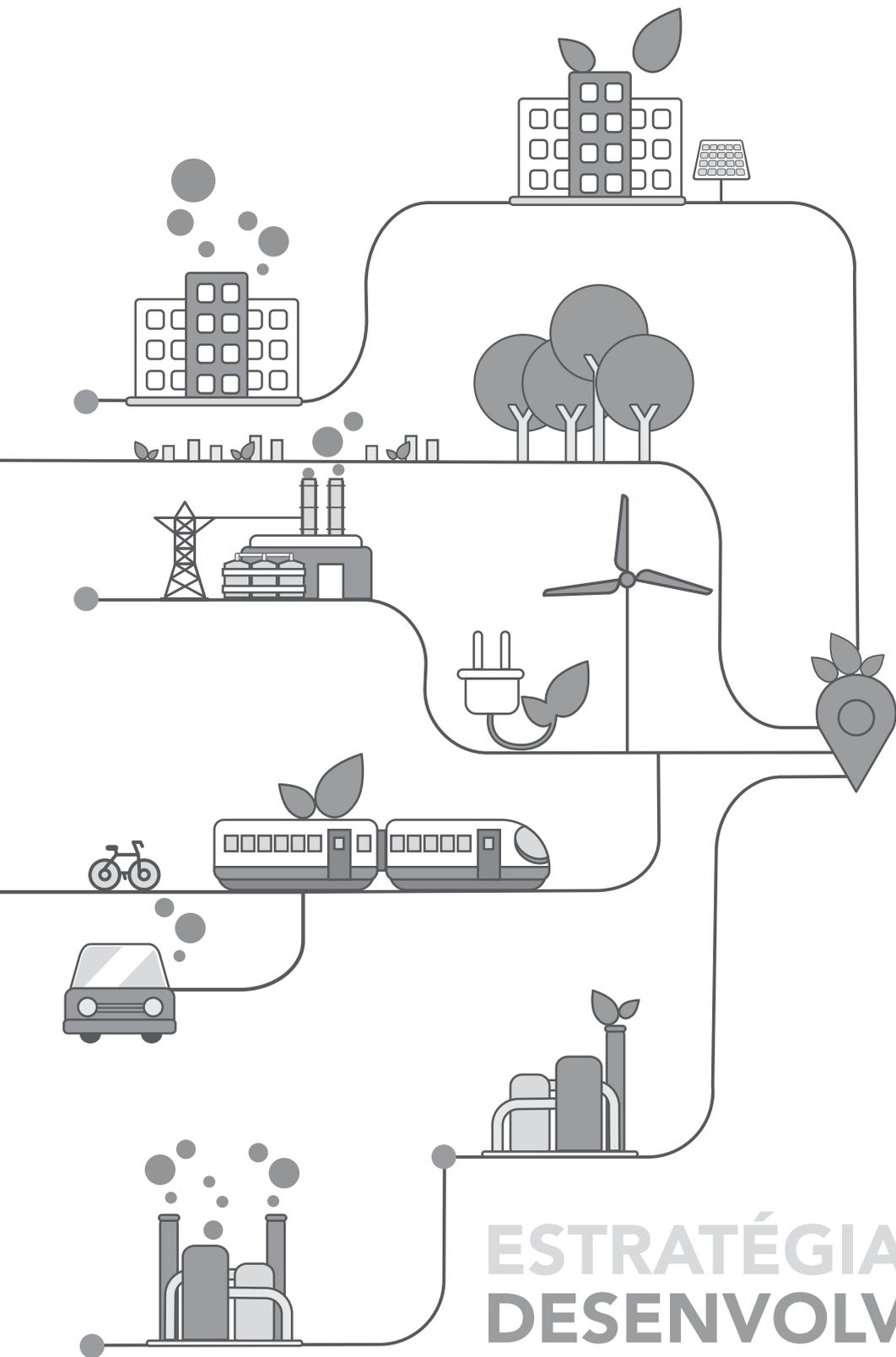


**GEE**

**ESTRATÉGIAS DE  
DESENVOLVIMENTO DE  
BAIXO CARBONO PARA  
O LONGO PRAZO**





**GEE**

# ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE BAIXO CARBONO PARA O LONGO PRAZO



Esta obra está licenciada com uma Licença  
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

# Créditos

**Copyright:** Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) © 2017

**Pesquisa Inicial:** Key Associados

**Consultoria Técnica:** Lilia Caiado

**Revisão:** Câmara Temática de Energia e Mudança do Clima (CTClima)

**Idealização:** Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS)

**Projeto Gráfico e Diagramação:** IG+ Comunicação Integrada

## CEBDS - Redes sociais

Facebook

LinkedIn

Instagram

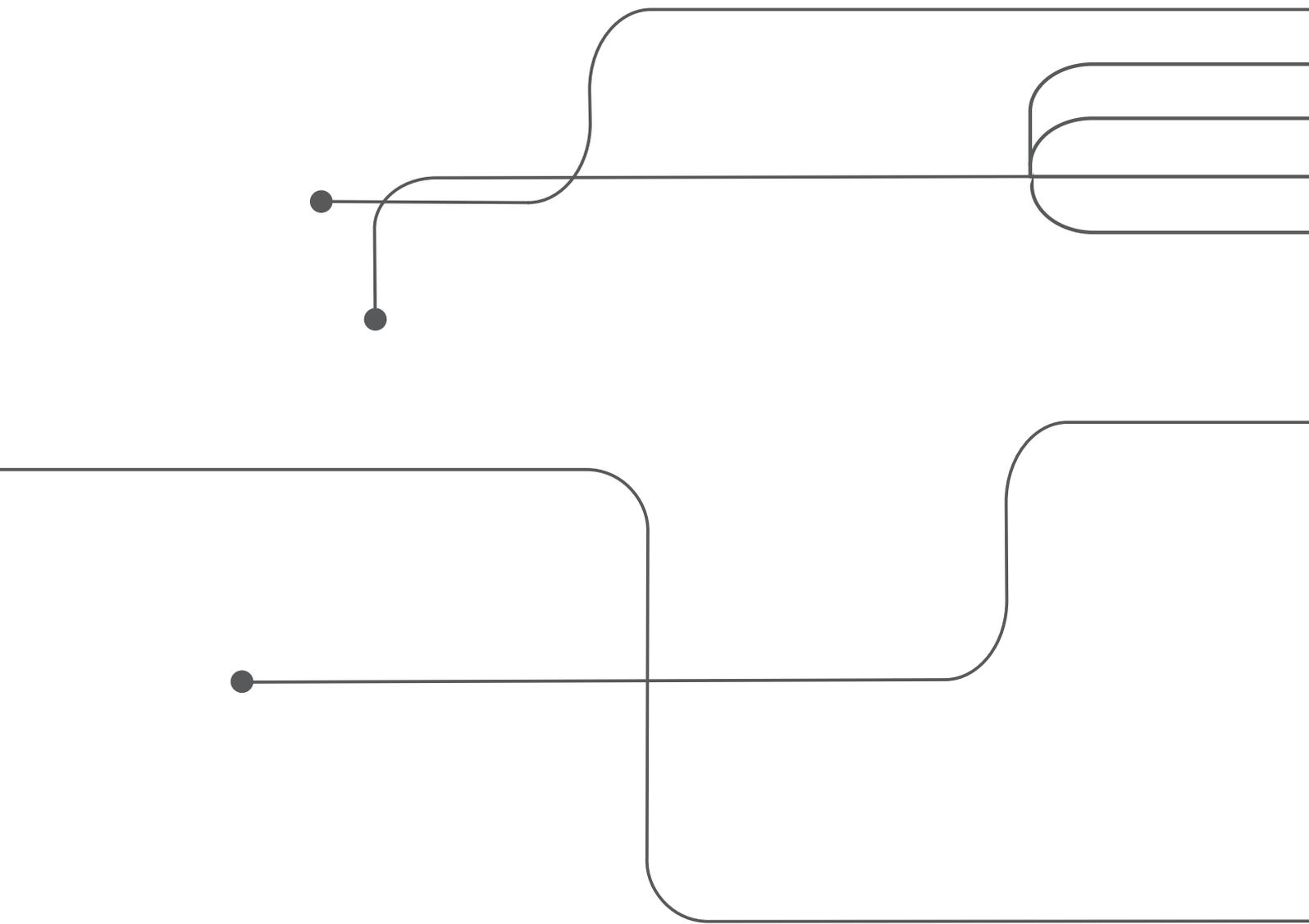
YouTube

## Endereço

Av. das Américas, 1155 • sala 208 • CEP: 22631-000

Barra da Tijuca • Rio de Janeiro • RJ • Brasil

+55 21 2483-2250 • [cebds@cebds.org](mailto:cebds@cebds.org)



# Índice

●	<b>Mensagem da Presidente</b> .....	<b>8</b>
●	<b>O que é o Cebds?</b> .....	<b>9</b>
●	<b>Introdução</b> .....	<b>10</b>
●	<b>Sumário Executivo</b> .....	<b>13</b>
●	<b>Estratégias climáticas de longo prazo: contexto e referências internacionais</b> .....	<b>23</b>
	Acordo de Paris .....	26
	Comunicação de estratégias de baixo carbono de longo-prazo (ELP) .....	27
	Construção de estratégias de longo-prazo: lições aprendidas com as ELPs submetidas .....	28
●	<b>Contexto Brasileiro</b> .....	<b>33</b>
	NDC Brasileira .....	34
	Projeções existentes de longo-prazo .....	36
	Projeções Setoriais .....	40
	Setor de Energia .....	40
	CCS e perspectivas do BioCCS no Brasil.....	44
	Setor AFOLU (agropecuária, florestas e outros usos do solo).....	46
	Setor Industrial.....	49
	Siderurgia.....	49
	Cimento .....	51
	Químico.....	52
	Setor de Transportes.....	55
	Modal rodoviário.....	55
	Modal ferroviário .....	57
●	<b>Estratégia brasileira de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo</b> .....	<b>61</b>
	Tendências Globais .....	62
	Objetivos para o desenvolvimento de baixo carbono até 2050 .....	64
	Recomendações .....	65
	Estrutura.....	65
	Princípios.....	65
	Ações .....	66
	Redução do Desmatamento e Papel dos Sumidouros Florestais e do Solo .....	67

Produção e consumo de baixo carbono e economia circular.....	69
Bioeconomia e Comércio Internacional.....	69
Economia Circular.....	71
Transição Energética.....	74
Redirecionamento dos Recursos a Investimentos de Baixo Carbono.....	78
Instrumentos Econômicos:.....	78
Instrumentos Financeiros:.....	79
Outras Recomendações.....	83
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>84</b>
<b>Anexo I.....</b>	<b>88</b>
ELP da Alemanha: “Plano de Ação Climática 2050”.....	88
ELP dos Estados Unidos: Estratégia de Descarbonização Profunda até o meio do século.....	90
ELP do México: Estratégia Climática até o Meio do Século.....	91
ELP da França: Estratégia Nacional de Baixo Carbono (SNBC).....	92
ELP do Canadá: Estratégia de Longo Prazo para Desenvolvimento de Baixo Carbono até o meio do século.....	94

## Índice de Figuras

- Figura 1: Efeitos das trajetórias de emissões globais sobre a temperatura média do planeta • 25
- Figura 2. Geração de energia elétrica por fonte de energia nos cenários REF, BC0 e BC10 até 2050 • 41
- Figura 3. Consumo de energia primária pelo sistema energético nos cenários REF, BC0 e BC10 – 2020 a 2050 Estudo Opções de Mitigação • 41
- Figura 4. Composição da matriz elétrica em 2050 - % por fonte Estudo IES Brasil 2050 • 42
- Figura 5. Cenários de emissões de GEE do sistema energético 2020 a 2050 Estudo Opções de Mitigação • 43
- Figura 6. Cenários de emissões de mudança no uso do solo 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 46
- Figura 7. Cenários de emissões de agricultura 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 46
- Figura 8. Cenários de emissões de pecuária 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 47
- Figura 9. Projeção das emissões de CO2 para o setor de ferro-gusa e aço no cenário de baixo carbono com inovação 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 49
- Figura 10. Comparação entre os cenários de emissão de GEE na indústria siderúrgica 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 50
- Figura 11. Comparação entre os cenários de emissão de GEE na indústria de cimento 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 52
- Figura 12. Comparação entre os cenários de emissão de GEE na indústria química 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 53
- Figura 13. Milhões de veículos por combustível no cenário linha de base 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 56
- Figura 14. Milhões de veículos por combustível no cenário com inovação 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação • 56
- Figura 15. Emissão de GEE por modal no cenário de inovação • 57
- Figura 16. Decomposição dos Efeitos de Redução do Consumo Energético nos cenários de linha de base e de baixo carbono (EE – Eficiência Energética, MM – Mudança Modal, Biocomb – Biocombustíveis) • 58
- Figura 17. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável • 63
- Figura 18. O mundo em 2050 e ODS • 63
- Figura 19. Projeção das emissões dos Estados Unidos, considerando as medidas atuais e as adicionais, consistentes com o Climate Action Plan da Administração Obama (2016) • 90
- Figura 20. Cenários de emissão de GEE do México até 2050 • 91
- Figura 21. Distribuição das metas indicativas por setores de atividade ELP da França • 93

## Índice de Tabelas

- Tabela 1. Emissões por setor (mil tCO2e – GWP 100) • 34
- Tabela 2. Taxas de crescimento médio do PIB nacional (%), aplicadas no estudo Opções de Mitigação • 36
- Tabela 3. Taxas de crescimento médio do PIB (%) por setores e anos – Cenário FIPE III do estudo Opções de Mitigação • 37
- Tabela 4. Quadro comparativo entre as projeções de longo prazo já realizadas para o Brasil • 38
- Tabela 5. Participação por fonte na geração total de energia elétrica (%) 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050 • 42
- Tabela 6. Potencial e custo de abatimento de emissões das medidas do setor • 48
- Tabela 7. Evolução da participação dos combustíveis na indústria siderúrgica 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050 • 50
- Tabela 8. Proporção de clínquer por tonelada de cimento 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050 • 52
- Tabela 9. Evolução do consumo energético na indústria química 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050 • 54
- Tabela 10. Indicadores de consumo energético e emissões para a indústria química 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050 • 54
- Tabela 11. Premissas Gerais do Cenário de Baixo Carbono Estudo Opções de Mitigação • 55
- Tabela 12. Projeção de emissões setoriais, prevista no Plano de Ação Climática da Alemanha (absolutas, mil tCO2e) • 88

## Mensagem da Presidente

Estamos sempre em busca de trabalhar com nossos associados a formulação dos cenários que se avizinham e se projetam a partir das transformações exponenciais que temos experimentado nos campos tecnológico e da sustentabilidade. Quando lançamos o estudo “Oportunidades e Desafios da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, na sigla em inglês) Brasileira” tínhamos em mente apresentar um quadro das tendências gerais de mercado que decorreriam das novas estruturas de negócios e das novas oportunidades derivadas das necessidades relacionadas ao cumprimento das metas assumidas pelo Brasil no Acordo de Paris.

O estudo que apresentamos agora é, de certo modo, a continuidade lógica desse primeiro esforço. Partimos dos mesmos cinco setores que consideramos os mais decisivos pelo seu peso e relevância em relação ao impacto nas metas de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) da economia brasileira. São eles energia, transportes, florestas, indústria e agropecuária. O que buscamos enfatizar e elucidar no presente estudo, contudo, são os elementos de sinergia e transversalidade, do quanto um segmento depende do outro para que possa alcançar objetivos e metas, além de destacar os princípios essenciais para a estruturação de uma Estratégia de Longo Prazo no país, apontando os papéis que deverão ser desempenhados pelo setor empresarial e as diferentes esferas governamentais.

O estudo não é, obviamente, um receituário que traga fórmulas prontas e definidas. O que ele busca é, sobretudo, apontar caminhos e trazer elementos que permitam traçar estratégias e desvendar tendências.

Seu horizonte é o ano de 2050. Não há metas já definidas para esse ano no âmbito do Acordo Climático, mas, e é isso que buscamos aqui, é possível um vislumbre do que as forças despertadas pelos compromissos firmados em relação à mitigação dos efeitos deletérios dos GEE vão trazer de novidades para os negócios e os agentes econômicos. Enfatizamos o papel central desempenhado pela atuação das empresas para que esse esforço se torne realidade.

Aqui o leitor poderá encontrar elementos relevantes de reflexão sobre os novos caminhos da economia verde no mundo, como também os diferenciais e os riscos competitivos associados a esses novos modelos. Por fim, trazemos um conjunto de recomendações para a Estratégia Brasileira de Desenvolvimento de Longo Prazo, apontando ações concretas que vão desde tecnologias disruptivas, que transformarão setores inteiros da economia, até instrumentos financeiros e econômicos, pois nenhuma estratégia dessa envergadura pode ser bem-sucedida sem o aparato adequado de suporte e financiamento.

A fim de compreender melhor os cenários aqui trabalhados, recomendo a leitura de nossas publicações anteriores: Ação 2020 e Visão 2050, que estão disponíveis em nosso site e apresentam uma visão geral das projeções que aqui buscamos detalhar e aprofundar.

O estudo, contou com o apoio do Instituto Clima e Sociedade (iCS), a quem somos muito gratos pela parceria e colaboração. Nosso objetivo é envolver fortemente o setor empresarial com a ideia de que é possível e viável construirmos um mundo neutro em emissões de GEE, onde a prosperidade seja acessível a todos, e responsável em relação aos limites do planeta.

Boa leitura,

Marina Grossi

Presidente do CEBDS

## O que é o Cebds?

Fundado em 1997, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) é uma associação civil que lidera os esforços do setor empresarial para a implementação do desenvolvimento sustentável no Brasil, com efetiva articulação junto aos governos, empresas e sociedade civil.

O CEBDS reúne hoje cerca de 60 expressivos grupos empresariais do país, com faturamento de 40% do PIB e responsáveis por mais de 1 milhão de empregos diretos. Primeira instituição no Brasil a falar em sustentabilidade a partir do conceito Triple Botton Line – que propõe a atuação das empresas sustentada em três pilares: o econômico, o social e o ambiental –, o CEBDS é o representante no país da rede do World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), a mais importante entidade do setor empresarial no mundo que conta com quase 60 conselhos nacionais e regionais em 36 países, atuando em 22 setores industriais, além de 200 empresas multinacionais que atuam em todos os continentes.

Vanguardista, o CEBDS foi responsável pelo primeiro Relatório de Sustentabilidade do Brasil, em 1997, e ajudou a implementar no Brasil, em parceria com a FGV (Fundação Getúlio Vargas) e o WRI (World Resources Institute), a partir de 2008, a principal ferramenta de medição de emissões de gases de efeito estufa, o GHG Protocol.

A instituição representa suas associadas em todas as Conferências das Partes das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, desde 1998, e de Diversidade Biológica, desde 2000. Além disso, é integrante da Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21; do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético; do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas; do Fórum Carioca de Mudanças Climáticas, Conselho Mundial da Água e do Comitê Gestor do Plano Nacional de Consumo Sustentável.

Na Rio+20, o CEBDS lançou o Visão Brasil 2050, documento prospectivo que tem o propósito de apresentar uma visão de futuro sustentável e qual o caminho possível para alcançá-lo. Essa plataforma de diálogo com as empresas e diversos setores da sociedade, construída ao longo de 2011 e que contou com participação de mais de 400 pessoas e aproximadamente 60 empresas, é fonte de inspiração para o planejamento estratégico de inúmeras empresas brasileiras.

# Introdução

O Acordo de Paris, firmado em 2015 por 195 países, representa um marco para requalificar o desenvolvimento socioeconômico no planeta de forma a adotar um novo modelo a economia de baixo carbono. O Acordo estabelece a meta de 2°C para o limite do aumento da temperatura média global até o fim do século, indicando esforços para manter esse aumento a 1,5°C com relação ao nível médio pré-industrial.

Se a trajetória de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) seguir como *business as usual*, as emissões poderão atingir cerca de 75 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> e em 2050, o que representa um aumento da temperatura global acima de 4°C até o ano 2100. Para conseguir limitar a temperatura ao patamar de 1,5°C, as emissões anuais devem permanecer abaixo de 39 bilhões de tCO<sub>2</sub>e<sup>1</sup> por ano até 2030, ou seja, 26 bilhões a menos do que no cenário de linha de base e as emissões líquidas deverão chegar a zero até 2050. As políticas climáticas já existentes e comprometidas no âmbito do Acordo de Paris devem gerar uma redução de cerca de 40 bilhões em 2050 (CAT, 2017).

O Acordo de Paris exige, portanto, que os países signatários se planejem a médio e longo prazos. Quando tratamos de questões climáticas, é necessário estabelecer planejamento e metas de médio e longo prazos, de forma a garantir uma trajetória sem volta de transição para uma economia de baixo carbono. O primeiro passo exigido pelo Acordo de Paris foi a submissão da Contribuição Nacional Determinada de médio prazo, a chamada NDC (*Nationally Determined Contribution*), em que cada país estabeleceu suas próprias metas para 2025 e/ou 2030. Tais metas serão revistas de cinco em cinco anos. O passo seguinte requer que cada país apresente até 2020 sua Estratégia de Desenvolvimento de Baixo Carbono de Longo Prazo (ou Estratégia de Longo Prazo – ELP). Este planejamento deve apresentar uma visão até a metade do século, ou seja, 2050. O Brasil ainda não submeteu a sua ELP, o que configura ainda uma oportunidade para torná-la ambiciosa em termos econômicos, ambientais e sociais.

Nesse sentido, projeções até 2050 têm sido realizadas para o Brasil, com o intuito de quantificar potenciais de redução de emissões das tecnologias e práticas de cada setor, e traçando trajetórias possíveis de mitigação no longo prazo. Destacam-se o estudo “Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil”, uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC); o estudo IES Brasil 2050, coordenado pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC); e o *Pathways to Deep Decarbonization in Brazil*, uma iniciativa global do *Institute for Sustainable Develop-*

<sup>1</sup> Tonelada equivalente de gás carbônico. Consiste em uma medida para o potencial de aquecimento global dos gases de efeito estufa tendo como referência o potencial do CO<sub>2</sub> para que as emissões de todos estes gases possa ser somada em uma mesma base.

*ment and International Relations (IDDRI, sigla baseada no nome em francês) e da Sustainable Development Solutions Network (SDSN).*

É essencial que o setor empresarial esteja engajado **no processo de construção da ELP para que as metas e os seus meios de implementação reflitam sua ambição, para que as condições necessárias sejam garantidas e seu papel esteja claro.** Nesse sentido, o CEBDS tem realizado a identificação de caminhos, desafios e oportunidades e a proposição de ações através de projetos relevantes para diversos aspectos do desenvolvimento de baixo carbono no Brasil. Dentre eles destacam-se o documento “Visão 2050 – A nova agenda para as empresas” (CEBDS, 2012) e o estudo “Oportunidades e Desafios das Metas da NDC Brasileira para o Setor Empresarial” (CEBDS, 2017), que servirão de ponto de partida para o presente trabalho.

**Este exercício, portanto, complementa esforços anteriores do CEBDS, trazendo uma contribuição concreta para a construção de uma estratégia de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo no Brasil.** O documento “Visão 2050 – A nova agenda para as empresas” realiza um primeiro exercício de projeção nacional de longo prazo, identificando as prioridades em termos de objetivos para o meio do século e traçando caminhos para alcançá-los. Já o estudo “Oportunidades e Desafios das Metas da NDC Brasileira para o Setor Empresarial” traz uma perspectiva objetiva de como as metas de médio prazo apresentadas pelo Brasil refletem-se no setor empresarial. Este trabalho vai além, apresentando os elementos que deverão estar presentes na próxima exigência a ser submetida no âmbito do Acordo de Paris, além de apontar direções e ações concretas para conduzir as estratégias empresariais e governamentais para o desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo no país.

