o *Big Push* para a Sustentabilidade, uma abordagem renovada para apoiar os países da região na construção de estilos de desenvolvimento mais sustentáveis, por meio da coordenação de políticas para promover investimentos transformadores desses estilos.



O Escritório da CEPAL em Brasília e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), com a participação de diversos parceiros, desenvolveram o projeto Grande Impulso Energia (*Energy Big Push*) Brasil, buscando evidências para a promoção de investimentos em inovação para uma transição energética em bases sustentáveis no país. Mergulhar nas páginas desta publicação permitirá ao leitor ampliar sua compreensão sobre o quadro de políticas para inovação em energia no Brasil, as experiências de países líderes em inovação em energias limpas e um conjunto de linhas de ação que podem acelerar investimentos nessa área, contribuindo para um grande impulso energético no país.