**Portanto, o objetivo deste trabalho é apontar e desenvolver os elementos essenciais para a estruturação de uma Estratégia de Longo Prazo no Brasil, delineando os papéis do setor empresarial e das distintas esferas de governo, identificando oportunidades e desafios para além do período posterior ao compreendido na NDC, ou seja, com foco no horizonte entre 2030 e 2050.** Além dos estudos anteriores publicados pelo CEBDS, foram utilizadas como base as seguintes fontes: (i) projeções que vem sendo realizadas para a economia brasileira e para cada um de seus setores até 2050; (ii) lições aprendidas com as experiências internacionais na elaboração de Estratégias de Longo Prazo; e (iii) a coleta de informações através de entrevistas com empresas representativas de setores-chave no Brasil, além de outros representantes de impacto da sociedade civil, como a academia e os especialistas setoriais.





# Sumário **Executivo**

○ Acordo de Paris marca o início de uma nova trajetória global de longo prazo de enfrentamento aos desafios das mudanças climáticas. Traz em si metas para limitar o aumento da temperatura média global até o fim do século, com relação aos níveis pré-industriais. O limite colocado é de 2°C, com a indicação de esforços para que tal aumento não supere 1,5°C. Com este fim, o Acordo prevê que seus países signatários busquem chegar à metade do século com suas economias neutras em emissões de GEE. Para isso, a primeira exigência foi que apresentassem, antes mesmo da COP21, suas Contribuições pretendidas Nacionalmente Determinadas (iNDCs – intended Nationally Determined Contributions). Após cada país ratificar o Acordo, tornam-se, de fato, compromissos de contribuição. Assim, as iNDCs deixam de ser pretendidas e passam a se intitular NDCs (Nationally Determined Contributions).

**Existe, porém, uma lacuna de emissões entre as contribuições das NDCs e as metas estabelecidas.** Conhecidamente, esta questão é chamada de *emissions gap*. A plataforma *Climate Action Tracker* (2017) atualizou suas projeções após os EUA declararem sua saída do Acordo de Paris e concluiu que a trajetória em que estamos nos levaria, ao fim do século, a um aumento da temperatura média global de 4,1 a 4,8°C. O valor previsto supera o dobro da meta de 2°C e é cerca de três vezes a meta de 1,5°C. Em um cenário em que o conjunto de contribuições das iNDCs fosse efetivamente implementado, projeta-se que o aumento da temperatura média global chegaria a ser de 2,6°C a 3,2°C (CAT, 2017).

**Por essa razão, o Acordo de Paris requer que os países signatários apresentem até 2020 as chamadas “estratégias de desenvolvimento de baixo carbono até o meio do século” (*mid-century long-term low GHG emissions development strategies*, em inglês), ou “estratégias de longo prazo” (ELPs).** Tais documentos deverão explicitar como cada país irá conduzir a sua trajetória de desenvolvimento, requalificando-a de forma que seu crescimento econômico seja neutro em emissões líquidas<sup>2</sup> de GEE ao longo do tempo. As ELPs devem ser submetidas à Convenção no intuito de garantir aos demais participantes do Acordo transparência e uma visão mais completa de sua implementação, além do direcionamento para a neutralidade das emissões líquidas.

**O Brasil ainda irá iniciar o processo de elaboração da sua ELP, configurando uma oportunidade para que o setor empresarial seja engajado e participe ativamente da sua elaboração.** Partindo-se dos exercícios anteriores realizados pelo CEBDS, em especial o exercício de longo prazo “Visão 2050” e também da análise crítica das projeções de longo prazo já realizadas para o Brasil, é possível trabalhar com objetivos e cenários para o país até o meio do século.

**O objetivo do presente trabalho é, portanto, traçar recomendações para a ELP brasileira.** Para isso, utilizam-se ainda as lições aprendidas com as ELPs internacionais já submetidas e entrevistas realizadas com profissionais de setores-chave como o setor florestal, o setor elétrico e os setores industriais de cimento e siderurgia.

**As estratégias de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo diferenciam-se das NDCs porque consistem em meios de incorporar a transição para uma economia resiliente de baixo carbono no planejamento econômico estrutural de todos os países signatários.** Além de estabelecer metas de mitigação de emissões e de adaptação às mudanças climáticas já observadas, a estratégia deve, idealmente, requalificar o desenvolvimento socioeconômico dos países no longo prazo. A exemplo do documento “Visão 2050”, o Acordo de Paris requer dos países o exercício de definir objetivos e caminhos para chegar à metade do século com um crescimento econômico basea-

<sup>2</sup> Emissões líquidas de gases de efeito estufa refletem o saldo entre as emissões e as remoções através dos sumidouros de carbono, como, por exemplo, florestas ou tecnologias de captura e armazenamento do carbono (CCS).

do em uma infraestrutura verde, em que os principais setores de sua economia tenham maximizado seu potencial competitivo com base em tecnologias de baixo carbono.

**Ainda que não exista um modelo para as ELPs, é possível identificar tendências e traçar caminhos para que elas maximizem seu potencial de promover o desenvolvimento de baixo carbono no longo prazo.** Para isso, podemos tomar o exemplo das cinco ELPs submetidas, até o momento, à UNFCCC e realizar uma análise crítica da aplicação dos aspectos observados ao caso brasileiro.

**Até outubro de 2017, cinco países haviam submetido suas ELPs com horizonte até a metade do século: França, Estados Unidos<sup>3</sup>, México, Alemanha e Canadá.** Realizando uma revisão destas ELPs e identificando pontos em que tangenciam questões relevantes para o Brasil, observam-se as seguintes conclusões:

- Assim como o documento “Visão 2050”, é recomendável que a ELP siga a abordagem de *back-casting*, que parte da definição do futuro desejável e perfaz o caminho no tempo identificando as políticas e programas necessários para alcançar o futuro vislumbrado;
- O ideal é que os países apresentem metas quantitativas absolutas de redução das suas emissões para 2050 com relação a um ano base;
- Para tal, é necessário realizar o exercício de projetar quantitativamente cenários para o alcance das metas, entendendo quais medidas serão necessárias;
- É interessante realizar projeções de diferentes cenários para o alcance de uma mesma meta, sendo mais ou menos otimistas com relação à penetração de grupos de tecnologias de baixo carbono relevantes, como as energias renováveis e as tecnologias de captura e armazenamento de emissões (CCS);
- As estratégias devem estar alinhadas com as metas do Acordo de Paris de se aproximar o máximo possível de zerar suas emissões líquidas entre 2045 e 2050;
- O engajamento efetivo de partes interessadas na construção das estratégias de longo prazo é vital para uma política climática coerente e consistente;
- É essencial que a estratégia traga diretrizes de investimento e financiamento;
- As ELPs, de maneira geral, deverão projetar para o longo prazo uma transição energética profunda;
- Isto inclui não só a matriz elétrica, mas também todo o sistema energético, como a energia gerada e consumida na indústria, no setor de transportes e edificações;
- Para além do sistema energético, as ELPs devem considerar o desenvolvimento de baixo carbono com larga participação de sumidouros;
- Nesse sentido, os setores de agricultura, florestas e uso da terra assumem também papel preponderante para todas as estratégias de longo prazo;
- Como estratégias de requalificação do desenvolvimento socioeconômico, é interessante que as ELPs incorporem a abordagem da economia circular.

**Introduzindo-se a questão no contexto brasileiro, é importante notar que o país possui papel estratégico para as metas globais de mitigação de GEE.** Isso porque o Brasil encontra-se entre os dez países mais emissores do planeta, tendo contribuído com 2,33% das emissões globais em 2016 (WRI, 2017).

**Para assumir o papel que lhe cabe, o país submeteu sua contribuição nacional com metas absolutas, *economy-wide*<sup>4</sup>, de mitigação de médio prazo.** Estipularam-se uma meta de redução de 37% das emissões nacionais de GEE até 2025 e uma indicação de redução de 43% até 2030, ambas com base nos níveis registrados em 2005. Como meio de implementação, a NDC apresenta metas específicas para os setores florestal, de uso da terra, agropecuário e energético.

**As projeções utilizadas pelo governo brasileiro para embasamento da NDC apontam o setor de florestas e uso da terra como elemento-chave no médio prazo.** Para isso, é imperativo que se

<sup>3</sup> Os EUA elaboraram sua estratégia ainda sob a administração do governo Obama e a submeteram à UNFCCC em 2016. Por essa razão, sua ELP será aqui utilizada para o fim de aprendizado de lições.

<sup>4</sup> Metas chamadas *economy-wide* são metas para toda a economia, englobando todos os seus setores, em contraste às metas aplicadas a setores específicos.



Ainda que não exista um modelo para as ELPs, é possível identificar tendências e traçar caminhos para que elas maximizem seu potencial de promover o desenvolvimento de baixo carbono no longo prazo

consiga lograr êxito na meta de eliminar o desmatamento ilegal na Amazônia brasileira até 2030. As projeções consideram que o setor seja capaz de remover 11% do total das emissões do Brasil nesse ano. Assim, suas emissões setoriais passariam de 66% das emissões totais nacionais em 2005 para apenas 12% em 2030.

**As projeções de longo prazo realizadas pelos principais estudos no país concluem que o Brasil poderá chegar a 2050 com emissões substancialmente menores que os níveis atuais, reduzindo o desmatamento, buscando manter sua matriz elétrica limpa e precificando o carbono. Até o momento,** foram realizados três exercícios de projeção para a descarbonização da economia nacional até 2050, a saber: os projetos Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores Chave no Brasil, IES Brasil 2050 e *Deep Decarbonization Pathways*. As projeções indicam que, de fato, a eliminação do desmatamento é crucial para o sucesso do processo de desenvolvimento de baixo carbono no longo prazo e poderá ser realizada a baixo custo. Indicam ainda que a participação da fonte hídrica na matriz elétrica nacional deverá ser reduzida e as alternativas implementadas serão essenciais para a manutenção de um perfil renovável e limpo. Sobre este ponto, argumenta-se ser necessário desenvolver projeções que considerem maior queda nos preços das fontes solar e eólica, com consequente maior penetração destas tecnologias. Por fim, as projeções indicam que um preço sobre o carbono poderá representar um ponto de inflexão nesse sentido.

**Partindo-se das lições aprendidas com as experiências internacionais de construção de ELPs, das projeções realizadas para o Brasil e das entrevistas realizadas com especialistas, chegamos a uma série de recomendações para a ELP nacional.** Ainda que a metade do século seja um prazo bastante longo, é possível traçar uma estrutura e princípios a serem seguidos, caminhos e direções através de objetivos previamente determinados a serem alcançados. Para tal, recomendam-se ações a serem tomadas pelo governo, em suas três esferas, e pelo setor empresarial.

**As recomendações estão alinhadas com os principais movimentos e tendências globais de longo prazo.** As tendências de políticas públicas internacionais são levadas em conta, em especial a utilização de instrumentos econômicos e financeiros que permitem que o desenvolvimento de baixo carbono do país seja eficiente economicamente, promovendo um desenvolvimento socioeconômico consistente com a redução das suas emissões. Além disso, o modelo da economia circular orienta as ações propostas, bem como a busca pelo alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas.

**Nesse sentido, considera-se que seis dos dezessete ODS podem ser perseguidos através da estratégia brasileira de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo. São eles<sup>5</sup>:**

<sup>5</sup> De acordo com o Itamaraty (2017).



**OBJETIVO 7.** Assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia;



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



**OBJETIVO 9.** Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;



**OBJETIVO 12.** Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;



**OBJETIVO 13.** Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos;



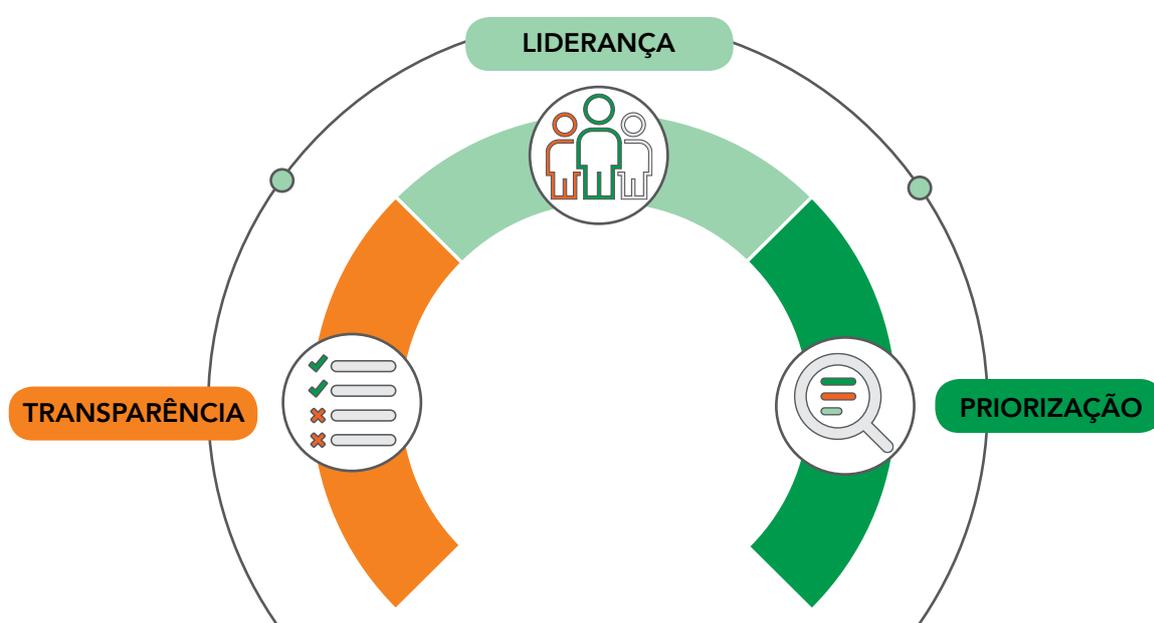
**OBJETIVO 15.** Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

Seguindo a abordagem de *backcasting*, são estabelecidos quatorze objetivos de longo prazo no documento *Visão 2050* que configuram os objetivos a serem alcançados pela ELP brasileira. Além de visar requalificar os principais setores da economia, os objetivos contemplam o estabelecimento de todo um quadro regulatório e direcionamento de recursos financeiros para garantir o desenvolvimento de baixo carbono no país.

A primeira recomendação indica que a estrutura que a ELP deverá ser a seguinte, a partir dos objetivos e lições aprendidas:

1. Visão de Longo prazo: objetivos a serem alcançados e caracterização do país em 2050;
2. Meta absoluta de redução de emissões até a metade do século;
3. Projeções oficiais transparentes para a trajetória de alcance da meta;
4. Linhas de ação e políticas para alcançar os objetivos que contemplem:
  - a. Redução do Desmatamento e o Papel dos sumidouros de carbono;
  - b. Produção e consumo de baixo carbono e economia circular;
  - c. Transição energética;
  - d. Redirecionamento dos recursos a investimentos de baixo carbono.
5. Integração com as políticas climáticas e setoriais existentes.

Para seu sucesso, a ELP deverá ainda seguir três princípios:



#### Transparência:

Clareza de objetivos e embasamento das metas, tornando públicas as premissas e projeções adotadas;

#### Liderança:

Estabelecer uma governança bem definida para gerir a implementação de cada aspecto;

#### Priorização:

Identificar as ações prioritárias para serem realizadas em cada etapa do horizonte de tempo.

As ações que deverão ser tomadas pelos governos federal, estadual e municipal e pelo setor empresarial dividem-se em grupos alinhados com as linhas de ação observadas na estrutura da ELP. São eles:

### **Redução do Desmatamento e Papel dos Sumidouros Florestais e do Solo**

A redução do desmatamento, com a eliminação do desmatamento ilegal, apresenta-se como a maior prioridade para o desenvolvimento de baixo carbono no país. Um dos principais pontos de pressão sobre a questão consiste na existência de todo um mercado para produtos florestais e agro-

pecuários associados ao desmatamento. Recomenda-se, portanto, uma abordagem em que além dos tradicionais mecanismos de comando e controle, adotem-se medidas para direcionamento dos mercados nacional e internacional para os produtos livres de desmatamento em sua cadeia de valor. Assim, empresas de setores que utilizam como insumo bens associáveis ao desmatamento deverão se comprometer a buscar produtos certificados, livres de desmatamento em sua cadeia produtiva. Outro passo essencial seria o próprio governo brasileiro firmar acordos bilaterais de comércio para que países importadores de produtos passíveis de associação ao desmatamento ilegal passem a aceitar somente produtos certificados.

Além disso, para garantir o sucesso das metas, deve-se garantir incentivos para a produção sustentável local nas regiões norte e centro-oeste, beneficiando localidades que apresentem melhor performance em redução do desmatamento. Assim, os produtores locais poderiam unir-se ao invés de operar de forma isolada, melhorando a performance do seu município. As localidades com performance mais satisfatória seriam incentivadas de diversas formas, por exemplo: (i) facilitação da licença para operar; (ii) menor risco para os compradores que se traduziriam em melhores termos de negociação; e, em especial, (iii) menores riscos associados ao financiamento, o que facilitaria o acesso aos recursos financeiros para todos os proprietários do município ou região (NEPSTAD et. al, 2014).

## Produção e consumo de baixo carbono e economia circular

### Bioeconomia e Comércio Internacional

É necessário que as políticas de desenvolvimento visem a requalificar a produção no país, inclusive sua pauta exportadora, voltando-a à bioeconomia, área em que o Brasil apresenta elevada competitividade. A bioeconomia traz ao mercado soluções inovadoras, em sua maioria de alto valor agregado, cuja produção deverá contribuir intensamente para o desenvolvimento socioeconômico do país. Ela utiliza a biotecnologia de forma a gerar soluções para os desafios do desenvolvimento em diversos campos como a energia, a agricultura e a pecuária, a indústria, a gestão de resíduos e a saúde humana.

A bioeconomia representa, portanto, uma consistente oportunidade para a requalificação da economia global no longo prazo. E o Brasil, com sua abundante oferta de recursos e histórico na sua utilização para os mais diversos fins, tem plenas condições de liderar este processo. Sua biodiversidade, os baixos custos na produção de biomassa – tanto florestal quanto cana de açúcar – e sua aplicação da ciência e tecnologia à agricultura tropical potencializam o Brasil como principal *player* da bioeconomia global (CNI, 2013).

Porém com o intuito de capturar todas essas oportunidades, faz-se necessária uma consistente política nacional de promoção da bioeconomia. O governo deverá investir em ciência e tecnologia e rever os marcos regulatórios que se aplicam ao uso da biotecnologia e à ciência ligada ao empreendedorismo. Já as empresas deverão enxergar o potencial disruptivo da bioeconomia e buscar ativamente parcerias com grupos científicos para aprimorar a produtividade, reduzir emissões e transformar os modelos de negócio atuais. Poderão ainda formar *joint ventures* com empresas internacionais para desenvolvimento de tecnologias disruptivas e para dar escala às tecnologias.

Com relação ao comércio internacional, aponta-se como medida necessária, por parte do governo, facilitar a importação de bens de capital de baixo carbono para a indústria e o setor elétrico. O governo também deverá agir no sentido de controlar a pegada de carbono dos bens importados.

### Economia Circular

As práticas da economia circular deverão orientar a indústria no longo prazo, permitindo redução de custos com a reutilização de materiais que servem de matéria-prima e combustível. As empresas vêm, ainda como oportunidades no longo prazo, a reutilização de materiais e utilização de materiais com pegada de carbono inferior para o desenvolvimento de baixo carbono na indústria. Por exemplo, no setor siderúrgico, a utilização da sucata reduz a necessidade de se produzir ferro-gusa, garantindo o reaproveitamento do material e reduzindo emissões. No setor de cimento, a prática do coprocessamento permite a utilização de resíduos em substituição a combustíveis e matérias-primas, dando fim de vida energético a esses resíduos. Porém, para que a adoção de tais medidas seja possível, é preciso que governos mu-

nicipais ajustem suas regras atuais, vindo a permitir maior utilização dos resíduos. Também é necessário que os governos estaduais facilitem o transporte interestadual destes materiais.

A indústria deverá também investir na migração de tecnologias construtivas com maior intensidade de carbono para tecnologias menos intensivas, como concreto e argamassa industrializados. Recomenda-se ainda que as empresas busquem conduzir atividades de pesquisa e desenvolvimento para: (i) tecnologias de captura, armazenamento e utilização industrial de carbono; (ii) adotar metas de produtividade da terra, com controle da sua origem e metas de conversão de áreas de pasto; e (iii) adotar a abordagem do nexos água-energia-alimentos para alavancar novos modelos de negócio integrados, considerando todas as externalidades geradas.

## Transição Energética

O aprimoramento do perfil renovável e limpo do sistema energético apresenta-se como provável prioridade do médio ao longo prazo. Assim, uma primeira medida que se faz necessária para desacelerar as emissões do sistema energético é a eliminação dos subsídios aos combustíveis fósseis. No que se refere à estrutura do sistema elétrico, atualmente muito fragmentado e pouco ágil, especialistas recomendam a revisão e o aprimoramento do sistema de governança do setor. Argumenta-se ainda que, para garantir maior participação das fontes renováveis, é necessário maior engajamento do governo federal, inclusive com a proposta de uma lei nacional para este fim.

A capacidade de estocagem de energia é um ponto importante do qual dependem os ganhos de escala das fontes renováveis alternativas. Ainda que o Brasil não seja o precursor desse movimento e não lidere o desenvolvimento e maturação das tecnologias de estocagem de energia, o governo brasileiro deve estar atento às oportunidades para sua utilização e fabricação no país. Deverá, portanto, acompanhar o desenvolvimento tecnológico e buscar cooperação com países que estão à frente deste processo, como a Alemanha, a Noruega e o Japão (IEA, 2014).

Outra questão que pode ser determinante para o desenvolvimento de baixo carbono do setor elétrico no longo prazo é a digitalização do sistema elétrico, como colocado pela ELP da Alemanha, por exemplo. O governo pode maximizar o aproveitamento do potencial da digitalização do sistema elétrico utilizando o recurso em instrumentos de política pública e garantindo sua segurança. Para as concessionárias, recomenda-se desde já a realização de testes e pilotos com vistas a investir nas tecnologias inteligentes, para que se beneficiem da sua maior eficiência a médio prazo.

Uma vez que seja garantido o perfil renovável e limpo da matriz elétrica, as empresas deverão investir na eletrificação do máximo possível de atividades. O governo, por sua vez, deverá realizar projetos de infraestrutura para assegurar que esse processo ocorra. Para além dos veículos elétricos, amplamente discutidos, o transporte de cargas também deverá se tornar eletrificado através de ferrovias. Por fim, as empresas deverão investir em tecnologias consolidadas e também em pesquisa e desenvolvimento para a eletrificação da produção na indústria.

## Redirecionamento dos Recursos a Investimentos de Baixo Carbono

### Instrumentos Econômicos:

As empresas colocaram de forma unânime a necessidade de adoção de um mecanismo de precificação, com a inclusão dos *offsets* do setor florestal. Em suas relações exteriores, o Brasil deve atuar para



Para alavancar os investimentos em baixo carbono, é necessária a cooperação internacional, incluindo suporte financeiro, com a concessão de garantias e prêmios por performance

tornar-se um líder no mercado internacional de transferências de emissões, inclusive REDD+. No mecanismo a ser implementado no Brasil, o desenho adequado é crucial para atender às particularidades do país e gerar os efeitos esperados. Nesse sentido, a chamada reciclagem de receitas, assim como outras medidas compensatórias, cumpre um importante papel para o sucesso da eficiência da precificação de carbono e deverão ser contempladas no desenho do mecanismo. O governo deverá atuar de forma ágil, aproveitando a oportunidade que a atual lacuna de desenvolvimento representa. As empresas, por sua vez, deverão adotar preço interno de carbono para orientar novos investimentos e melhorar sua performance frente ao mecanismo implementado, aumentando o seu engajamento e debatendo a implementação do mecanismo junto ao governo.

### Instrumentos Financeiros:

Para o longo prazo, é preciso que o Brasil maximize o aproveitamento do seu grande potencial de cooperação internacional, atraindo investimento externo, em especial baseado em performance. Esta abordagem deverá prover recursos para diversos instrumentos como REDD+ e *Feed-in Tariffs*<sup>6</sup> para a energia renovável, pagamento direto por mitigação ou a geração dos certificados transacionáveis de emissões. Portanto, é primordial que o governo brasileiro realize grandes esforços de cooperação internacional, atraindo o investimento baseado em performance de financiadores como o Banco Mundial. As empresas deverão, por sua vez, elaborar projetos arrojados, de forma a usufruir das oportunidades de financiamento internacional que buscam este perfil.

Outro importante passo, já amplamente discutido, é o desenvolvimento do mercado de títulos verdes no país. É necessário que o governo facilite a utilização deste mecanismo como fonte de financiamento para investimentos de baixo carbono. Assim, as empresas deverão cada vez mais se beneficiar do potencial mitigador dos seus projetos para financiarem-se através da emissão desses títulos.

É ainda essencial que as empresas busquem, em sua relação com os investidores, engajá-los para que identifiquem diferencial em tais investimentos. Para tal, as empresas deverão garantir cada vez mais a transparência, provendo dados robustos sobre os riscos climáticos a que estão expostas e os benefícios associados à sua descarbonização.

Por fim, para realizar investimentos seguros, é importante que países como o Brasil possam ter, além de acesso, uma flexibilidade que ajude a reduzir o risco de investir no país, em especial no que se refere aos custos de capital. Para alavancar os investimentos em baixo carbono, é necessária a cooperação internacional, incluindo suporte financeiro, com a concessão de garantias e prêmios por performance. Um exemplo já existente e que as empresas e o governo brasileiro podem acessar mais amplamente é a *Multilateral Investment Guarantee Agency* (MIGA) do Banco Mundial.

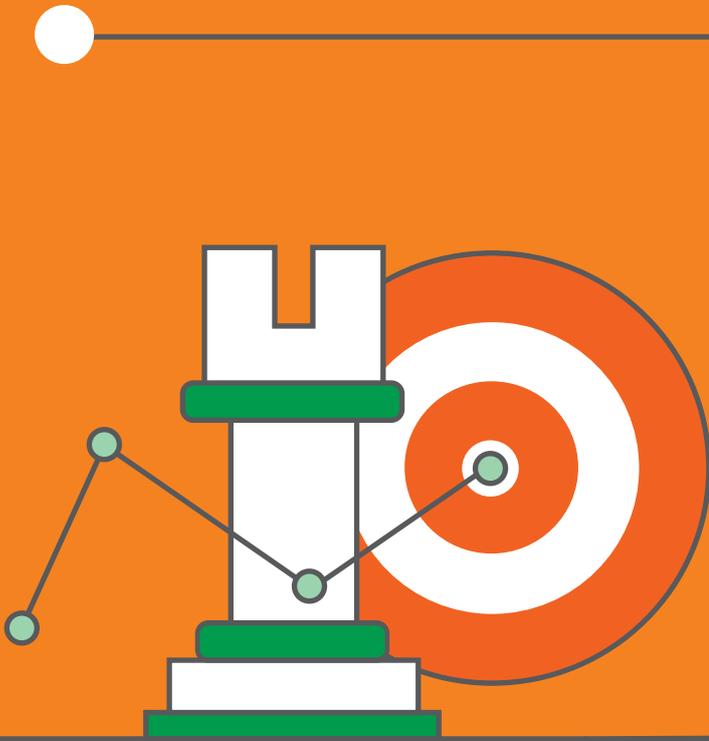
---

## Outras Recomendações

É importante que as empresas, para estarem alinhadas com as metas nacionais e globais, busquem estabelecer metas de mitigação e/ou remoção de emissões de GEE baseadas na ciência. Uma iniciativa da qual as empresas poderão fazer uso é a *Science-based targets* que incentiva a adoção de metas baseadas na ciência e oferece recursos para o comprometimento com o estabelecimento de metas, estratégias para o cálculo de metas plausíveis e consistentes com o objetivo de aumento máximo da temperatura média global de 2°C, e ainda sua validação de acordo com os critérios da iniciativa.

Por fim, no nível estadual, os governos devem elaborar estratégias e estabelecer metas consistentes com as políticas federais. As esferas de governo deverão, portanto, buscar um total alinhamento e integração de suas ações climáticas para que as empresas operando em todo o país possuam sinais claros de como cumprir com seus compromissos.

<sup>6</sup> Subsídios tarifários para a redução da tarifa da energia elétrica gerada por fontes renováveis (CEBDS, 2016b).





# Estratégias Climáticas de Longo Prazo:

Contexto e Referências  
Internacionais

 Acordo de Paris representa um novo marco norteando o planejamento de longo prazo dos seus países signatários e das empresas que neles operam. Uma discussão aprofundada sobre a construção de uma visão climática de longo prazo para o setor empresarial deve considerar uma análise inicial das circunstâncias internacionais sobre o tema. Como ponto central estão as negociações multilaterais no âmbito das Nações Unidas, mais especificamente através da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (do Inglês, UNFCCC), que teve como um marco fundamental o Protocolo de Quioto de 1997. Entretanto, o Protocolo de Quioto apresentava uma abordagem *top-down*, em que as metas dos diferentes países eram determinadas de forma exógena, além de haver uma diferenciação entre países desenvolvidos (ditos Anexo I) e em desenvolvimento (não Anexo I), que isentava os países em desenvolvimento de contribuir para a mitigação de emissões necessária ao planeta.

A evolução das discussões levou a comunidade internacional a firmar um novo acordo, o Acordo de Paris. Ele busca levar o mundo à neutralização das emissões líquidas de GEE até a segunda metade do século, limitando o aumento da temperatura a 2°C até 2100, com relação aos níveis da era pré-industrial. O Acordo prevê ainda esforços mais ambiciosos, pretendendo conter tal aumento a 1,5°C.

Neste documento, houve a transição para a abordagem *bottom-up*, na qual cada país determina suas próprias metas e todos os signatários submeteram suas contribuições. Isso promove um maior engajamento internacional para o alcance das metas globais e permite que os países possam evoluir individualmente em suas metas, de acordo com suas particularidades. Assim, mais do que um acordo diplomático entre nações, o Acordo de Paris é um catalisador histórico que torna o processo de transformação para uma economia de baixo carbono inevitável, irreversível e irresistível.

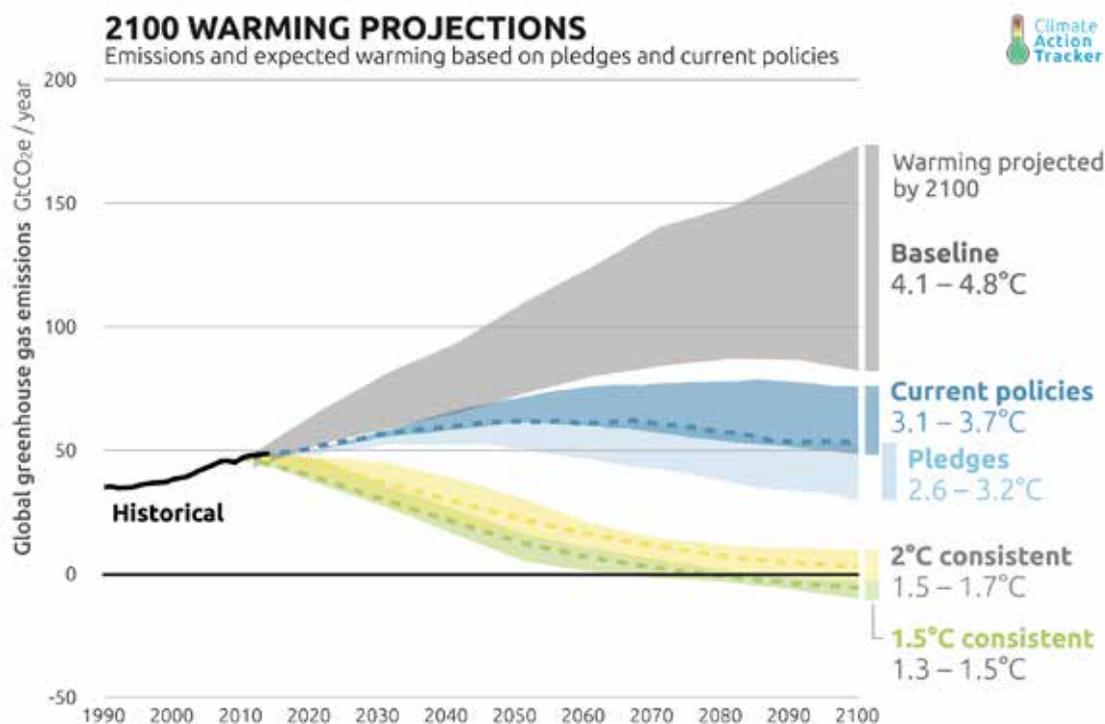
**Existe, porém, uma lacuna de emissões entre o caminho que estamos seguindo (*baseline*), as políticas existentes, os compromissos nacionais submetidos no âmbito do Acordo de Paris e as metas postas por ele.** Esta questão é chamada de *emissions gap*. Como pode ser observado através da Figura 1, segundo o *Climate Action Tracker* (2017), a trajetória em que estamos nos levaria, ao fim do século, a um aumento da temperatura média global de 4,1 a 4,8°C, ou seja, mais que o dobro da meta de 2°C e cerca de três vezes a meta de 1,5°C. As políticas existentes e as metas postas nas NDCs tampouco serão suficientes, conferindo um aumento da temperatura média global que ainda excede substancialmente as metas, podendo chegar a 3,7°C. Em 2050, estima-se que para alcançar uma trajetória consistente com os objetivos, devemos zerar as emissões líquidas globais (emissões subtraídas das remoções). Entretanto, o conjunto de políticas existentes levaria a emissões globais de cerca de 75 GtCO<sub>2</sub>e, e a tendência atual nos levaria a emissões que excederiam as 100 GtCO<sub>2</sub>e (CAT, 2017). Ressalta-se que tais projeções derivam da última atualização realizada em 2017, após os EUA decidirem deixar o Acordo de Paris



É essencial que todos os países assumam o compromisso de um desenvolvimento baseado em uma profunda redução das emissões provenientes das suas atividades econômicas até o meio do século

É essencial que todos os países assumam o compromisso de um desenvolvimento baseado em uma profunda redução das emissões provenientes das suas atividades econômicas até o meio do século. As consequências para o planeta e a humanidade do não atingimento da meta de 2°C vem sendo estudadas e divulgadas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (do Inglês, IPCC) e, portanto, já são amplamente conhecidas. Com isso, governos e empresas de todo o mundo devem estabelecer estratégias traçando os caminhos para garantir seu crescimento de baixo carbono ou mesmo carbono neutro até a metade do século.

Figura 1: Efeitos das trajetórias de emissões globais sobre a temperatura média do planeta



Fonte: Climate Action Tracker (2017)

Assim, o Acordo de Paris tem papel preponderante para garantir que encontremos uma trajetória de desenvolvimento socioeconômico de longo prazo consistente com suas metas. As políticas e os modelos de investimento propostos no Acordo de Paris, se implementados, têm o poder de redefinir a economia global no século XXI, os caminhos de desenvolvimento das nações e as cadeias de valor das empresas ao redor do mundo. O Acordo de Paris requer que seus países signatários apresentem até 2020 as chamadas “estratégias de desenvolvimento de baixo carbono até o meio do século” (*mid-century long-term low GHG emissions development strategies*, em inglês), ou “estratégias de longo prazo” (ELPs). Elas devem conter na sua elaboração como cada país deverá conduzir a sua trajetória de desenvolvimento requalificando-a de forma que seu crescimento econômico seja neutro em emissões líquidas<sup>7</sup> de GEE ao longo do tempo. As ELPs devem ser submetidas à Convenção no intuito de garantir ao conjunto dos participantes do Acordo uma transparência e visão mais completa de sua implementação, além do direcionamento para a neutralidade das emissões líquidas.

Apesar de não existir uma definição única e internacionalmente alinhada sobre o que é uma ELP, normalmente ela compreende uma série de informações tais como dados sobre as emissões históricas e projeções de emissões de GEE, metas de mitigação, opções prioritárias e custo-eficientes de mitigação, bem como ações concretas de mitigação de curto e médio prazo, entre outras.

<sup>7</sup> Emissões líquidas de gases de efeito estufa refletem o saldo entre as emissões e as remoções através dos sumidouros de carbono, como, por exemplo, florestas ou tecnologias de captura e armazenamento do carbono (CCS).

Este capítulo resume o contexto internacional que serve de referência para a construção das ELPs nacionais, apontando os principais elementos do Acordo de Paris e seus possíveis impactos sobre as emissões globais, bem como análise das estratégias dos países que já as publicaram até o momento e as lições que delas podem ser obtidas.

## Acordo de Paris

O Acordo de Paris é, desde o Protocolo de Quioto, o mais relevante compromisso firmado pela comunidade internacional na luta contra as alterações antrópicas do clima – o maior desafio do século XXI. O Acordo foi assinado por 195 países e pela União Europeia (UE) em dezembro de 2015, durante a conferência das Nações Unidas sobre o clima (COP21) em Paris, após várias décadas de complexas negociações. O Acordo encontra-se em fase de ratificação pelas Partes e até novembro de 2017 havia sido ratificado por 170 países.

Os principais elementos do Acordo de Paris incluem os seguintes compromissos acordados pelas Partes da Convenção-Quadro:

### Metas de Mitigação de Emissões de GEE

- Garantir que a elevação da temperatura média global fique bem **abaixo de 2°C** em relação aos níveis pré-industriais;
- Realizar esforços com vistas a limitar o aumento da temperatura a **1,5°C**, de forma a reduzir significativamente os riscos e impactos das mudanças climáticas;
- **Atingir o pico das emissões globais o mais rápido possível**, reconhecendo que isso levará mais tempo para países em desenvolvimento;
- Passado o pico das emissões, adotar as medidas para a sua redução brusca de acordo com o melhor conhecimento científico disponível.

### Transparência e ação global

- A cada cinco anos, os países deverão revisar e re-submeter suas contribuições, **estabelecendo metas cada vez mais ambiciosas de redução de emissões de GEE**;
- **Reportar publicamente** seu progresso em relação à implementação das metas;
- Acompanhar o progresso para o atendimento das metas de longo prazo por meio de um sistema robusto de **prestação de contas**;
- Submeter até 2020 a **estratégia de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo**.

### Adaptação

- Fortalecer a capacidade das sociedades para lidar com impactos das mudanças do clima;
- Fornecer e fortalecer apoio internacional contínuo aos países em desenvolvimento para sua adaptação à mudança do clima.

### Perdas e danos

O acordo também reconhece:

- A importância em evitar, minimizar e endereçar as perdas e os danos associados aos efeitos adversos das mudanças climáticas;
- A necessidade de cooperar e de aprimorar a compreensão, ação e suporte em diferentes áreas, como sistemas de alerta precoce, preparação para emergências e elaboração de seguro de risco.

### Apoio

- Os países desenvolvidos continuarão apoiando a ação climática com vistas a reduzir as emissões de GEE e aumentar a resiliência aos impactos das mudanças climáticas nos países em desenvolvimento;
- Os demais países são encorajados a fornecer ou continuar fornecendo tal apoio voluntariamente;

- Países desenvolvidos pretendem continuar com sua meta coletiva atual de mobilizar 100 bilhões de dólares até 2020 e estender esse esforço até 2025. Uma nova meta mais alta será definida após esse período.

Os países que ratificaram o Acordo de Paris podem decidir de forma independente o melhor caminho a adotar para a redução das emissões de GEE. Este é o grande diferencial do atual Acordo: as tentativas anteriores de um acordo climático exigiam que medidas similares fossem adotadas por todas as partes signatárias. No entanto, as diferenças entre economias, culturas e nações são tão grandes que não é fácil definir medidas e formatos comuns, sem contar as realidades distintas relativas à sua capacidade e velocidade de implementação.

## Comunicação de estratégias de baixo carbono de longo-prazo (ELP)

Com o objetivo de assegurar e alinhar esforços conjuntos para atingir objetivos de longo prazo, o Acordo de Paris<sup>8</sup> prevê a formulação e comunicação de estratégias de longo prazo (ELPs) para um desenvolvimento com baixa emissão de gases do efeito estufa por cada uma das Partes. Estas estratégias devem considerar as responsabilidades e capacidades das respectivas Partes, à luz de diferentes circunstâncias nacionais, e devem ser submetidas ao Secretariado da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) até 2020.

**As estratégias de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo diferenciam-se das NDCs por consistirem em meios de incorporar a transição para uma economia de baixo carbono no planejamento de longo prazo de todos os países signatários.** Além de estabelecer metas de mitigação de emissões e de adaptação às mudanças climáticas já observadas, a estratégia deve, idealmente, requalificar o desenvolvimento socioeconômico dos países no longo prazo. A exemplo do documento Visão 2050, o Acordo de Paris requer que os países definam objetivos e caminhos para chegar à metade do século com um crescimento econômico baseado em uma infraestrutura verde, em que os principais setores de sua economia tenham maximizado seu potencial competitivo baseado em tecnologias de baixo carbono.

**O desenvolvimento de uma infraestrutura de baixo carbono requer metas que compreendam de médio a longo prazo.** Entende-se por médio prazo o horizonte das NDCs, ou seja, de 2025 a 2030. Longo prazo é entendido como o horizonte após 2030 e até 2050. O período até 2030 pode ser visto como suficiente para a adoção de medidas de mitigação de emissões incrementais imediatas. Não é, entretanto, um intervalo de tempo considerável para medidas mais significativas que envolvem investimentos em infraestrutura. Isso porque o *phasing-out* dos investimentos anteriormente realizados em infraestrutura somente acontece em um horizonte de médio a longo prazo.

**Uma visão restrita do curto ao médio prazo pode gerar ineficiência no longo prazo.** Na medida em que os objetivos de mitigação em relação às mudanças climáticas forem sendo atingidos através de melhorias incrementais de curto a médio prazo, em especial em intensidade de emissões do PIB, a redução das emissões remanescentes associadas aos investimentos em infraestrutura pode ser mantida por décadas. Isso porque a falta de visão de longo prazo (incluindo o planejamento da substituição da infraestrutura existente) pode levar à adoção de opções que sejam razoáveis somente para o curto prazo, mas que afetem negativamente os objetivos de longo prazo. Por exemplo, a substituição de uma usina de energia a carvão por uma usina de energia a gás reduz as emissões, mas pode bloquear futuras reduções de emissões a depender do tempo de vida útil dessa nova usina a gás. A substituição de tais tecnologias por alternativas neutras antes do final de sua vida útil poderia ser muito cara, mas aguardar o esgotamento natural de uma usina a gás pode pôr em risco os objetivos de Paris.

**Em contraposição, a visão de longo prazo busca substituir, desde já, uma infraestrutura emissora por alternativas de baixo carbono.** Isso se refere em especial a tecnologias de longa vida útil, como as usinas de geração de energia elétrica. De forma a evitar *lock-in* que gere eficiência de longo prazo, o Brasil já deve buscar, por exemplo, maximizar seu potencial de utilização da biomassa para geração de energia elétrica, identificando alternativas de financiamento o quanto antes e realizando pesquisa e desenvolvimento para uma evolução de médio a longo prazo.

<sup>8</sup> Artigo 4, parágrafo 19

Portanto, é imperativo que os países pensem como conciliar a visão de curto prazo em relação aos seus objetivos de mitigação com uma visão de futuro, onde haja uma contribuição mútua entre estas perspectivas ao invés de representarem barreiras.

## Construção de estratégias de longo-prazo: lições aprendidas com as ELPs submetidas

Até novembro de 2017, cinco países haviam submetido suas ELPs com horizonte até a metade do século, a saber: França, Estados Unidos, México, Alemanha e Canadá<sup>9</sup>. É importante ressaltar que os EUA elaboraram sua estratégia ainda sob a administração do governo Obama e a submeteram à UNFCCC em 2016. Ou seja, o país ainda integrava um grupo de países proativos quanto ao Acordo de Paris. Por essa razão, sua ELP será aqui utilizada para o fim de aprendizado de lições. Ressalta-se que, pelas regras do Acordo, os países signatários só podem submeter à UNFCCC o pedido para retirar sua assinatura após três anos, levando mais um ano até a sua saída de fato. Entretanto, entende-se que desde o presente momento o presidente Donald Trump não pretende manter as ações climáticas do país.

Apesar de não existir um modelo ou formato único para construção de uma ELP nacional, existem tendências identificáveis entre as trajetórias de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo já elaboradas e submetidas ao Secretariado da UNFCCC. Partindo-se de tais tendências, é possível traçar recomendações para estratégias a serem elaboradas e submetidas futuramente.

**Assim como o documento Visão 2050, é recomendável que a ELP siga a abordagem de *backcasting*, que parte da definição do futuro desejável e perfaz o caminho no tempo identificando as políticas e programas necessários para alcançar o futuro vislumbrado.** A ELP dos EUA pode ser tomada como exemplo nesse sentido. A seção intitulada “A Vision for 2050” realizou justamente o exercício de estabelecer as características que a economia americana deve apresentar em 2050 para então modelar cenários que consistem em possíveis caminhos para se chegar ao país vislumbrado para a metade do século. Os elementos previstos para 2050 incluem uma maior eficiência no sistema energético, uma matriz elétrica 92% renovável, a eletrificação dos sistemas de calor e vapor em edifícios, indústria e eletrificação dos modais de transportes, manter e aprimorar os sumidouros de carbono, desenvolver as tecnologias de captura e sequestro de carbono (CCS) e a redução das emissões de GEE não-CO<sub>2</sub>.

A ELP do México também segue essa abordagem, apresentando sua visão de longo prazo com marcos a serem alcançados nos horizontes de dez, vinte e quarenta anos. Tais marcos estão classificados nos seguintes grupos: sociedade, ecossistemas, energia, emissões, sistemas produtivos, setor privado e mobilidade.

**O ideal é que os países apresentem metas quantitativas absolutas de redução das suas emissões para 2050 com relação a um ano base.** Em sua ELP, a França estabeleceu a meta de redução de 75% das emissões relativamente a 1990. O Canadá estabeleceu uma meta de mitigação de 80% das emissões tendo como base o ano de 2005. A Alemanha, seguindo as metas climáticas da União Europeia, impôs como meta de redução 80% a 95% do seu valor de 1900 até 2050. Já o México estabeleceu que deverá reduzir 50% das suas emissões de 2000 até 2050.

**Essas metas não foram necessariamente definidas sob a demanda pontual do Acordo de Paris, o que representa uma integração da estratégia com as demais políticas desses países.** Como exemplo, dois dos países analisados já haviam definido suas metas há alguns anos. O México, único país em desenvolvimento a submeter sua estratégia de longo prazo até o momento, estabeleceu sua meta em 2012, com a promulgação da Lei Geral de Mudanças Climáticas. Já a Alemanha seguiu as metas europeias acordadas pelos seus chefes de Estado em 2014.

**As estratégias devem estar alinhadas com as metas do Acordo de Paris de chegar o mais perto possível de zerar suas emissões líquidas entre 2045 e 2050.** As ELPs devem levar em conta os relatórios científicos do IPCC (2014) que apontam que para haver uma probabilidade maior que 50% de atingir a meta de 1,5°C, as emissões globais líquidas devem ser zeradas entre 2045 e 2050. No caso da meta de 2°C, o mesmo deve acontecer de 15 a 20 anos depois. Em outras palavras, qualquer emissão de GEE após estes anos deve ser removida da atmosfera para que o sucesso das metas seja minimamente

<sup>9</sup> Benin submeteu uma estratégia que, entretanto, cobre apenas o período da NDC. Ou seja, até 2025.

factível. Logo, esse é um ponto importante a ser refletido em qualquer estratégia de longo prazo. A exemplo, a Alemanha prevê atingir aproximadamente a neutralização das emissões líquidas até 2050.

**Para tal, é necessário realizar o exercício de projetar quantitativamente o alcance das metas, entendendo quais medidas serão necessárias.** É essencial o uso de ferramentas quantitativas que tragam embasamento técnico e científico para as metas, e ajudem a testar a consistência e a robustez da estratégia, utilizando ferramentas analíticas tanto de *top-down* como *bottom-up*. Nesse sentido, deve-se promover o diálogo e a integração entre todos os setores-chave para alcançar projeções que de fato reflitam a economia como um todo. É também necessário que tais projeções contemplem cenários com diferentes caminhos para o alcance uma mesma meta, dependendo de premissas adotadas para a evolução de diferentes grupos de tecnologias e práticas, como realizado pela ELP dos EUA, por exemplo.

Para alcançar seus anseios à época, os EUA modelaram três caminhos. Primeiro um cenário *benchmark* considerado ideal, ainda que não seja o mais provável. Nele, haveria um processo contínuo de inovação puxado por políticas de baixo carbono com financiamento contínuo para P&D. Os dois cenários não-ideais consideram respectivamente a não disponibilidade de tecnologias de CCS, e esta não disponibilidade somada a um sucesso restrito da manutenção e aprimoramento dos sumidouros de florestas, solo e oceanos.

Para a ELP da França, especialistas do *National Debate on the Energy Transition (DNTE)* desenvolveram quatro cenários para identificar os indicadores, fatores facilitadores e obstáculos como *lock-in* tecnológico e percepção do público com relação às ações, por exemplo. Segundo a ELP, essa análise será necessária inclusive para avaliar as lacunas entre previsões e resultados observados de variáveis econômicas e ambientais.

**O engajamento efetivo de partes interessadas na construção das estratégias de longo prazo é vital para uma política climática coerente e consistente.** O documento “Visão 2050” traz a importância de uma sociedade civil organizada e ativa. Faz-se, portanto, necessária uma estratégia que preveja o espaço adequado para a participação da sociedade civil. Um intenso processo de consulta junto às partes interessadas assegura o alinhamento da estratégia com outros objetivos sociais ou econômicos, removendo assim possíveis resistências. Além disso, pode ajudar a desenvolver uma compreensão coletiva dos fatos e alternativas entre as partes interessadas e os tomadores de decisão, bem como tornar claras as escolhas difíceis para um tratamento adequado dessas. O Canadá declara em sua ELP como um dos elementos-chave para o sucesso da sua estratégia o engajamento dos povos indígenas consultando suas comunidades e apoiando-os na implementação das suas iniciativas pelo clima. A França, por sua vez, prevê a consulta a diversos setores, estabelecendo ferramentas locais de participação como debates e consultas públicas, correspondentes locais, mediadores, a construção de documentos participativos, entre outras. Para além dessas ferramentas, um ponto interessante da estratégia francesa é o fato de os cenários modelados terem sido disponibilizados em sumário e em linguagem acessível para a sociedade civil.

É essencial que a **estratégia traga diretrizes de financiamento e investimento.** Como colocado pelo “Visão 2050”, o setor financeiro exercerá um papel fundamental na consolidação de uma economia de baixo carbono. A Agência Internacional de Energia (IEA, 2015) estima que os investimentos necessários para o sucesso do conjunto de metas das NDCs somente no setor energético somariam US\$13,5 trilhões até 2030. A *International Finance Corporation (IFC, 2016)* estima que os investimentos para a transição para uma economia de baixo carbono no mesmo período podem chegar a US\$23 trilhões. Há suficiente clareza de que tais cifras não partirão dos governos, uma vez que as promessas de contribuições para o Fundo Verde do Clima (do Inglês, GCF) até setembro de 2017 eram de apenas US\$10,3 bilhões, provenientes de 43 países (GCF, 2017).

As ELPs devem, portanto, estabelecer a estratégia de canalização dos recursos de financiamento e incentivo aos investimentos de baixo carbono no longo prazo. Nesse sentido, a ELP da Alemanha pontua que as políticas climáticas do país buscam criar oportunidades para o longo prazo, com P&D<sup>10</sup> e inovação, para garantir que as empresas possam investir com segurança em projetos de baixo carbono de longo prazo, evitando os chamados ativos afundados ou enclachados<sup>11</sup>. Além disso, a ELP alemã coloca que as metas climáticas do país serão estabelecidas conjuntamente com as metas de desenvolvimento econômico e social de longo prazo.

<sup>10</sup> Pesquisa e Desenvolvimento

<sup>11</sup> Investimento afundado, ou *stranded investment*, é o investimento que perde a capacidade de gerar retorno à medida que uma nova regulação ou prática da sociedade entra em vigor. Por exemplo, o investimento em plantas térmicas a combustíveis fósseis pode se tornar afundado se um mecanismo de precificação de carbono passa a onerar tais plantas.

O México, por sua vez, coloca que parte de sua ELP consiste em uma reforma do setor energético. Novos arranjos legais permitirão que o setor privado invista em empreendimentos antes reservados ao Estado. Os Estados Unidos, em sua ELP submetida ainda sob o mandato do ex-presidente Barack Obama, citaram a precificação do carbono como facilitadora do investimento de baixo carbono no país. O governo americano indicou também a intenção de realizar, com o objetivo de descarbonizar<sup>12</sup> sua economia no longo prazo, investimento direto em P&D para dar escala às tecnologias de remoção de carbono. Os EUA indicaram ainda que pretendiam dobrar o investimento em inovação em energias renováveis.

A França, em sua ELP, coloca o redirecionamento do investimento para uma infraestrutura de baixo carbono como uma das sete principais recomendações. O primeiro objetivo é direcionar investimento para a transição energética através de programas como um selo para empresas que façam parte da transição desejada. Outro ponto relevante é o engajamento de investidores, para alertá-los sobre os investimentos suscetíveis a riscos climáticos e aqueles que podem se tornar afundados. Para tal, a França pretende fortalecer o exemplo dado pelos investidores institucionais, desenvolvendo análises da pegada de carbono dos seus ativos, melhorando seus relatórios não-financeiros e destacando assim a contribuição dos ativos que têm em carteira a transição energética. Isto faz parte da Lei Francesa de Transição Energética para o Crescimento Verde, promulgada em agosto de 2015. De acordo com o *Principles for Responsible Investment* (PRI, 2016), a lei foi pioneira e representou um marco para os relatos de emissões.

É primordial que as ELPs de maneira geral projetem uma transição energética profunda. Isto inclui não só a matriz elétrica, mas também todo o sistema energético, como a energia gerada e consumida na indústria, no setor de transportes e em edificações. No caso específico do Brasil, é necessário alcançar a manutenção do perfil renovável e limpo da matriz energética em especial da energia elétrica, apesar da depleção do potencial hídrico. Como será visto no capítulo a seguir, as principais projeções de longo prazo realizadas para o país consideram que o potencial de expansão da geração hidrelétrica se esgotará no médio prazo. Isso se dá tanto pela questão das mudanças no regime de chuvas quanto pelos impactos ambientais associados às usinas hidrelétricas com reservatórios, em especial residindo o potencial remanescente na região da Amazônia. Este contexto faz com que as usinas adicionais não tenham mais reservatórios, funcionando a fio d'água. Isso faz com que o Brasil também precise dar atenção a essa questão da mesma forma como foi feito por alguns dos países cujas ELPs estão disponíveis.

Seguindo o exemplo da França, a Alemanha lançou seu Ato de Digitalização da Transição Energética (intitulado *Act on the Digitisation of the Energy Transition* no texto da ELP) em setembro de 2016. A regulação cria as bases para a chamada infraestrutura do futuro, com *Smart Grids* e *Smart Metering*, estabelecendo medidas de segurança de dados e padrões digitais a serem seguidos.

Da mesma forma, o México também promulgou sua Lei de Transição Energética em dezembro de 2015. A lei estabelece quatro instrumentos de planejamento: uma estratégia nacional com metas para a eficiência energética e participação da energia limpa em sua matriz energética, e três programas especiais para a implementação de tal estratégia, sendo um deles focado em *Smart Grids* (IEA, 2017a). A lei traz em si um *roadmap* para priorização de medidas de eficiência energética a serem adotadas nos próximos 30 anos, e as seguintes metas para a participação das energias limpas em sua matriz energética: 25% em 2018, 30% em 2021, 35% em 2024, 40% em 2040 e 50% em 2050 (IEA, 2017a).

As ELPs devem, para além do sistema energético, considerar o desenvolvimento de baixo carbono com larga participação de sumidouros. O IPCC (2007, 2014) tem colocado que a conservação e o manejo florestal sustentável são formas apropriadas e custo-efetivas de redução de emissões que devem assumir um relevante papel na ação climática. Isto é essencial no Brasil, onde os setores de florestas e uso da terra detêm o maior potencial de redução das emissões no longo prazo. Entretanto os países que até o momento já submeteram suas estratégias também seguiram esta tendência e trazem exemplos construtivos. A ELP da Alemanha, por exemplo, identifica que, para este setor, o foco da ação que os levará até 2050 é a manutenção e o aprimoramento da capacidade das florestas de agirem como sumidouro. O país compromete-se a promover a maior utilização da madeira como insumo, uma vez que a madeira proveniente de práticas de manejo florestal sustentável pode substituir materiais com significativa pegada de carbono (por exemplo, no setor de construção) além de se constituir em uma alternativa aos combustíveis fósseis quando utilizada para fins energéticos.

<sup>12</sup> Termo utilizado para desenvolvimento de baixo carbono e redução da utilização de carbono de origem fóssil.

A ELP mexicana, seguindo a mesma tendência, apresenta cinco linhas de ação prioritárias dentre as quais “agricultura e florestas sustentáveis para aumentar e preservar os sumidouros naturais de carbono”. A estratégia apresenta marcos para o setor no horizonte de 20 anos, que incluem alcançar uma taxa positiva de remoções, conter o desmatamento através de manejo florestal sustentável e aumento da produtividade, a conservação da terra e a redução da vulnerabilidade através das práticas de manejo sustentável nos setores extrativos, agropecuário e de florestas.

De forma semelhante, a ELP dos EUA apresentou três linhas de ação climática, dentre as quais “sequestrar carbono através de florestas, solos e tecnologias de remoção”. A estratégia projetava que a manutenção e aumento dos sumidouros chegue a compensar em 2050 até 45% das emissões da economia do país. Este objetivo deveria ser alcançado através de uma expansão da área de florestas de 16 a 20 milhões de hectares em 35 a 40 anos, a contar de 2015, e 16 milhões de hectares adicionais para a produção de biomassa. Para alcançar tais objetivos de forma ambiental e economicamente atrativa, a ELP americana focava em oportunidades de múltiplos produtos e serviços em uma mesma área de plantio. Isso inclui agroflorestas, agricultura de precisão e a estratégia de rotação entre plantações de fins energéticos e pastos.

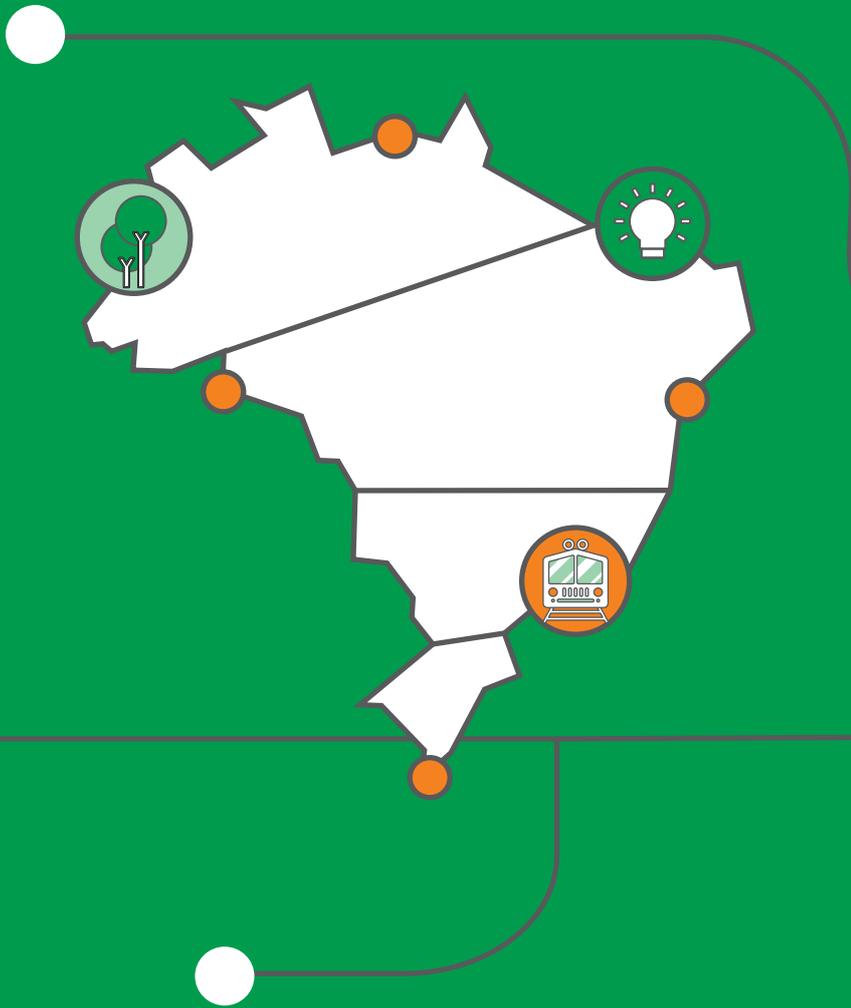
**Nesse mesmo sentido, o setor agropecuário tem também papel preponderante para a estratégia de longo prazo.** A ELP do Canadá, por exemplo, pretende manter os solos do país como sumidouros líquidos de carbono até o meio do século através de inovação tecnológica. Além disso, irá avaliar opções para o reaproveitamento de soluções de energia renovável e bioprodutos originários da agropecuária em outros setores. A ELP do México, com abordagem um pouco diferente, pretende integrar as estratégias de mitigação e adaptação no setor para reduzir as ameaças das mudanças climáticas como as queimadas espontâneas, por exemplo. A estratégia inclui ainda a restauração e a gestão integradas de bacias hidrográficas com vista a desenvolver a gestão integrada do território garantindo assim a disponibilidade de água para a agricultura.

A ELP dos EUA, em uma terceira abordagem, tinha como um dos seus três principais objetivos reduzir as emissões de GEE não-CO<sub>2</sub>, entre eles o metano. Nesse sentido, a pecuária teria protagonismo. Porém, assim como a ELP alemã, a estratégia dos EUA contava com a capacidade das terras cultivadas e dos solos das pastagens de aumentar seu estoque de carbono. Isso se daria através do aumento da produtividade agrícola pautada na inovação tecnológica para aumentar a massa do solo e a profundidade das lavouras, expandindo a remoção de carbono dos solos do país.

A ELP da França conta com o setor agrícola para desenvolver sua bioeconomia, assim como a ELP da Alemanha. Esta será uma prioridade das autoridades francesas no que se refere ao fomento da inovação. Para o Brasil, esse setor também é e será de grande oportunidade no médio e longo prazos, conforme identificado no estudo “Oportunidades e Desafios das Metas da NDC Brasileira para o Setor Empresarial”, que identificou o potencial do aumento da produtividade na agropecuária nacional.

**Como estratégias de requalificação do desenvolvimento socioeconômico, é interessante que as ELPs incorporem a abordagem da economia circular.** A França, por exemplo, colocou como prioridade já para os próximos dez anos a consolidação das bases da economia circular no país para dar continuidade no longo prazo, através de eco design, reciclagem, reuso e tratamento de resíduos. Suas prioridades no horizonte até a metade do século são, nesta ordem: evitar a produção do lixo através da prevenção, aumentar a capacidade de recuperação de materiais do resíduo não evitável, utilizar o resíduo não evitável e não recuperável para fins energéticos, reduzir o metano dos aterros sanitários e acabar com a incineração sem recuperação de energia.

A Alemanha coloca em sua estratégia que a busca pela economia circular já vem dando resultados no país e será ampliada no futuro. Segundo sua ELP, 20% do abatimento de emissões do país, no âmbito de Quioto (de 1990 a 2012), foram resultado das medidas de gestão de resíduo implementadas. A Alemanha apresenta a Captura e Utilização do Carbono (do Inglês, CCU) como um elemento-chave que inclui o próprio gás carbônico na economia circular, sendo utilizado na produção de combustíveis carbono-neutros. O país aponta também sua intenção de utilizar materiais secundários extraídos dos resíduos, como o alumínio. Como marco, a Alemanha estipula que deverá chegar a 2030 tendo consolidado seus esforços de adoção das práticas da economia circular. O Canadá, por sua vez, pretende realizar uma avaliação de todo o ciclo de vida das opções a serem adotadas considerando todos os seus custos e benefícios ambientais.





# Contexto Brasileiro

## NDC Brasileira

O Brasil é atualmente o sétimo país que mais emite GEE no mundo segundo o *World Resources Institute* (WRI, 2017), contribuindo em 2,33% com as emissões totais globais e tendo emitido 2.278 GtCO<sub>2</sub>e em 2016 (SEEG, 2017). Em termos de participação de emissões, aproxima-se do Japão (o sexto maior emissor dentre os países) e da Indonésia (o sétimo). Entretanto, a Indonésia é mais comparável ao Brasil em perfil de emissões uma vez que também tem suas emissões expressivamente associadas ao desmatamento.

No contexto da 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (UNFCCC), a COP21, o Brasil submeteu, assim como os demais países, sua Contribuição pretendida Nacionalmente Determinada (do Inglês, iNDC). Quando cada país ratifica o Acordo de Paris, a contribuição deixa de ser pretendida para tornar-se de fato um compromisso nacional. Assim, a Contribuição pretendida Nacionalmente Determinada (iNDC) torna-se Contribuição Nacionalmente Determinada (do Inglês, NDC). O Brasil ratificou o Acordo de Paris em setembro de 2016, transformando assim sua iNDC em NDC.

A NDC brasileira propõe a redução de 37% das emissões de GEE nacionais até 2025 (equivalente à emissão líquida do país de 1.346 milhões de toneladas equivalentes de dióxido de carbono – tCO<sub>2</sub>e), além de uma indicação de redução de 43% das emissões nacionais até 2030 (equivalente à emissão líquida do país de 1.208 milhões tCO<sub>2</sub>e), ambas com base nos níveis registrados em 2005. A Tabela 1, apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente (2015) para garantir transparência quanto às projeções que embasaram a NDC brasileira, demonstra como as emissões e as respectivas participações setoriais deverão evoluir até 2030. O estudo “Oportunidades e Desafios das Metas da NDC Brasileira para o Setor Empresarial”, publicado pelo CEBDS em 2017, analisa as oportunidades e desafios da NDC para a economia brasileira nesse mesmo horizonte de tempo.

Tabela 1. Emissões por setor (mil tCO<sub>2</sub>e – GWP 100)

Setor	1990		2005		2025		2030		
Energia	194	14%	332	16%	598	44%	688	57%	
Agropecuária	356	25%	484	23%	470	35%	489	40%	
Florestas e Uso da Terra	Emissão	826	58%	1.398	66%	392	29%	143	12%
	Remoção		211	10%	274	20%	274	23%	
	Líquido		1.187	56%	118	9%	-131	-11%	
Processos Industriais	48	3%	77	4%	98	7%	99	8%	
Tratamento de Resíduos	12	1%	54	3%	61	5%	63	5%	
<b>Total</b>	<b>1.436</b>		<b>2.133</b>		<b>1.346</b>		<b>1.208</b>		
<b>Redução em relação a 2005</b>					<b>37%</b>		<b>43%</b>		

Fonte: Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris sob a UNFCCC. MMA (2015).

O setor Florestas e Uso da Terra concentrava em 2005 a maioria absoluta das emissões nacionais (66%) e apresenta no horizonte até 2030 o maior potencial de redução de emissões e aumento da remoção. Segundo as projeções, o setor chegará a 2030 com emissões líquidas em -11% das emissões nacionais. Isso significa que o setor possui potencial para que em 2030 seja capaz de remover os 11% do total das emissões do Brasil.



O Brasil é atualmente o sétimo país que mais emite GEE no mundo segundo o *World Resources Institute*, contribuindo em 2,33% com as emissões totais globais e tendo emitido 2.278 GtCO<sub>2</sub>e em 2016

**A expectativa de alcance da meta apresentada pelo Brasil para 2025 baseou-se majoritariamente em um processo de redução absoluta e relativa das emissões de florestas e uso da terra que esteve em curso até 2014.** Isso foi colocado tanto pelo estudo “Oportunidades e Desafios das Metas da NDC Brasileira para o Setor Empresarial” (CEBDS, 2017) quanto pelo MMA (2015). Em 2014, as emissões do setor foram 64% abaixo das emissões de 2005 (SEEG, 2017). Entretanto, foi justo em 2014, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016), que a taxa de desmatamento voltou a crescer na Amazônia – e segue crescendo até o presente momento.

**Na projeção de médio prazo da NDC, configura-se uma redução da participação do setor de florestas e uso da terra no total de emissões de 66% para 12%.** Esta redução de emissões faz com que haja um aumento em porcentagem de todos os demais setores, em especial Energia, que deverá saltar em participação das emissões nacionais de 16% em 2005 para 44% em 2025 e 57% em 2030.

**A NDC indica metas e ações a serem desenvolvidas setorialmente que representam diferentes oportunidades e desafios tanto para o setor de florestas e uso da terra quanto para os setores cuja participação nas emissões nacionais deverá aumentar em maior magnitude, a saber: energia, agropecuária e indústria.** Tais questões foram destrinchadas no estudo anterior publicado pelo CEBDS, “Oportunidades e Desafios das Metas da NDC Brasileira para o Setor Empresarial” (CEBDS, 2017).

**Para o setor de Uso da Terra e Florestas, a principal questão identificada é o fim do desmatamento ilegal.** Para isso, deverá se desenvolver toda uma cadeia produtiva que supra a demanda atualmente atendida pela ilegalidade, a restauração florestal com espécies nativas, criando as bases para o Manejo Sustentável de Florestas (MSF), o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e a ampliação das áreas de floresta plantada para outros fins, em especial o energético (CEBDS, 2017).

**Para o setor agropecuário, o grande desafio colocado é gerar ganhos de produtividade.** A NDC apresenta uma meta de restauração de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e 5 milhões de hectares incrementais de sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta. Ainda assim, a projeção é que o setor ganhe participação nas emissões totais do país passando de 23% em 2005 para 40% em 2030.

**Para o setor de energia, as metas impostas incluem alcançar uma participação de 45% das fontes renováveis na matriz energética até 2030, o que não constituiria uma meta ambiciosa se a tendência de longo prazo não fosse contrária, com a redução da participação das usinas hidrelétricas na matriz.** A NDC traz, portanto, a meta de aumento da participação das fontes renováveis não-hídricas na matriz energética para 28% a 33%, e 23% da matriz elétrica até 2030.

A matriz elétrica brasileira vem experimentando um crescimento acelerado das fontes solar e eólica com uma redução brusca em seus custos entre 2010 e 2015, de 65% e 30% respectivamente (CEBDS, 2017). A Agência Internacional de Energia (IEA) estima que tais custos ainda se reduzirão em 15% para a energia eólica e 25% para a energia solar fotovoltaica até 2021. Entretanto, para que as metas para a matriz elétrica postas na NDC sejam facilmente alcançáveis, como alguns especialistas afirmam, é preciso desenvolver a cadeia produtiva de tais tecnologias no Brasil, em especial no que se refere aos sistemas fotovoltaicos (CEBDS, 2017).

A NDC traz ainda uma meta de participação da bioenergia sustentável na matriz de 18% até 2030, e ganhos de eficiência no setor elétrico de 10% no mesmo período que trazem importantes oportunidades para o país. Encontram-se oportunidades e desafios em especial no que se refere à expansão da capacidade instalada que será necessária e com relação à eficiência no sistema elétrico. De acordo com o estudo “Consumo Eficiente de Energia Elétrica: Uma agenda para o Brasil” realizado pelo CEBDS (2016a), esta meta seria capaz de reduzir em 24% os custos de operação do Sistema Interligado Nacional (SIN), e reduzir a necessidade de investimento adicional em capacidade instalada em 42%. O estudo elaborou cenários para a implementação de uma série de medidas de eficiência. Assim, pôde comparar o custo de implementação dessas medidas com os custos de expansão da oferta que seria necessário para atender a demanda que é evitada pela adoção das mesmas. Entretanto, identifica-se ainda uma falta de ambição na meta, que poderia chegar a 23% adotando-se mecanismos como leilões de eficiência energética em substituição aos leilões de geração (CEBDS, 2017).

Outros setores como indústria e transportes deverão ganhar relevância nas metas de mitigação do país a partir do momento que as metas da presente NDC sejam alcançadas, ou seja, no médio prazo. Estes setores estão contemplados de forma bastante superficial na NDC, ainda que se possam identificar nas metas oportunidades e desafios para eles, como realizado pelo CEBDS (2017). Espera-se que, com a eliminação do desmatamento ilegal, as emissões do setor de agricultura, florestas e uso da terra se reduzam expressivamente e percam participação entre as emissões totais brasileiras. Assim, as emissões do setor energético deverão ser responsáveis por uma porcentagem maior do total nacional. Com isso, conforme o sistema energético ganhar participação nas emissões totais do país, os setores de indústria e transportes deverão ter metas mais definidas e detalhadas nas revisões que virão a ser feitas do compromisso nacional.

## Projeções existentes de longo-prazo

Atualmente, há no Brasil três projetos<sup>13</sup> ocorrendo em paralelo que visam contribuir para a tomada de decisão nas ações e políticas públicas que potencialmente reduzam as emissões de GEE no país. O primeiro deles chama-se “Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil” (referido como Opções de Mitigação nesta publicação) e é uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). O projeto conta com recursos do *Global Environment Facility* (GEF) e tem parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Sua finalidade é auxiliar a tomada de decisão sobre ações que potencialmente reduzam emissões de GEE nos setores-chaves da economia brasileira mencionados acima.

O projeto modela os cenários de emissão de GEE no Brasil até 2050, fornecendo uma análise integrada para a redução de emissões nos setores de transportes, indústria, gestão de resíduos, edificações, energia e AFOLU (Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo). Também avalia as tecnologias atuais e novas, investimentos associados e oportunidades de melhorias das políticas públicas para habilitar as reduções de emissões.

Seu objetivo é o fortalecimento da capacidade técnica do governo brasileiro na implementação de ações de mitigação de GEE. O projeto estimou os potenciais e os custos de abatimento de emissões mediante uma análise integrada econômico-energética para o período entre 2010 e 2050 nos diferentes setores-chave citados.

Como parâmetro para as projeções de crescimento da produção e das emissões de cada setor, o estudo considera três diferentes cenários para o crescimento econômico setorial no tempo. Isso foi feito com vista a incorporar as mudanças de perspectivas na economia nacional. Isso também permite aos tomadores de decisão utilizarem as projeções associadas ao cenário que se observar ser mais aderente

<sup>13</sup> Tanto as “Opções” quando o “IES BRASIL 2050” estavam em processo de finalização e/ou publicação no momento da publicação deste trabalho, portanto o mesmo conta com resultados preliminares que ainda podem sofrer alterações, publicados de forma bastante resumida.

ao que vem se concretizando. Por essa razão, a abordagem do estudo Opções de Mitigação tem sido considerada bastante adequada e útil. Os cenários utilizados podem ser vistos na Tabelas 2 e 3 abaixo. Note-se que os resultados disponibilizados até o momento se referem ao cenário FIPE III.

**Tabela 2. Taxas de crescimento médio do PIB nacional (%), aplicadas no estudo Opções de Mitigação**

Cenários / Anos	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050	2016-2050
FIPE I	3,2	3,3	3,2	3,0	2,8	2,5	2,3	2,9
FIPE II	2,3	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	2,2
FIPE III	0,6	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,6

Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil (MCTIC, 2017).

**Tabela 3. Taxas de crescimento médio do PIB (%) por setores e anos – Cenário FIPE III do estudo Opções de Mitigação**

Setores / Anos	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050	2016-2050
Agropecuária	0,5	1,8	1,7	1,6	1,3	1,0	0,8	1,2
Indústria extrativa mineral	2,8	3,0	2,5	2,2	1,8	1,6	1,0	2,1
Indústria de transformação	-0,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,2
Comércio	0,4	1,8	1,8	1,8	1,6	1,4	1,2	1,4
Serviços	0,8	2,6	2,5	2,3	2,1	1,9	1,7	2,0

Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil (MCTIC, 2017).

O segundo estudo, “IES Brasil 2050”, apoiado pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA) e realizado sob a coordenação do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC), analisa as implicações econômicas e sociais da adoção de diferentes conjuntos de medidas de mitigação de emissões de GEE no Brasil até 2050. O estudo formula as hipóteses para os cenários, selecionando medidas de mitigação adicionais à extensão dos planos governamentais em andamento e avalia os impactos macroeconômicos e sociais no Brasil da adoção de uma taxa global de carbono sobre a queima de combustíveis fósseis.

Para simulação do Cenário de Plano Governamental (CPG) no âmbito desse estudo, foi utilizado o modelo macroeconômico IMACLIM-BR. Ele foi construído especialmente para descrever a economia brasileira, podendo ser alimentado por modelos setoriais e combinando as abordagens de modelagem *top-down* e *bottom-up*. Essa abordagem permite avaliar as implicações macroeconômicas e sociais de diferentes cenários, superando limitações de modelos que utilizam apenas uma ou outra metodologia.

O terceiro estudo, intitulado *Pathways to Deep Decarbonization in Brazil* (Projeto de Caminhos para a Descarbonização Profunda, ou DDPP, nas iniciais em inglês), faz parte de um projeto internacional que mobilizou equipes de pesquisa em dezesseis dos maiores países emissores de GEE para preparar caminhos nacionais para a descarbonização profunda até 2050. Este estudo é anterior aos dois mencionados acima e serviu como uma das fontes de informação do projeto IES BRASIL 2050.

Este capítulo resume as principais premissas e métodos utilizados para projetar os cenários econômicos e de emissões no longo prazo no Brasil.

Tabela 4 – Quadro comparativo entre as projeções de longo prazo já realizadas para o Brasil

<b>Opções de Mitigação</b>	
<b>Metodologia</b>	Elaboração de cenários setoriais (bottom-up): linha de base, baixo carbono e baixo carbono com tecnologias inovadoras, considerando três diferentes cenários macroeconômicos, com diferentes taxas de crescimento do PIB setorial. Modelagem integrada, intersetorial de oferta e demanda de energia com modelagem macroeconômica multissetorial. Foram modelados cenários com os seguintes preços por tonelada de CO <sub>2</sub> : US\$10/tCO <sub>2</sub> (BC1); US\$25/tCO <sub>2</sub> (BC25); US\$50/tCO <sub>2</sub> (BC50); US\$100/tCO <sub>2</sub> (BC100). Assim, foram apresentados seis cenários: linha de base, baixo carbono sem precificação (BC0) e baixo carbono com o cada preço introduzido.
<b>Modelagem</b>	Projeções setoriais (bottom-up), projeções de uso do solo OTIMIZAGRO, Modelagem de oferta e demanda de energia MESSAGE e Modelo EFES multissetorial de Equilíbrio Geral Computável.
<b>Principais Premissas</b>	As taxas de crescimento dos diferentes setores são determinadas endogenamente pelo modelo considerando diferentes cenários macroeconômicos. O projeto considera a questão da real adicionalidade das medidas através da modelagem integrada.
<b>Divisão Setorial</b>	Indústria, Energia, Transportes, Domicílios e Serviços, AFOLU (Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo), gestão de resíduos e outras alternativas intersetoriais.
<b>Principais resultados</b>	A meta da NDC em 2025 pode ser atingida com a implementação de 11 medidas a um custo acumulado de US\$ 1,74 bilhão; a meta de 2030 pode ser atingida com 26 medidas de baixo carbono, que perfazem um custo de US\$ 11,1 bilhões. Em 2050, no cenário referência, as emissões seriam de cerca de 2000 MtCO <sub>2e</sub> , sendo cerca de 20% menor no cenário BC0, 40% menor no cenário BC10, chegando a 50% de redução no cenário BC1000. Alcance da redução depende do preço do carbono e do cenário projetado.
<b>Representação institucional e percepções das empresas</b>	É uma iniciativa do MCTIC, GEF e ONU Meio Ambiente e tem sido apontado pelas empresas como referência por conta do cenário macroeconômico utilizado, cujas projeções são consideradas realistas. Foi utilizado como base na elaboração da NDC brasileira.

Fonte: Elaboração própria.

Foi utilizado o cenário macroeconômico do plano governamental 2050 com base no Plano Nacional de Energia (EPE, 2014a). Foi realizada uma pesquisa para identificação das tecnologias a serem estudadas. Com as hipóteses formuladas sobre a entrada das tecnologias e o crescimento do PIB, calcularam-se a demanda e a oferta de energia. O modelo multissetorial a ser utilizado foi então calibrado para conciliar o cenário macroeconômico com os níveis de atividade setoriais de forma que os modelos setoriais foram ajustados para então consolidar os resultados.

A metodologia e as premissas adotadas são as mesmas do projeto IES Brasil. Considera-se, entretanto, a adoção de um grupo de tecnologias até 2030, com o acréscimo de uma nova série de tecnologias no período entre 2030 e 2050 na perspectiva de alcançar a “descarbonização profunda”.

Projeções setoriais (bottom-up), Demanda de energia LEAP, Oferta de Energia modelo MATRIZ e Modelo IMACLIM-BR multissetorial de Equilíbrio Geral Computável.

Projeções setoriais (bottom-up), Demanda de energia LEAP, Oferta de Energia modelo MESSAGE e Modelo IMACLIM-BR multissetorial de Equilíbrio Geral Computável.

Mudanças de longo prazo na estrutura da sociedade brasileira seguem as projeções do IBGE, taxas de crescimento da economia baseiam-se nas taxas apresentadas no Plano Nacional de Energia - PNE 2050 (EPE, 2014a). As tecnologias utilizadas são aquelas que constam em políticas governamentais, projetando-se a continuidade de sua execução após 2030, até o ano 2050.

Mudanças de longo prazo na estrutura da sociedade brasileira seguem as projeções do IBGE, taxas de crescimento da economia seguem as taxas apresentadas no Plano Nacional de Energia - PNE 2050 (EPE, 2014a).

Uso da Terra, Mudanças no Uso da Terra e Florestas (LULUCF), Agricultura e Pecuária, Produção e Uso de Energia, Processos Industriais e Resíduos.

Serviços, Residencial, Agricultura, Florestas e Uso da Terra (AFOLU), Transporte, Energia, Resíduos e Indústria.

No cenário modelado, as emissões de GEE em 2030 seriam 55% das emissões de 2005 e em 2050, 71% das emissões de 2005. Em 2030, a intensidade de carbono do PIB seria 30% menor que em 2005 e em 2050 seria 23% menor. Alcance de 29% de redução de emissão em 2050, em relação a 2005.

Em 2050, as emissões nacionais alcançariam um patamar de cerca de 30% das emissões de 2010. Alcance de 70% de redução de emissão em 2050, em relação a 2010.

Foi coordenado pelo FBMC e tem sido utilizado como referência pelo mesmo. Foi utilizado como base na elaboração da NDC brasileira.

Faz parte de uma iniciativa global do Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI) e da Sustainable Development Solutions Network (SDSN) cujos estudos foram realizados para uma série de países.

## Projeções Setoriais

Um dos elementos-chave para a construção de uma estratégia de desenvolvimento de baixo carbono setorial ou intersetorial é a projeção das emissões de GEE, considerando as tendências econômicas e tecnológicas, acompanhada por uma visão clara das barreiras que inviabilizam a implementação de certas medidas de mitigação.

O objetivo desta seção é fornecer uma visão geral sobre as análises setoriais que foram desenvolvidas no Brasil visando à redução de emissões de GEE. A partir destas referências, pode-se pensar na elaboração das estratégias de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo desses setores e da economia brasileira em geral.

A seção reunirá as informações resumidas sobre as projeções de longo prazo (2050) já realizadas pelos projetos mencionados Opções de Mitigação e IES Brasil 2050 para os seguintes setores:

- Energia;
- AFOLU, que reúne os setores agropecuário, florestal e uso da terra;
- Industrial: representado pelos segmentos de **siderurgia, química e cimento**, que são, segundo o Sistema de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2017), os segmentos industriais que mais emitem;
- Transportes.

Além disso, há um resumo do levantamento das tecnologias inovadoras com horizonte de implantação pós-2030 e identificação de investimentos associados, bem como apontamento de barreiras para viabilização das mesmas.

Note-se, entretanto, que, apesar de o estudo Opções de Mitigação ter desenvolvido quatro cenários para preços de carbono, conforme apresentado na Tabela 4, os resultados para os cenários com os preços US\$25/tCO<sub>2</sub>, US\$50/tCO<sub>2</sub> e US\$100/tCO<sub>2</sub>, ainda não haviam sido publicados no momento da publicação do presente trabalho e, portanto, não puderam ser analisados.

## Setor de Energia

A partir das projeções dos estudos Opções de Mitigação e IES BRASIL 2050 é possível identificar tendências para a matriz energética brasileira a serem consideradas na elaboração da sua ELP. Ambos os estudos projetam que não haverá expansão da participação da geração de energia elétrica por fonte hídrica até 2050, o que apresenta um desafio à manutenção do perfil renovável e limpo da geração no país. Os resultados do cenário de referência (REF) do sistema energético estabelecidos no estudo Opções de Mitigação indicam que, na ausência de medidas de abatimento adicionais, o Brasil seguiria de forma conservadora por uma matriz energética em que o papel das fontes fósseis oscilaria entre 50% e 60%, tendo seu pico em 2040, com a oferta de óleo e gás em seu ponto máximo de produção (MCTIC, 2017).

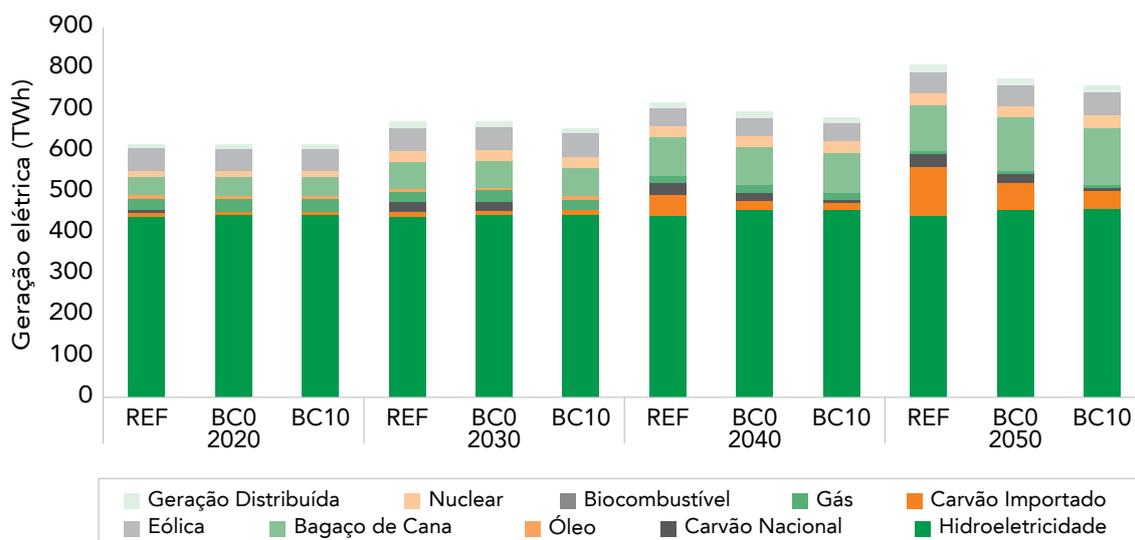
Pode-se observar, a partir da Figura 2, que no cenário referencial a manutenção do perfil renovável e limpo da matriz elétrica não obtém sucesso, com uma participação significativa do carvão mineral importado na matriz. A expansão dos sistemas fotovoltaicos e eólicos é tímida, indicando a existência de barreiras de mercado para essa tecnologia (MCTIC, 2017). Esse é um aspecto que requer atenção no longo prazo, tanto do governo na formulação de políticas públicas quanto do setor empresarial.

Nos cenários de baixo carbono (BC0) e de baixo carbono com precificação das emissões de US\$10/tCO<sub>2</sub> (BC10), é importante notar que há uma redução do volume gerado com relação ao cenário referencial, refletindo a integração da modelagem, que inclui medidas de eficiência energética. Nesses dois últimos cenários, o perfil renovável da matriz energética é mantido, em especial, pelo aumento de participação do bagaço de cana e biomassa de lenha, o que reflete perspectivas do setor empresarial.

Nesse sentido, o estudo traz, para além das projeções realizadas, uma análise das barreiras a serem transpostas e a proposição de políticas com tal objetivo. Este conteúdo poderá embasar a construção da

ELP brasileira. A baixa competitividade de biomassa em comparação com o carvão importado, os custos de acesso e falta de conhecimento da opção de cogeração com bagaço de cana são apontados como barreiras. Para transpô-las, o estudo sugere uma série de medidas, a começar por leilões específicos com preço-teto diferenciado para usinas operando com combustíveis renováveis. Em seguida, sugere-se a alteração da regulação para termelétricas a biomassa até 30MW, a criação de cooperativas de coleta de biomassa e a realização de eventos para o setor com o fim de discutir a opção de geração de energia elétrica a biomassa e a precificação do carbono (MCTIC, 2017).

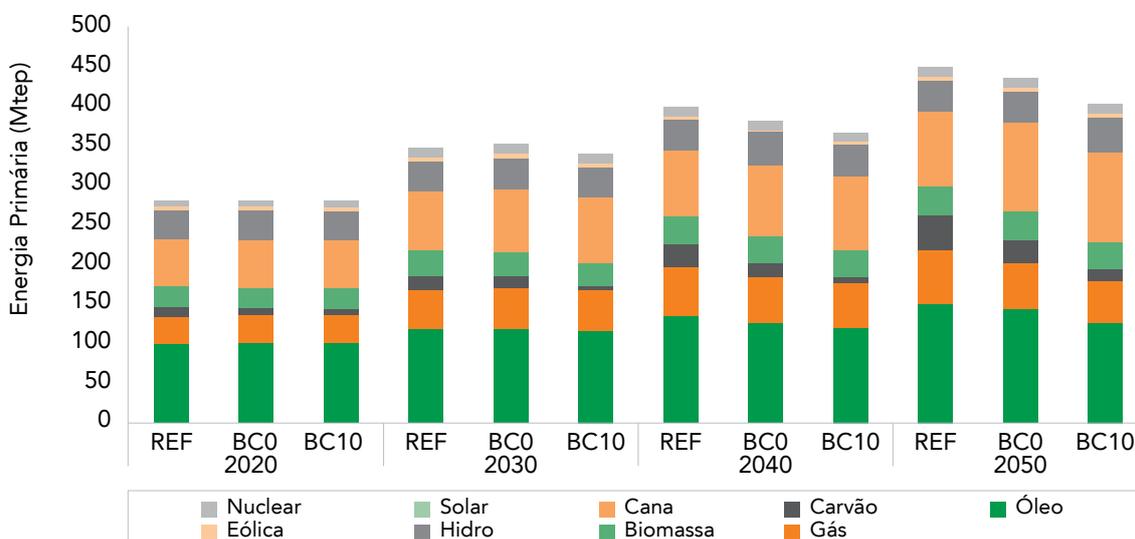
**Figura 2. Geração de energia elétrica por fonte de energia nos cenários REF, BC0 e BC10 até 2050**



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil (MCTIC, 2017).

Tratando-se de combustíveis, no cenário referencial, o óleo bruto é mantido como principal fonte primária de energia consumida, com investimentos do setor na expansão do parque de refino entre 2020 e 2030. Já nos cenários de baixo carbono BC0 e BC10, seu crescimento seria menor em função de uma maior participação do etanol no consumo total, com conseqüente maior processamento de cana de açúcar em destilarias.

**Figura 3. Consumo de energia primária pelo sistema energético nos cenários REF, BC0 e BC10 – 2020 a 2050 Estudo Opções de Mitigação**



No estudo IES BRASIL 2050, tendência semelhante é observada para a energia hídrica, com divergências com relação à entrada das fontes alternativas. Pode-se observar na Tabela 5 que a energia hídrica perde participação, decaindo de 63% da energia elétrica gerada em 2015 a 49,2% em 2050. Suprindo a queda desta fonte, ganhariam participação as fontes biomassa, eólica e solar, com destaque para a energia heliotérmica, que sairia de nenhuma participação em 2015 para 8,7% em 2050. A participação destas três fontes juntas passaria de 14% em 2015 para 44% em 2050, segundo as conclusões do estudo (CENTROCLIMA, 2017).

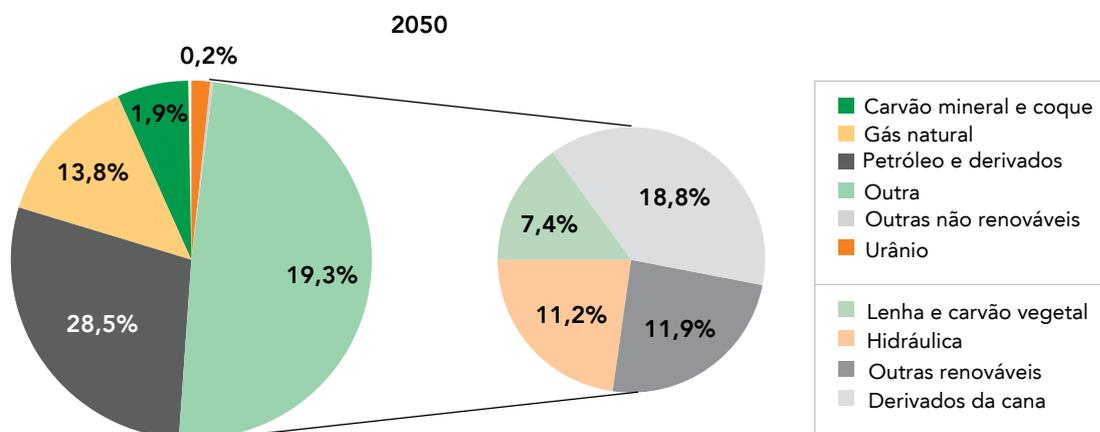
Isso reflete uma divergência entre os dois trabalhos analisados, Opções de Mitigação e IES BRASIL 2050, no que se refere ao desafio representado pela manutenção do perfil renovável e limpo da matriz elétrica brasileira no longo prazo. No cenário modelado pelo projeto IES BRASIL 2050, o Cenário do Plano Governamental, o setor elétrico manteria um mix de baixo carbono até 2050 sem ônus para a competitividade da economia do país ou para a segurança e confiabilidade do suprimento da demanda por energia elétrica.

**Tabela 5. Participação por fonte na geração total de energia elétrica (%) 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050**

Participação	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Hidrelétricas	63,0%	65,8%	67,3%	63,2%	61,7%	56,0%	51,3%	49,2%
Nuclear	2,3%	3,4%	3,0%	3,1%	2,7%	2,6%	3,0%	2,7%
Gás natural	14,2%	5,5%	4,8%	4,8%	5,0%	5,4%	5,5%	3,6%
Carvão nacional	1,2%	1,3%	1,1%	1,3%	0,7%	1,6%	2,0%	1,7%
Carvão importado	1,0%	0,9%	0,8%	1,1%	1,0%	1,9%	1,9%	1,6%
Óleo combustível	0,0%	0,0%	0,1%	0,5%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Óleo Diesel	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Outros não renováveis	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
PCH	3,6%	4,3%	3,7%	3,4%	3,6%	3,9%	4,1%	4,5%
Bagaço	7,9%	8,5%	7,4%	7,6%	6,8%	5,8%	5,6%	5,3%
Biomassa	1,3%	1,2%	1,3%	2,6%	2,8%	3,1%	3,4%	4,0%
Eólica	5,5%	8,0%	8,1%	8,9%	9,6%	9,6%	10,0%	11,1%
Solar FV (distribuída)	0,0%	0,1%	0,8%	1,5%	2,0%	2,2%	2,4%	2,7%
Solar FV (centralizada)	0,0%	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%	2,8%	4,2%	4,7%
Solar heliotérmica	0,0%	0,0%	0,6%	1,2%	3,0%	5,1%	6,7%	8,7%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0%</b>							

Fonte: IES Brasil 2050 (CENTROCLIMA, 2017).

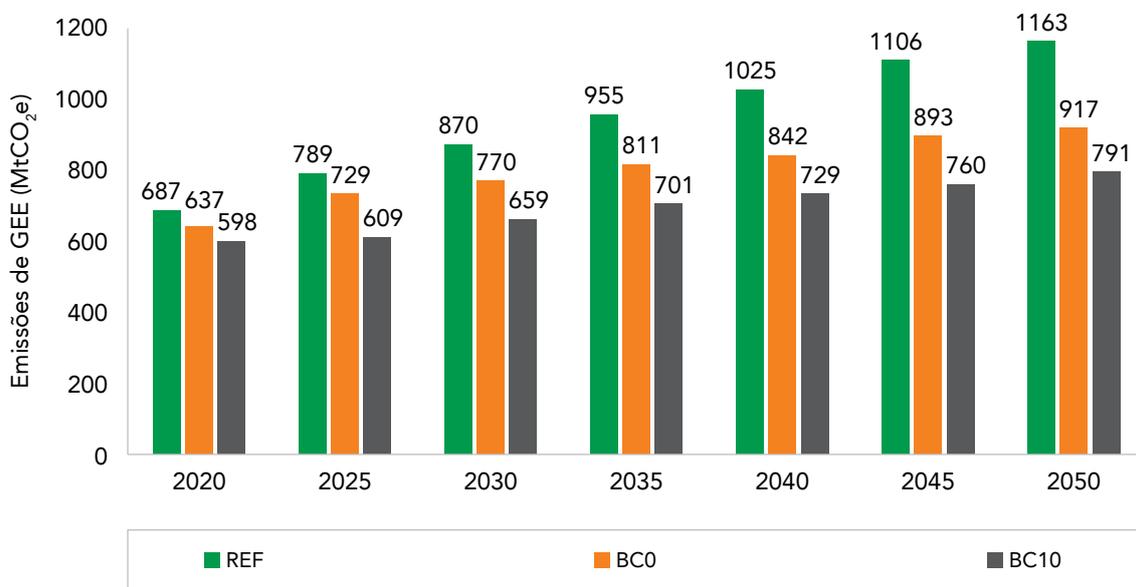
**Figura 4. Composição da matriz elétrica em 2050 - % por fonte Estudo IES Brasil 2050**



Fonte: IES Brasil 2050 (CENTROCLIMA, 2017).

Com relação à progressão das emissões no longo prazo, o projeto Opções de Mitigação estima que as emissões de GEE no cenário referência cresceriam cerca de 70% de 2020 a 2050 (MCTIC, 2017). Isso se deve em grande medida ao esgotamento do potencial hídrico no setor elétrico, que centraria sua expansão em usinas termelétricas seguindo a lógica de atendimento à demanda de eletricidade ao mínimo custo (MCTIC, 2017). Os cenários de baixo carbono e baixo carbono com um preço de US\$10/tCO<sub>2</sub> apresentam abatimento de 21% e 32%, respectivamente.

Figura 5. Cenários de emissões de GEE do sistema energético 2020 a 2050 Estudo Opções de Mitigação



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC, 2017.

As tecnologias prioritárias que foram consideradas pelo estudo Opções de Mitigação para atingir as metas de 2030 no setor elétrico incluem a cogeração de energia a partir da cana-de-açúcar, repotenciação de usinas hidrelétricas e substituição de térmicas a carvão e gás natural por bagaço de cana e biomassa de lenha. Tais tecnologias estão consolidadas e, de acordo com o estudo, apresentam um potencial de mitigação entre 1,7 MtCO<sub>2</sub>e (caso não haja incentivo adicional oriundo de precificação de carbono, no cenário de valor de carbono nulo) e 22,3 MtCO<sub>2</sub>e (no cenário de preço de carbono de US\$10/tCO<sub>2</sub>e), considerando 2010 como ano-base. No caso de exploração e produção (E&P) de óleo e gás, as melhorias dos processos que incluem redução de queima de gás em *flare*, instalação de unidades de recuperação de vapor em plataformas de E&P de óleo e gás e outras medidas incrementais, têm potencial de mitigar entre 13,1 e 18,9 MtCO<sub>2</sub>e nos respectivos cenários de valor de carbono.

Segundo o estudo Opções de Mitigação, existem diversas rotas tecnológicas inovadoras, tais como rota de hidrólise bioquímica para síntese de etanol celulósico, rota termoquímica para síntese de biocombustíveis líquidos, rota biossintética de diesel renovável e rota bioquímica de síntese de biocombustíveis de algas. De acordo com o estudo, estas inovações tecnológicas identificadas como relevantes no desenvolvimento de baixo carbono do Brasil não são, nem no presente e tampouco em um curto prazo, economicamente competitivas quando comparadas com alternativas tecnológicas convencionais. Assim, a estimativa da sua viabilidade econômica depende da sua curva de aprendizado endógena e de fatores externos. Logo, qualquer avaliação sobre o tempo necessário para viabilidade destas estratégias possui uma incerteza associada.

Dentre essas rotas, segundo o estudo, o etanol celulósico produzido a partir de bagaço e palhço de cana-de-açúcar é o biocombustível mais atrativo. Por outro lado, o diesel sintetizado a partir de biomassa de algas apresenta o custo mais elevado e suas perspectivas de avanço tecnológico através de uma curva de aprendizado são ainda limitadas. O custo de produção de diesel de FT (produzido a partir de gás natural) e diesel da síntese de cana apresentam um valor elevado a médio prazo, mas no longo prazo a curva de aprendizado possibilita uma redução significativa dos custos.

Especialistas do setor argumentam, por outro lado, que a pirólise rápida é consolidada para geração de um substituto renovável para o óleo combustível. Para esse uso, os patamares atuais de preços e incentivos (RINs) a tornam competitiva, em especial considerando-se o coprocessamento. Levando-se em conta um modelo semelhante ao Renovabio, se teria uma opção competitiva no curto prazo para o território nacional. Argumenta-se ainda que a gaseificação de biomassa (mesmo residual) para geração de gás de síntese utilizado in loco e diretamente como combustível é algo trivial e já dominado no país.

Outra tecnologia a ser estudada no Brasil é a gaseificação de resíduo sólido urbano combinado à biomassa para produção de metanol. Apesar de ser algo mais complexo, já funciona no Canadá e poderia atender uma demanda atualmente negligenciada pelo poder público de destinação correta do lixo urbano. Por fim, outra plataforma tecnológica que não foi citada, mas foi trazida pelo setor é o tratamento hidrotérmico. Aplica-se ao longo prazo, uma vez que atualmente encontra-se em escala de demonstração no mundo. Essa tecnologia processa resíduos orgânicos em suspensão (como lodo biológico), submetendo-o a condição de temperatura e pressão que resulta num bio-óleo semelhante, sendo até superior ao óleo de pirólise.

O setor de energia é um dos mais importantes na construção de uma economia de baixo carbono no longo prazo. Investimentos e tecnologias de longo prazo nesse setor sofrem concorrência de fontes já estabelecidas e de respostas de curto prazo, uma vez que o atendimento da demanda energética de um país não pode esperar.

A participação crescente das fontes renováveis na geração de energia já se mostra como um caminho tanto no Brasil quanto no mundo, em especial a geração de energia vinda da indústria da cana de açúcar e biomassa florestal. No caso do setor de óleo e gás, as reduções adicionais devem vir de tecnologias consolidadas, como aumento de queima de gás em flare e recuperação de vapor.

Rotas inovadoras enfrentam barreiras de desenvolvimento associadas à viabilidade econômica e à necessidade de respostas de curto prazo exigidas pelo setor. Dessa forma, sua evolução depende do desenvolvimento da curva de aprendizado e de políticas de incentivo.

Especialistas do setor indicam, porém, que a participação das fontes solar e eólica poderá ser mais expressiva do que as projeções, a depender da trajetória de redução dos seus custos. Isso já vem sendo observado, uma vez que, segundo dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2014b e 2017), de 2013 a 2016 a fonte eólica aumentou em quase cinco vezes sua participação na oferta interna de energia elétrica do Brasil, passando de 1,1% para 5,4%.

De acordo com o *New Energy Outlook 2017* (IEA, 2017), publicado pela *Bloomberg New Energy Finance*, espera-se que dos US\$ 10,2 trilhões a serem investidos em geração de energia elétrica até 2040, aproximadamente US\$ 7,3 trilhões sejam investidos em geração renovável, sendo que o custo nivelado de geração solar, que hoje já é um quarto do praticado em 2009, deve cair cerca de 66% no mundo até 2040 (Bloomberg New Energy Finance).

No contexto brasileiro, esse mesmo estudo aponta para um futuro também promissor, desde que haja condições adequadas para seu desenvolvimento, como regulação adequada e incentivos positivos à sua introdução e mesmo desenvolvimento em caso de tecnologias mais inovadoras. De acordo com NEO 2017, o Brasil deve investir cerca de R\$ 300 bilhões em novas fontes de geração de energia elétrica até 2040, sendo que 70% irá para energia solar e eólica. É previsto um salto de participação de eólica e solar na matriz brasileira dos atuais 14% para cerca de 51% em 2040 (IEA, 2017).

Por conta de perspectivas como essa, as projeções realizadas até o momento são questionadas quanto às penetrações das fontes solar e eólica, consideradas conservadoras por alguns profissionais do setor. Considera-se que poderiam ser mais ambiciosas nesse sentido, e projeções futuras que virão a ser realizadas com vistas a embasar a ELP brasileira deverão, ao menos, considerar diferentes cenários de longo prazo para os custos de tais fontes, realizando, portanto, projeções mais e menos otimistas, de acordo com as projeções de custos.

## CCS e perspectivas do BioCCS no Brasil

A captura e armazenamento de carbono (do Inglês, CCS) é reconhecida como uma tecnologia capaz de reduzir emissões líquidas de dióxido de carbono em larga escala, sendo parte importante do portfólio



## No caso do Brasil, o destaque está nas perspectivas de BioCCS – captura e armazenamento de carbono em destilarias de etanol próximas a bacias sedimentares brasileiras com potencial de EOR

de alternativas necessárias para atingir reduções significativas de emissões globais de GEE. No caso do Brasil, o destaque está nas perspectivas de BioCCS – captura e armazenamento de carbono em destilarias de etanol próximas a bacias sedimentares brasileiras com potencial de EOR (do Inglês, recuperação avançada de petróleo) e mesmo o potencial da captura e armazenamento de carbono em plantas industriais em que se destacam os segmentos cimenteiro e siderúrgico (de elevada participação no Brasil).

As estimativas realizadas no âmbito do Opções de Mitigação mostram que os custos de captura são positivos, porém relativamente baixos no caso de plataformas de petróleo. Ali a captura de carbono será incluída por motivos econômicos, independentemente de questões ambientais, e de unidades de geração de hidrogênio, onde a viabilidade da captura dependerá do espaço disponível nas refinarias brasileiras e mesmo nas plantas de produção de amônia.

A captura em destilarias de etanol também pode ocorrer a custos relativamente reduzidos e se tornar viável, se for considerada a receita adicional associada a recuperação avançada de petróleo (EOR) em campos maduros de petróleo no Brasil.

No setor elétrico, a captura afeta a flexibilidade operacional de termelétricas a gás natural e, se analisarmos do ponto de vista sistêmico para o setor. As usinas termelétricas (UTEs) flexíveis a gás natural e a biomassa podem tornar-se crescentemente importantes se pensadas em conjunto com fontes renováveis como eólica e solar (variabilidade de curto prazo), compensando e absorvendo a variabilidade de geração dessas fontes.

Para outros setores avaliados, a captura de carbono se encontra também disponível, mas a custos que superam 30 US\$/tCO<sub>2</sub> e, em alguns casos, atingem cerca de 100 US\$/tCO<sub>2</sub>. Neste último caso, ainda que o potencial seja relevante (associado a setores industriais), a captura somente ocorrerá diante de políticas climáticas mais assertivas e vantajosas para o Brasil, em comparação com outras medidas de mitigação de GEE.

Ademais, embora seja consistentemente identificada como medida de mitigação relevante, existe incerteza sobre a viabilidade da opção de CCS em um futuro próximo por conta de seus altos custos e falta de regulação. O estudo Opções de Mitigação mostra que a opção de BioCCS e mesmo CCS apresentam potencial a partir de 2030 quando o carbono assume um preço de US\$50/tCO<sub>2</sub>.

Ressalta-se, por fim, que frente aos demais sumidouros dos quais o Brasil poderá se beneficiar (a saber: florestas, solo e oceanos), os custos associados às tecnologias de CCS obviamente são muito mais altos. Como discutido no setor de AFOLU, estas possibilidades apresentam custos substancialmente mais baixos. Entretanto, para setores como o setor de óleo e gás e segmentos industriais como o cimento, as tecnologias de CCS representam o maior potencial técnico de descarbonização de fato.

## Setor AFOLU (agropecuária, florestas e outros usos do solo)

No cenário de referência do projeto Opções de Mitigação, as emissões totais do setor de AFOLU, contabilizando as emissões da agropecuária, florestas e mudanças de uso da terra, passariam de 827 MtCO<sub>2</sub>e em 2030 para 906 MtCO<sub>2</sub>e em 2050. Já no cenário de baixo carbono, as emissões totalizam 688 MtCO<sub>2</sub>e em 2030, e 723 MtCO<sub>2</sub>e em 2050, implicando em reduções de 20% com relação ao cenário de referência. Observa-se que o setor que apresenta as maiores reduções percentuais, entre os cenários, é o subsetor de mudanças de uso do solo, com 38% de redução.

Figura 6. Cenários de emissões de mudança no uso do solo 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação

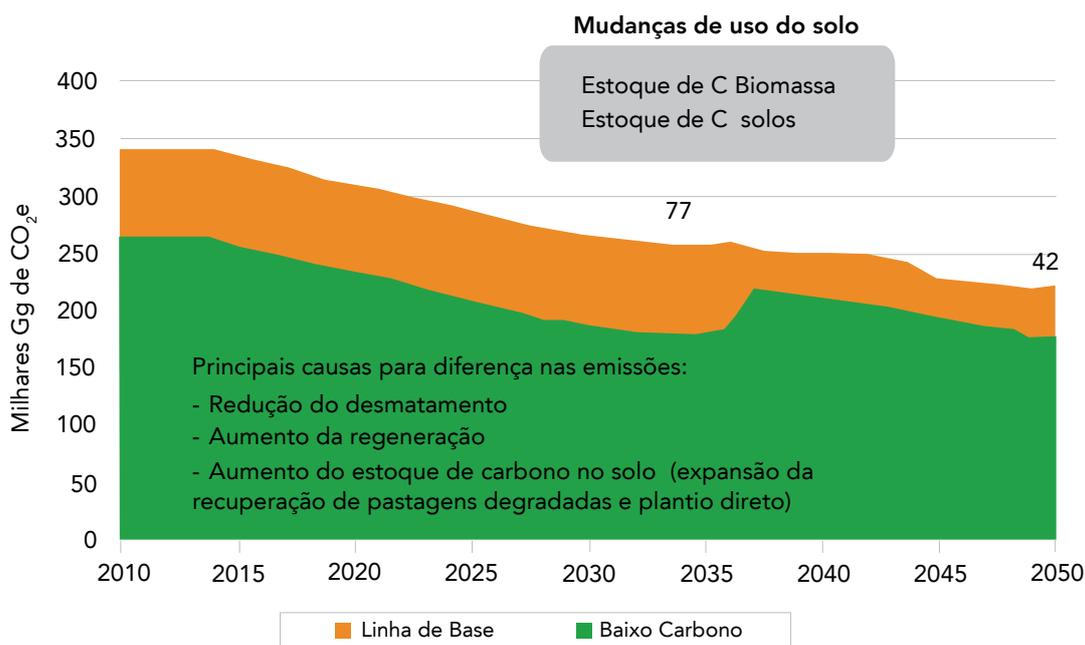


Figura 7. Cenários de emissões de agricultura 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação

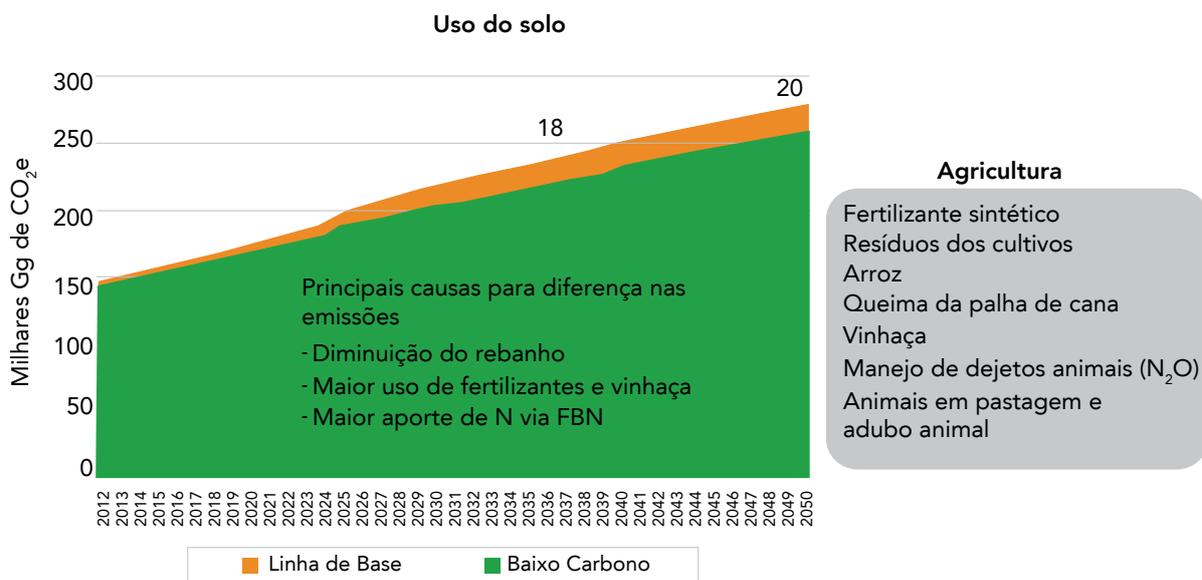
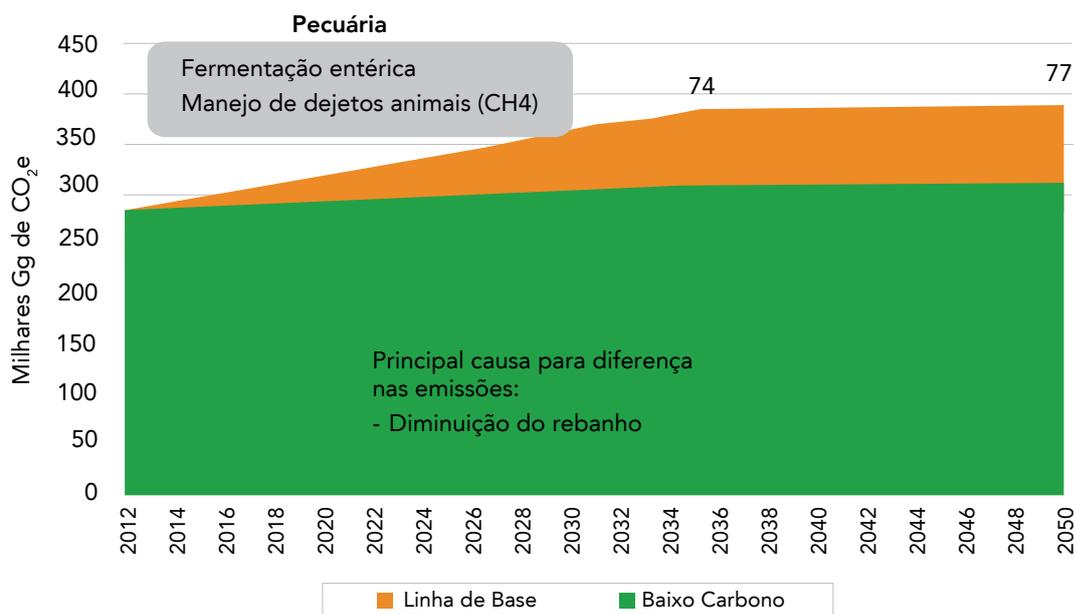


Figura 8. Cenários de emissões de pecuária 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação



No caso de mitigação das emissões das atividades relacionadas a agropecuária, florestas e outros usos do solo, a solução passa por medidas ou biotecnologias de baixo carbono já conhecidas que precisam ser reforçadas e escaladas.

Em 2016, o setor de AFOLU foi responsável, segundo dados do SEEG (2017), por 51% das emissões totais do Brasil. Note-se que isso se deve majoritariamente às atividades de desmatamento e, portanto, a capacidade redução de emissões no setor não está tão relacionada à adoção de tecnologias como em outros setores. Está de fato relacionada ao fim da prática de desmatamento.

Assim, a redução do desmatamento continua sendo a medida mais importante para o setor, representando, segundo o estudo Opções de Mitigação, 34,5% do potencial total de abatimento das emissões no setor de AFOLU até 2050. Seu custo seria de 1,25 US\$/tCO<sub>2</sub>e reduzida (no cenário macroeconômico intitulado FIPE III). Este potencial contempla não apenas a eliminação do desmatamento ilegal, mas também considera redução de 10% do desmatamento geral na Amazônia, bem como 40% de redução de desmatamento na Caatinga, Pampa e Pantanal.

Esta é uma conclusão bastante relevante não somente para o setor, mas para o Brasil. Isso porque, como visto na seção anterior referente a NDC brasileira, atualmente o maior potencial de mitigação nacional está relacionado à redução do desmatamento. E esta medida demonstra ser possível ir além da necessária eliminação do desmatamento ilegal na Amazônia, a um baixo custo por tonelada de carbono evitada. Isso demonstra que a medida de maior prioridade para o país, que é a redução do desmatamento, é também o que se chama de *low-hanging fruit* (fruto mais fácil de colher). Ou seja, depende majoritariamente de planejamento, governança e vontade política.

Outra medida com potencial representativo de redução de emissões é a intensificação da pecuária, composta de um conjunto de ações que incluem a recuperação de pastagens degradadas, a adubação de pastagens extensivas e o confinamento de gado. A expansão da área de pastagens recuperadas promove maior sequestro de carbono pelos solos. No entanto, a recuperação das pastagens envolve a adição de nitrogênio que, dessa forma, deve ter a suas emissões subtraídas das remoções para o balanço final. Além disso, a diminuição do rebanho gera uma redução das emissões de metano por fermentação entérica.

As incertezas ligadas à redução das emissões provenientes da intensificação da pecuária incluem a possibilidade de diminuição no preço da carne para o consumidor final, que por sua vez, pode levar a um aumento da demanda e à expansão da produção. Sendo assim, o aumento da eficiência da produção pode acabar por intensificar o consumo e, por sua vez, as suas externalidades negativas em termos de emissões de GEE.

A interação entre a pecuária, sistemas integrados e desmatamento indica que, para compreender o resultado ambiental e econômico das diferentes medidas, é necessário partir de uma visão sistêmica do setor. Em termos de política pública, esse resultado mostra que, caso as medidas sejam implementadas de forma parcial, elas podem acarretar em efeitos insatisfatórios ou deletérios no tocante à redução das emissões de GEE.

As melhores opções em termos de atratividade econômica de acordo com o estudo estão em sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta, agricultura de baixo carbono e florestas plantadas, que apresentam fluxo de caixa negativo em termos de custo por tonelada de carbono abatida, a uma taxa de desconto de 8% ao ano (MCTIC, 2017). A medida mais cara de acordo com o estudo seria restauração florestal, com larga diferença para a segunda medida mais cara, redução do desmatamento. Isso reforça a percepção de que é necessária uma atenção maior à disponibilização de crédito específico para a restauração e garantia das condições de acesso ao mesmo para que esta opção seja tenha tanta escala quanto se projeta. Tais custos e potenciais de mitigação podem ser vistos na Tabela 6 a seguir:

**Tabela 6. Potencial e custo de abatimento de emissões das medidas do setor**

<b>Medidas</b>	<b>Potencial acumulado de redução de emissões (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Custo (US\$/tCO<sub>2</sub>)</b>
<b>Sistemas integrados</b>	4.668.280	-651,27
<b>Agricultura de baixo carbono</b>	37.458.717	-171,92
<b>Florestas plantadas</b>	540.733.966	-0,18
<b>Intensificação da pecuária</b>	2.377.363.588	0,33
<b>Redução do desmatamento</b>	1.483.855.553	0,98
<b>Restauração florestal</b>	412.499.763	9,26

Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC, 2017.

O setor de AFOLU (agropecuária, florestas e outros usos do solo) é o que apresenta o maior potencial e compromisso do país em relação à mitigação das mudanças climáticas e também é responsável pela manutenção de um gigante patrimônio mundial: a biodiversidade.

O principal diferencial deste setor é a sua natureza inovadora, com uma gama de esforços que vai do aumento da capacidade de sequestro de carbono da floresta plantada às tecnologias disruptivas de biocombustíveis e novos materiais em substituição aos de origem fóssil.

Para que isso seja alavancado, são necessários marcos regulatórios inovadores que possibilitem a atuação neste mercado.

Tais soluções podem ser criadas somente através da mobilização e colaboração das principais partes interessadas, incluindo, além do setor privado e governo, instituições e organizações da sociedade civil.

Considerando a necessidade de produção de insumos agroflorestais e alimentos em terras disponíveis, sem provocar desmatamento ou degradação dos ecossistemas, o setor precisa integrar o valor do capital natural, dos ativos ambientais e dos serviços ecossistêmicos nos seus modelos de negócio em todas as cadeias de valor.

Hoje estão sendo introduzidos no mercado instrumentos econômicos como Cotas de Reserva Ambiental (CRA), Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e a Redução de Emissões por Degradação e Desmatamento (REDD+), que possuem grande potencial para dimensionar o valor do capital natural. Entretanto, a aplicação de tais mecanismos ainda é incipiente frente ao seu potencial, a exemplo da utilização do Fundo Amazônia para REDD+ no país, e PSA, que ocorre apenas em pequena escala em número reduzido de municípios e estados. Além disso, a maioria destes mecanismos estão ligados aos recursos públicos (nacionais ou internacionais) e ao princípio de controle (por exemplo, acordos e mo-ratórias). Dessa forma, a principal lacuna hoje é a consideração do valor do capital natural no preço final dos produtos ou serviços. Em outras palavras, falta uma ligação monetária entre o comprador e a cadeia de valor, remunerando a conservação dos ecossistemas que não dependem apenas da conscientização dos mercados, mas também dos arranjos produtivos locais e sua ligação com o consumidor final.

Em resumo, a alavancagem do grande potencial do setor – em relação à mitigação das mudanças climáticas e à transformação da organização econômica e geração de benefícios tanto para o próprio negócio quanto para a sociedade em geral – será possível somente por meio de um engajamento estruturado do setor privado com o setor público e a sociedade civil. O objetivo desse engajamento é a criação de modelos inovadores que assegurem que o valor do capital natural na cadeia de produção e o preço final estejam interligados.

## Setor Industrial

Conforme mencionado, este setor está representado por três subsetores da indústria: siderurgia, química e cimento, devido a relevância destes na parcela das emissões atuais e futuras da indústria nacional e em sua contribuição para mitigação das emissões de GEE.

### Siderurgia

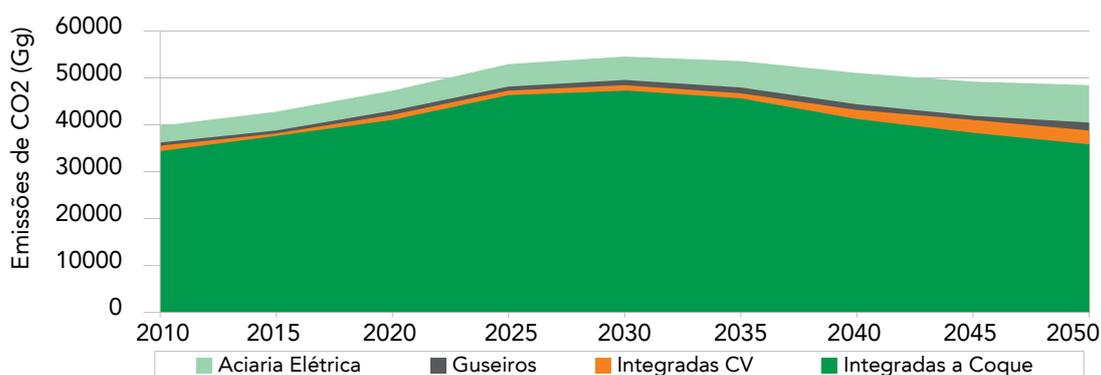
O cenário de referência (REF), estabelecido no estudo Opções de Mitigação, indica que na ausência de medidas de mitigação, a siderurgia brasileira seguiria com a mesma participação relativa à média histórica das rotas que a compõem (rotas integradas com coqueria, integrada sem coqueria e fornos elétricos a arco). Não haveria adoção de nenhuma melhor tecnologia disponível (MTD) nem melhoria de processo.

Já no cenário de baixo carbono (BC) projetado no mesmo estudo, ocorre o incremento na produção de ferro-gusa via rota integrada, utilizando carvão vegetal sustentável em complemento ao coque. A produção de aço via rota integrada sem coqueria também tende a aumentar, seguindo a mesma proporção. Dessa forma, no caso de adoção das medidas de mitigação percebe-se estabilização na produção de aço em usinas integradas a carvão mineral e grande aumento na produção na rota a carvão vegetal sustentável. A produção de aço via EAF (fornos elétricos a arco) também apresenta pequeno aumento em sua participação na produção de aço, resultante da variação na produção de ferro-gusa independente.

Entretanto, o consumo de energia no setor siderúrgico não se reduz no cenário de baixo carbono nas projeções do Opções de Mitigação. Mesmo com a melhoria de eficiência de alguns processos, a utilização de altos-fornos a carvão vegetal é mais energointensiva devido à sua menor eficiência em relação ao forno de coque, levando a um incremento no consumo de energia que compensa os ganhos energéticos obtidos. Devido à maior participação da aciaria elétrica no cenário BC, o consumo de eletricidade nesse cenário é maior do que no cenário de referência. O incremento das usinas integradas a carvão vegetal gera considerável utilização desse combustível no cenário BC.

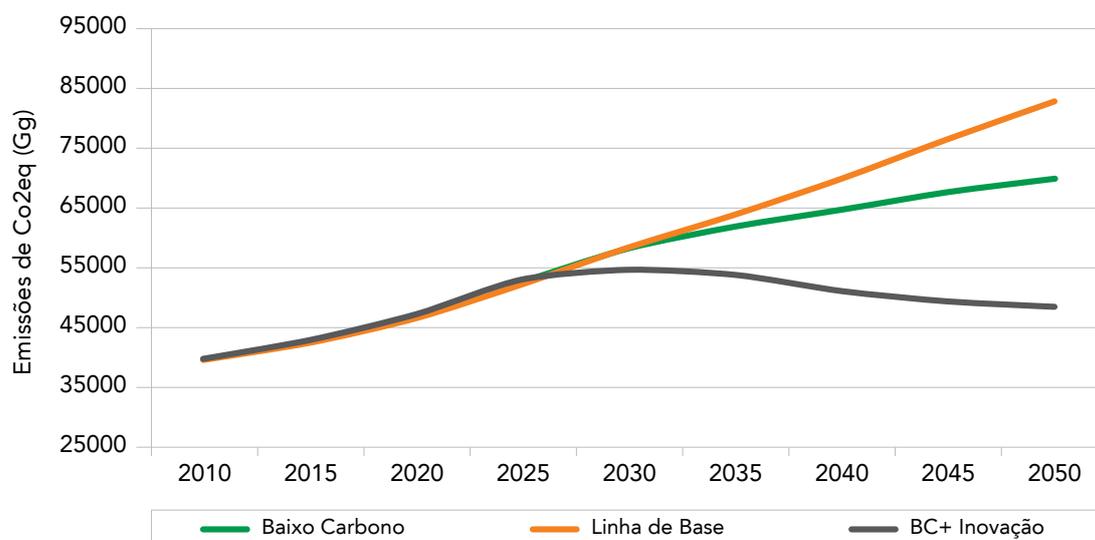
O cenário de baixo carbono com inovação (BC+I), projetado no Opções de Mitigação considerou que a participação nas emissões das usinas integradas a coque, usinas a carvão vegetal, aciaria elétrica, produtores independentes de gusa etc. seria a mesma daquela considerada no cenário BC. Entretanto, nessa divisão, as novas tecnologias inovadoras penetrariam de acordo com as possibilidades de cada rota produtiva. A Figura 9 mostra o comportamento das emissões projetadas nesse cenário até 2050:

**Figura 9. Projeção das emissões de CO<sub>2</sub> para o setor de ferro-gusa e aço no cenário de baixo carbono com inovação 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação**



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC, 2017.

**Figura 10. Comparação entre os cenários de emissão de GEE na indústria siderúrgica 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação**



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil, MCTIC (2017)

Já o estudo IES Brasil 2050 também considera para o setor a introdução de medidas de eficiência energética e de recuperação de calor em processos, uso de resíduos em substituição a combustíveis e cogeração. Entretanto, não considera uma substituição relevante do carvão mineral por carvão vegetal, que ganha participação dentre os redutores de forma tímida, passando de 20,55% em 2010 a 22,94% em 2050. Isso pode refletir, de certa forma, o que dizem atualmente os especialistas do setor, no sentido de que não há a logística necessária para o aproveitamento do potencial de substituição por carvão vegetal. Entretanto, espera-se que em um prazo tão longo quanto 2050 essa questão já tenha sido resolvida. De acordo com os resultados do estudo, maior mudança se observa na recuperação de gases de aciaria, coqueria e alto-forno para cogeração, como energético em plantas industriais integradas, como pode ser visto na tabela a seguir:

**Tabela 7. Evolução da participação dos combustíveis na indústria siderúrgica 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050**

Evolução da participação dos combustíveis (%)	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
<b>Energia</b>								
Alcatrão	0,58	0,57	0,55	0,47	0,55	0,55	0,75	0,80
Diesel Único	0,09	0,18	0,36	0,35	0,33	0,33	0,32	0,31
Eletricidade	9,83	9,74	9,75	9,79	9,09	9,09	8,97	9,15
Gás de Coqueria	7,62	6,95	7,54	7,94	8,39	9,21	10,05	10,36
Gás Natural Úmido e Seco	5,47	7,40	8,37	7,35	7,39	7,39	7,90	8,01
GLP	0,43	0,15	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Óleo Combustível	1,03	0,00	-	-	-	-	-	-
<b>Redutores</b>								
Carvão mineral	5900	10,80	12,86	11,90	11,12	11,37	11,40	11,30
Carvão Vegetal	20,55	16,87	16,33	19,69	20,36	20,68	21,63	22,94
Coque de Carvão Mineral	43,60	45,03	44,84	42,94	42,17	41,00	38,72	36,79
Outros Energéticos de Petróleo	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24

Fonte: IES Brasil 2050 (CENTROCLIMA, 2017).



O carvão vegetal sustentável pode ser um diferencial competitivo do setor no Brasil, já que atualmente só o país utiliza esse insumo praticamente, de maneira escalável e eficiente

O caminho da siderurgia para uma economia de baixo carbono passa por duas rotas, uma de mitigação de emissões por tecnologias e opções já existentes e outra por novas tecnologias. Atualmente as opções que vêm sendo perseguidas envolvem a eficiência energética dos processos produtivos, oportunidades relativas a reaproveitamento de gases e calor dos processos para fins energéticos e mesmo a utilização de carvão vegetal sustentável como fonte renovável de energia.

É certo que o parque siderúrgico futuro brasileiro será composto por uma produção ainda majoritariamente baseada em coque, mas com uma penetração maior de fontes de energia renovável, em especial o carvão vegetal sustentável. Práticas como construção de altos fornos a carvão vegetal, injeção de finos de carvão vegetal em altos fornos a coque e utilização de carvão vegetal em outros processos como a sinterização em substituição parcial do coque são caminhos que já podem ser avaliados com potenciais resultados de curto prazo.

Dessa forma, o carvão vegetal sustentável pode ser um diferencial competitivo do setor no Brasil, já que atualmente só o país utiliza esse insumo praticamente de maneira escalável e eficiente. Ainda assim, há que se ressaltar que não é plausível para a realidade atual projetar um parque siderúrgico sem a presença do coque como agente redutor e energético principal, ou seja, a busca deve ser para que sua participação seja aumentada sempre que possível. Um planejamento sério deve ser considerado e as barreiras a seu crescimento devem ser removidas o quanto antes, pois representa um potencial muito grande de redução de emissões de GEE.

Para o aumento da participação vegetal no setor no país, especialistas entrevistados do setor colocam ser necessário todo um planejamento da logística para sua utilização que não tem sido considerado. Segundo eles, o poder mitigador da substituição de parte do coque por carvão vegetal de origem renovável está condicionado ao planejamento e garantia de segurança e baixos custos da logística, transporte do carvão e também no atendimento da demanda.

## Cimento

O processo produtivo do cimento é uma combinação de exploração e beneficiamento de substâncias minerais não metálicas, sua transformação química em clínquer (produto intermediário do cimento) em um forno e posterior moagem e mistura a outros materiais, conforme o tipo de cimento. Como a etapa de clínquerização representa quase 90% da energia consumida no processo de fabricação do cimento, a redução dessa proporção, resultado do aumento do uso de adições, pode diminuir substancialmente o consumo de energia no processo produtivo de cimento e, conseqüentemente, a emissão de GEE.

O cenário de referência (REF), estabelecido no estudo Opções de Mitigação para o setor de cimento considera a projeção linear da proporção clínquer/cimento, com base em dados históricos, levando em conta uma redução dessa proporção, tendência que tem sido verificada ao longo dos anos com a utilização cada vez maior de aditivos que reduzem o teor de clínquer no cimento final.<sup>14</sup>

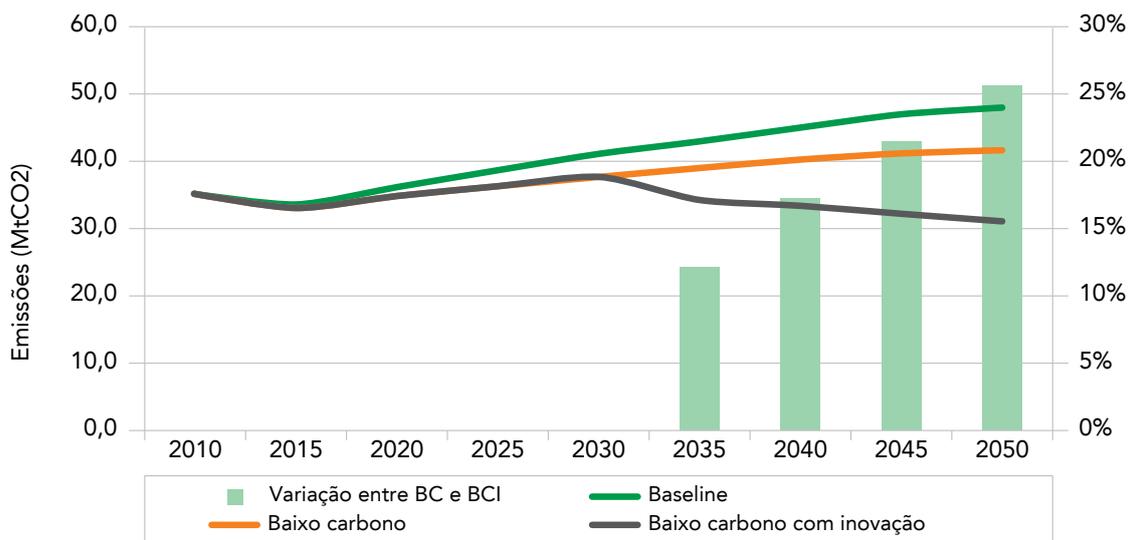
Já no o cenário de baixo carbono, é considerado um aumento de eficiência dos fornos de cimento e a redução da proporção clínquer/cimento. A partir do percentual de participação dos combustíveis no consumo total de energia do setor de cimento em 2010, demonstrado no BEN (EPE, 2014), projetou-se

<sup>14</sup> Para a projeção das eficiências, o estudo "Opções de Mitigação" assumiu um crescimento de 0,1% a cada cinco anos.

o percentual de participação de cada combustível utilizado até o ano de 2050, considerando um *breakthrough* tecnológico. Tal projeção reflete uma redução gradativa do coque de petróleo com a substituição, principalmente, por biomassa e gás natural, combustíveis com menor fator de emissão. Carvão mineral, óleo combustível e carvão vegetal apresentam aumento significativo para suprir a redução do coque de petróleo, embora sejam pouco representativos no *mix* final de combustíveis do setor.

A Figura 11 mostra as projeções de emissão de GEE pelo setor até 2050, no cenário de referência (*baseline*) e cenário de baixo carbono:

**Figura 11. Comparação entre os cenários de emissão de GEE na indústria de cimento 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação**



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC (2017).

Já o estudo IES Brasil 2050 também considera redução da razão clínquer/cimento, porém somente a partir de 2030, como pode ser visto na Tabela 8 a seguir:

**Tabela 8. Proporção de clínquer por tonelada de cimento 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050**

Indústria de Cimento - Processos Industriais	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Clínquer por tonelada de cimento (%)	0,644	0,644	0,644	0,644	0,642	0,641	0,630	0,610

Fonte: IES Brasil 2050 (CENTROCLIMA, 2017)

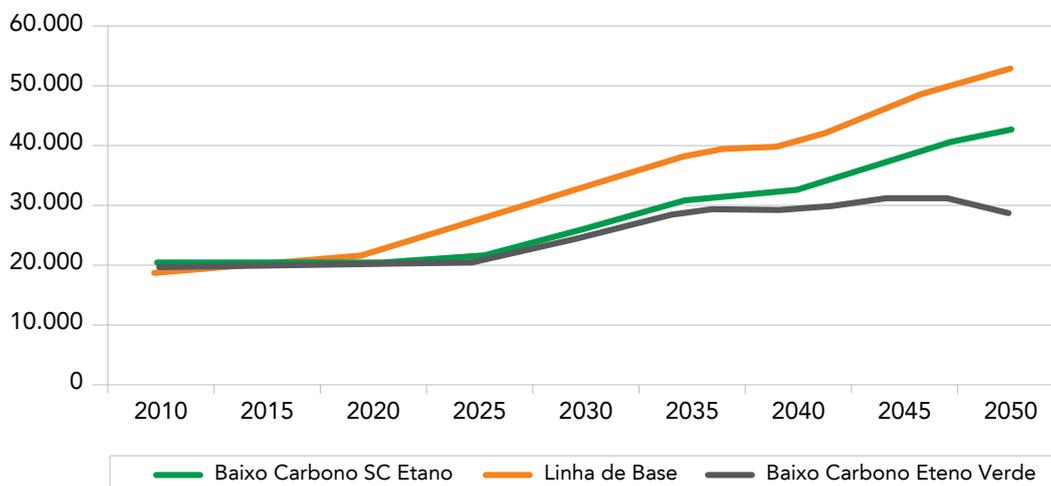
Além disso, a substituição energética também tem papel relevante. A participação das renováveis chega a 10,6% em 2050, representada pelas fontes lenha, carvão vegetal e outras primárias de biomassa resíduos vegetais. Entretanto, este segundo estudo considera grande entrada dos combustíveis derivados de resíduos industriais ou urbanos, que passam de uma participação marginal de 2,8% do consumo energético do setor em 2010 para 12% em 2050. Isso reflete as perspectivas do setor no Brasil, que vem realizando investimentos em coprocessamento.

## Químico

No estudo Opções de Mitigação, o cenário de referência foi calculado a partir de premissas de consumo específico de processos, projeção de *mix* de combustíveis e taxas de crescimentos dos segmentos do setor. Foi considerado o mesmo cenário econômico, e os fatores de emissão de processo e de combustíveis para cálculo de emissões estão em linha com a Terceira Comunicação Nacional.

A Figura 12 apresenta a projeção da evolução das emissões no setor químico até 2050, considerando duas opções de cenário de baixo carbono: maior penetração de eteno verde (Baixo Carbono Eteno Verde) e maior penetração de *cracking* de etano (Baixo Carbono SC Etano).

**Figura 12. Comparação entre os cenários de emissão de GEE na indústria química 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação**



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC, 2017.

Observa-se que é possível reduzir as emissões acumuladas em até 77 MtCO<sub>2</sub>e, dependendo do cenário, que em 2050 pode-se reduzir 45% das emissões em relação à referência da indústria química, caso se opte pela maior adoção do polietileno verde no mercado.

O Estudo Opções de Mitigação mapeou uma série de medidas inovadoras que têm grande potencial, mas que a avaliação de custos é, por serem tecnologias incipientes, de difícil mensuração. Dentre as medidas de mitigação transversais, destacaram-se as medidas de substituição de combustíveis quanto ao potencial, que pode chegar até 13 MtCO<sub>2</sub>e dependendo do equipamento e do combustível a um custo entre 10 e 80 US\$/tCO<sub>2</sub>, e medidas em caldeira (com melhoria do sistema e da recuperação de calor) quanto ao custo de abatimento, que ficou entre -69 e -10 US\$/ tCO<sub>2</sub>e para um potencial de 2 a 3,8 MtCO<sub>2</sub>e.

Dentre as medidas de processo e medidas emergentes, destaca-se a química verde pela rota renovável de produção de eteno, pois, apesar de ainda emergente no mundo, essa tecnologia já é dominada e adotada no Brasil. O estudo mostrou que, excluindo-se análise da produção da matéria-prima (que pode, de fato, aumentar os custos da medida), a rota de eteno verde seria capaz de mitigar mais de 30 MtCO<sub>2</sub>e no horizonte de análise até 2050 a custos negativos, entre -19 e -1 US\$/tCO<sub>2</sub>e. Vale ressaltar, mais uma vez, que há outros custos em uma abordagem "ciclo de vida" que podem tornar essa opção mais cara, como logística de suprimento de cana e lock-in tecnológico das plantas de produção de eteno já existentes, que utilizam a rota fóssil. Por isso, é preciso lidar com esse alto potencial com cuidado, propondo-se análises mais aprofundadas de custos logísticos, de suprimento, de transição tecnológica etc.

Um dos fatores de maior contribuição para o potencial de abatimento máximo estimado do setor químico é o uso da tecnologia de captura e utilização de carbono (CCU), que reaproveita carbono capturado para gerar produtos químicos, porém a um custo de consumo energético significativamente alto, que deve advir de fontes renováveis de energia para evitar "vazamento de emissões" do setor químico para outros setores da economia, como o energético. Essa medida tem potencial de abatimento correspondente a 77% das emissões de GEE do setor, sendo a mais promissora dentre as medidas consideradas. No entanto, ainda está em fase preliminar de estudo e a possibilidade de implementação em larga escala tal qual considerado no cenário ainda é muito incerta.

Já o estudo IES Brasil 2050 não apresentou projeções detalhadas para o setor, tendo apresentado somente as projeções para o seu consumo energético e indicadores emissões, como pode ser visto nas tabelas a seguir:

**Tabela 9. Evolução do consumo energético na indústria química 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050**

<b>Evolução do consumo energético – químico (%)</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2050</b>
<b>Biomassa</b>	1,29	-	0,91	0,96	1,29	1,12	1,21	1,33
<b>Carvão vapor</b>	1,73	2,56	2,35	2,20	1,73	1,82	1,68	1,65
<b>Carvão vegetal</b>	0,28	0,27	0,27	0,26	0,28	0,28	0,30	0,29
<b>Diesel único</b>	0,37	0,27	0,50	0,55	0,37	0,58	0,59	0,57
<b>Eletricidade</b>	28,49	28,92	23,68	23,29	28,49	26,65	27,86	27,93
<b>Gás natural</b>	31,73	33,14	26,64	28,48	31,73	37,25	38,31	39,97
<b>GLP</b>	0,88	1,20	4,39	4,26	0,88	4,88	5,18	5,21
<b>Lenha</b>	0,68	0,71	0,63	0,61	0,68	0,66	0,73	0,71
<b>Óleo combustível</b>	3,23	2,60	5,91	5,30	3,23	4,12	3,44	1,63
<b>Outras prim. não renov.</b>	-	1,26	0,70	0,68	-	0,67	0,66	0,64
<b>Outros energ. de pet.</b>	31,31	29,07	34,02	33,41	31,31	21,98	20,03	20,06

Fonte: IES Brasil 2050 (CENTROCLIMA, 2017)

**Tabela 10. Indicadores de consumo energético e emissões para a indústria química 2010-2050 Estudo IES Brasil 2050**

<b>Indicadores</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>	<b>2050</b>
<b>Produção (mil t)</b>	36.648	34.870	39.754	43.368	42.313	45.175	56.017	65.052
<b>Intensidade energética (tep/t)</b>	0,197	0,192	0,198	0,205	0,171	0,204	0,202	0,195
<b>Intensidade de emissões de energia – (tCO<sub>2</sub>e/t)</b>	0,381	0,382	0,425	0,440	0,421	0,400	0,385	0,368
<b>Intensidade de emissões de processos industrial (tCO<sub>2</sub>e/t)</b>	0,116	0,117	0,113	0,112	0,114	0,114	0,112	0,096
<b>Intensidade de emissões total – (tCO<sub>2</sub>e/t)</b>	0,496	0,499	0,538	0,553	0,535	0,514	0,497	0,463

Fonte: IES Brasil 2050 (CENTROCLIMA, 2017)

Nestas projeções, é possível notar que a mitigação no setor estaria basicamente centrada na substituição de derivados de petróleo por gás natural e GLP, e na redução da intensidade de emissões dos processos industriais.

Pelo fato de ser grande usuário de energia e de ter papel fundamental na economia, provendo insumos a diversas outras indústrias, o setor químico é foco de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias ao redor do mundo. O potencial total de abatimento da indústria química é de 46,7 MtCO<sub>2</sub>e, aplicando-se todas as medidas de mitigação de operação e troca de combustível e excluindo-se as duas medidas de mudança de processo na petroquímica, conforme resultados do estudo Opções de Mitigação.

Em 2050, as emissões de GEE podem sofrer redução de 56% a 86% dependendo da variação no consumo energético. De toda forma, essa variação pode ficar entre menos 27% e mais 139%, o que comprova a incerteza na efetividade dessas medidas devido à grande variação nos resultados. Apesar de muitas das tecnologias inovadoras que reduzem emissão de GEE apresentarem consumo energético superior às tecnologias convencionais, ainda assim é possível reduzir o consumo energético do setor químico em um cenário BC+I. Isso se daria pelo uso de novas tecnologias de separação por membrana e de intensificação de processos, que podem ser aplicadas a diferentes segmentos da indústria e, assim, reduzir significativamente o consumo do setor, que no limite inferior ficou em torno de 1.280 TJ.

As tecnologias que mais contribuem para elevar o consumo energético do setor, além de captura e utilização de carbono (CCU), são a química verde e o uso de hidrogênio renovável para produção de

amônia e metanol. Esse incremento de consumo deve se dar em base renovável para que o potencial de abatimento correspondente seja efetuado com sucesso. Dentre as tecnologias com maior potencial de abatimento do setor químico, constam o uso de hidrogênio renovável para a produção de amônia e metanol e outros processos inovadores de produção de amônia como a eletrólise a vapor e a síntese no estado sólido, que são, portanto, tecnologias não aditivas. Os resultados mostram que, em um limite superior de emissões, o cenário BC+I pode ter emissões aproximadamente 10.000 ktCO<sub>2</sub> inferior à referência em 2050.

## Setor de Transportes

O cenário de baixo carbono, projetado no estudo Opções de Mitigação, busca incorporar programas, políticas públicas, ações e estratégias que podem ser desenvolvidas no setor de transporte para reduzir as emissões de GEE do setor, focado em três pontos principais:

1. Maior uso de biocombustíveis;
2. Valorização de modais menos intensivos em energia e/ou carbono;
3. Eficientização da frota de veículos.

Já o cenário de baixo carbono e inovação (BC+I) apresenta as características básicas do cenário BC consideradas tecnologias adicionais que não estão disponíveis comercialmente, assim apresentando barreiras técnico-econômicas para a implementação em larga escala no setor.

A diferenciação se dá com a introdução de seis tecnologias inovadoras para o setor transportes que não foram consideradas no cenário de baixo carbono. O foco das tecnologias de célula combustível, ônibus a etanol e trens de levitação magnética é no transporte de passageiros; enquanto que os aviões solares, caminhões híbridos e embarcações com *towing kite* são postos como foco o transporte de carga. Assim sendo, o cenário representa a inclusão de tecnologias de ruptura, que trazem efeitos adicionais de potencial de abatimento de emissões de GEE em relação ao cenário BC.

De toda forma, as premissas macroeconômicas, o efeito atividade de cada modal e a taxa de ocupação veicular não são alteradas neste cenário em relação ao cenário de baixo carbono (cenário BC), conforme apresentado na Tabela 11.

**Tabela 11. Premissas Gerais do Cenário de Baixo Carbono Estudo Opções de Mitigação**

Premissas	Linha de Base	Baixo Carbono
<b>Biodiesel</b>	B7 até 2016 B8 entre 2017 e 2019 B10 entre 2020 e 2050	B7 até 2016 B8 entre 2017 e 2019 B10 entre 2020 e 2030 B20 até 2050
<b>Etanol</b>	Mistura de 27,5% de anidro na gasolina C Uso de hidratado nos veículos flexíveis em 36% do tempo, em 2050	Mistura de 27,5% de anidro na gasolina C Uso de hidratado nos veículos flexíveis em 60% do tempo, em 2050
<b>Biojet</b>	Entrada gradual a partir de 2045 atingindo 5% em 2050	Entrada gradual a partir de 2040 atingindo 10% em 2050

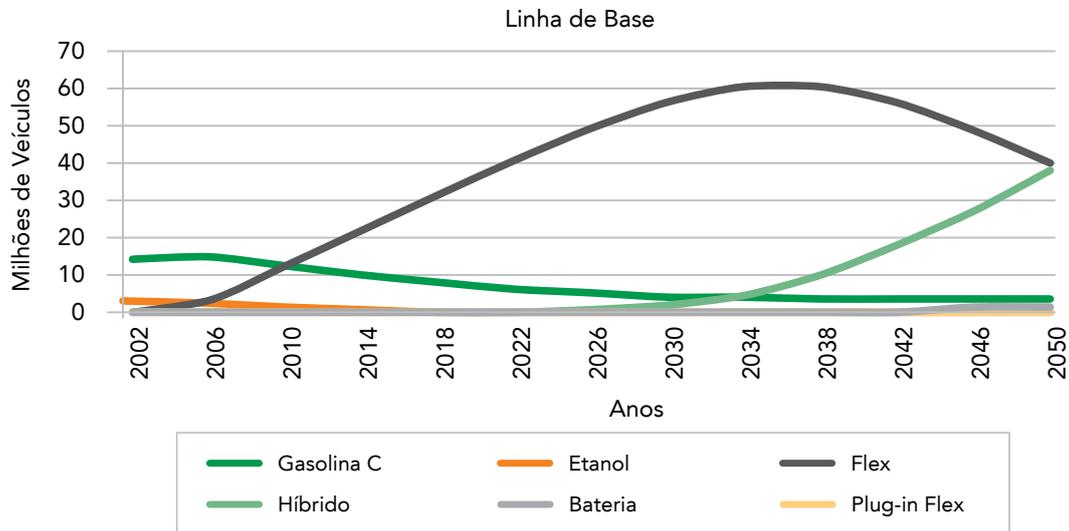
Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil (MCTIC, 2017).

## Modal rodoviário

A projeção da frota de veículos leves no cenário de baixo carbono considera a penetração de novas tecnologias, tais como: automóveis híbridos *plug-in flex* e automóveis a bateria. A introdução dessas novas tecnologias se inicia em 2030, chegando a 15% das vendas para *plug-in flex* e 20% das vendas para veículos a bateria em 2050. Os automóveis híbridos representam 57% das vendas, enquanto os

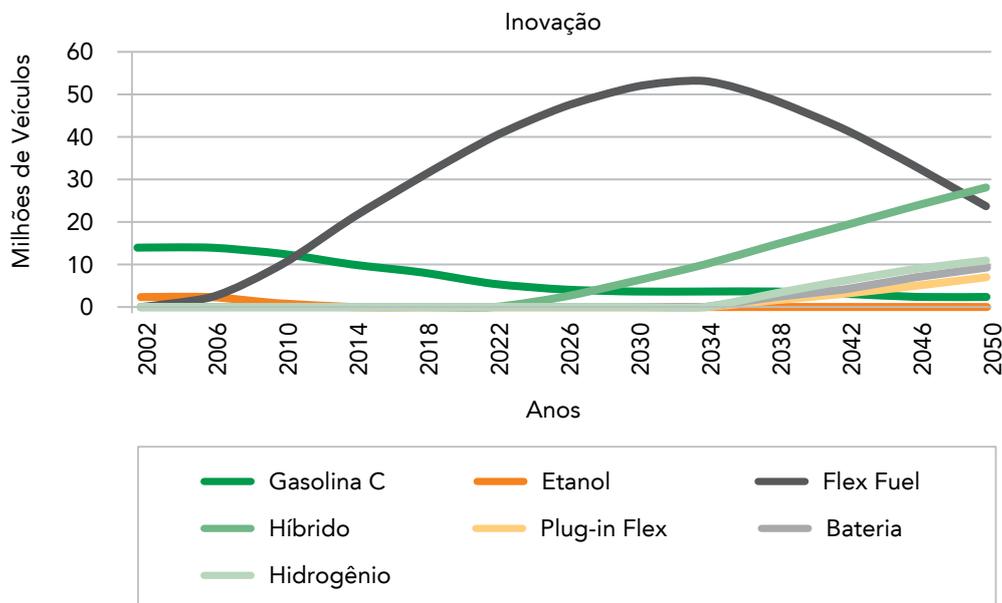
automóveis *flex fuel* 5% e a gasolina apenas 3% em 2050. Além disso, o cenário de baixo carbono com inovação é acrescido da penetração de automóveis a célula de combustível e ônibus urbanos movidos a etanol, como pode ser observado nas figuras a seguir.

**Figura 13. Milhões de veículos por combustível no cenário linha de base 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação**



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC, 2017.

**Figura 14. Milhões de veículos por combustível no cenário com inovação 2010-2050 Estudo Opções de Mitigação**



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC, 2017.

### Transporte de carga

O crescimento do modal está atrelado à taxa de crescimento médio anual das mercadorias transportadas. No cenário de baixo carbono com inovação considera-se que, a partir de 2020, 1% das vendas dos

caminhões médios, semipesados e pesados serão com tecnologia híbrida hidráulica (HHVs). Este percentual crescerá de forma linear até atingir 25% das vendas em 2050. O cenário prevê que a frota total de caminhões alcançará a marca de 3,2 milhões de veículos em 2050, dos quais 325 mil usarão tecnologia híbrida hidráulica.

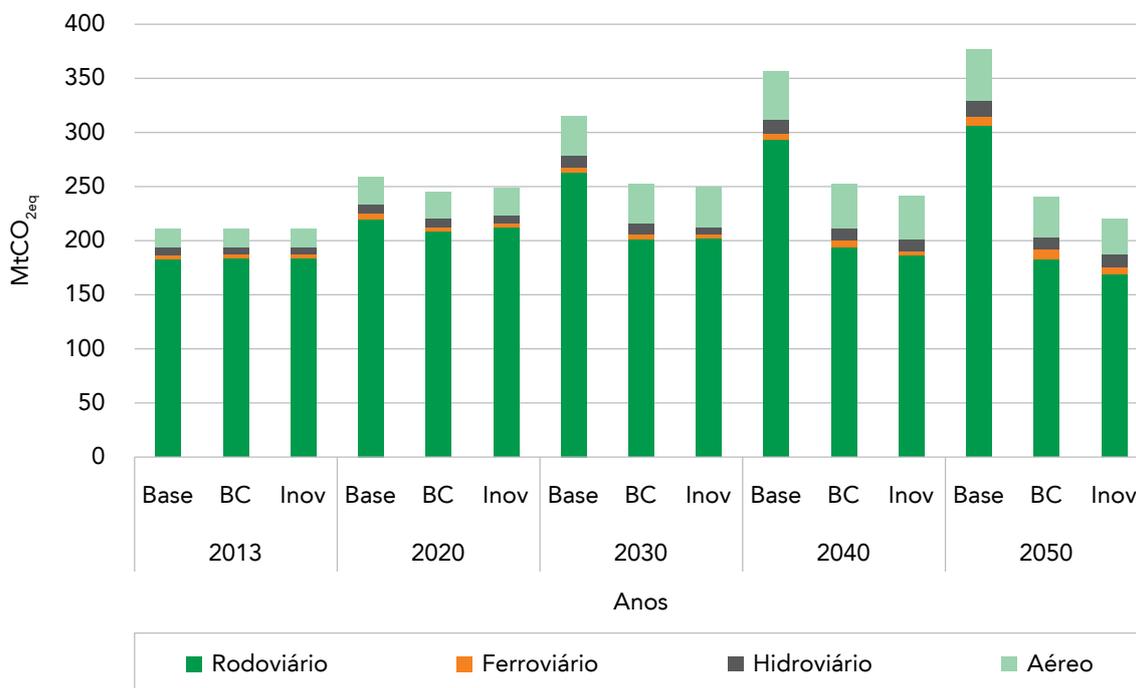
## Modal ferroviário

No caso de transporte de passageiros, é considerado um investimento a ampliação dos sistemas sobre trilhos de alta e média capacidade, como metrô, trens urbanos, veículos leves sobre trilhos (VLTs) e mon trilhos, e melhorias na qualidade e na capacidade de transporte dos sistemas já em operação. Também é esperado que o transporte interurbano de passageiros pelo modal ferroviário cresça em função da implantação dos trens de alta velocidade e dos trens regionais que ligam cidades próximas.

No entanto, a principal característica do cenário de baixo carbono com inovação é a consideração do uso de levitação magnética para os trens de alta velocidade (TAV) a serem construídos no país.

Para o transporte de carga, considera-se que certas commodities são migradas do modal rodoviário para o ferroviário e aquaviário. Considera-se a migração de soja, minério de ferro, minerais metálicos não-ferrosos e minerais não-metálicos para o transporte ferroviário. Nesse sentido, o “Estudo de Melhoria e Desenvolvimento de sistemas de Transporte de Cargas por Malha Ferroviária Eletrificada” desenvolvido pelo CEBDS (2016d) aponta que vagões leves de alumínio conferem uma redução de emissões de 38 kgCO<sub>2</sub> por kilograma reduzido do peso do vagão.

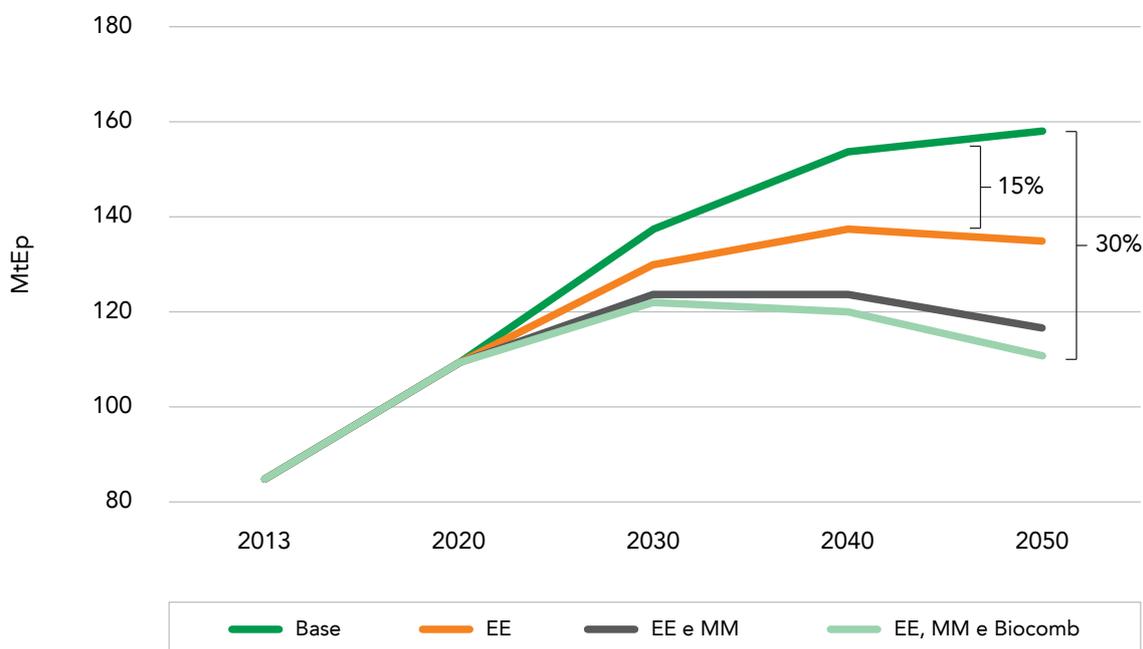
Figura 15. Emissão de GEE por modal no cenário de inovação



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC, 2017.

A migração de um cenário tendencial para um cenário baixo carbono permitiria a redução em 30% no consumo energético do setor, e, no caso de um cenário baixo carbono com características inovadoras, o percentual de redução do consumo alcançaria 36%. Do ponto de vista de emissões de GEE, a redução, em relação ao cenário linha de base, é de 36%, no cenário baixo carbono, e 41% no cenário inovação, considerando os blocos de eficiência energética (GE), mudança modal (MM) e biocombustíveis (biocomb). Verifica-se um equilíbrio entre os ganhos referentes a eficiência energética e a mudança modal.

**Figura 16. Decomposição dos Efeitos de Redução do Consumo Energético nos cenários de linha de base e de baixo carbono (EE – Eficiência Energética, MM – Mudança Modal, Biocomb – Bio-combustíveis)**



Fonte: Opções de mitigação de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. MCTIC, 2017.

De acordo com os resultados de avaliação realizada no estudo Opções de Mitigação, uma importante opção de mitigação de GEE no setor de transporte nacional trata do incentivo à mudança modal entre automóveis e transporte público, principalmente, ônibus urbanos. O potencial de abatimento acumulado de emissões é de 664,85 milhões de tCO<sub>2</sub> até 2050, a um custo marginal de abatimento de US\$ 0,02/tCO<sub>2</sub> evitada (a uma taxa de 12% de desconto). As barreiras existentes passam desde a falta de disponibilidade de transporte público adequado e de qualidade para a população, o que reduz a produtividade dado maiores tempos de deslocamento, até mesmo por aspectos culturais (ex.: a dependência social de automóveis). Outras barreiras importantes incluem o suporte regulatório insuficiente e a falta de capacitação quanto ao conceito de mobilidade urbana sustentável. Utilização inadequada dos recursos, sub-aproveitamento de modais, falhas na sinalização de preços, falta de informação aos usuários e a não inclusão da mobilidade urbana na agenda política são aspectos que devem ser corrigidos pela administração das grandes metrópoles brasileiras.

Para a modernização das ferrovias, de modo a incentivar a mudança modal, é necessário um modelo de financiamento que permita reduzir o custo médio de capital e que viabilize investimentos privados. A recuperação e a construção de alternativas aos trechos críticos devem ocorrer por meio de parcerias público-privadas, de modo que se superem os gargalos de infraestrutura e se aumente a eficiência operacional.

Outra importante opção para alcançar maiores níveis de eficiência é incentivar a inserção de automóveis híbridos, automóveis a bateria e automóveis *plug-in flex* na frota nacional, os quais apresentam um potencial de abatimento acumulado de emissões dentro da faixa de 70 a 210 milhões de tCO<sub>2</sub> até 2050, a um custo marginal de abatimento de US\$ 300-500 por tCO<sub>2</sub> evitada (taxa de 12% de desconto). No entanto, há uma série de barreiras que, muitas vezes, têm de ser superadas antes da implementação de medidas para promover a mobilidade em direção à eletrificação da frota. Entre elas destacam-se os altos custos dessas novas tecnologias.

A matriz energética do setor de transportes é concentrada no óleo diesel e na gasolina automotiva, que, em conjunto, representam 75% do consumo energético total. Com a redução das emissões de AFOLU ao longo do tempo, prevê-se uma maior participação do setor nas emissões nacionais, que respondia por 40% das emissões no ano base de 2005 e deverá alcançar 45% em 2025. (MMA, 2016).

As oportunidades no setor de transporte, de acordo com as projeções realizadas, estão concentradas em três grupos: 1) ganhos de eficiência e adoção de novas tecnologias de baixo carbono, 2) infraestruturas de baixo carbono, em particular para a integração/troca de modal bem como para mobilidade urbana, e 3) combustíveis de baixo carbono, tais como etanol e biodiesel. Entretanto, segundo especialistas do setor, com o advento das tecnologias de telecomunicação outras medidas deveriam ser consideradas. A prática de *home office* tem sido colocada como importante medida de melhoria da mobilidade urbana com a mitigação das emissões uma vez que reconhece a redução da necessidade de deslocamentos diários.

Uma das principais barreiras para o desenvolvimento da logística nacional está relacionada a deficiências encontradas na infraestrutura de transportes. Problemas de logística afetam a competitividade, principalmente no modal ferroviário. Há notadamente um *lock-in* na infraestrutura rodoviária no Brasil, o que acaba desestimulando o transporte por outros modais. Ressalta-se a baixa disponibilidade de terminais multimodais, o que sinaliza a falta de integração entre os modais no país, principalmente, em portos e aeroportos.

O processo de eletrificação veicular, por sua vez, precisa ser considerado a partir de uma perspectiva mais ampla, incluindo uma abordagem multimodal, de modo a integrar ônibus, motocicletas e trens elétricos com os automóveis. Os governos devem auxiliar cidades e regiões no desenvolvimento de modelos de negócios sustentáveis que contribuam para melhorias na infraestrutura necessária para a adequada circulação de veículos elétricos. As autoridades locais podem desempenhar um papel de apoio na fase inicial de implantação das políticas. Para superar tais desafios, existe uma série de medidas disponíveis às autoridades locais que pode ser utilizada para complementar os incentivos a nível nacional: criação de zonas de baixa emissão, taxis elétricos, engajamento da nova geração, bem como modelos de negócio baseados na economia compartilhada.

Além de políticas públicas, a mobilização do setor privado em opções de transporte menos carbono intensivas é um caminho importante em uma visão de longo prazo de redução de emissões de GEE. Nesse sentido a existência de oferta de biocombustíveis a custos competitivos associada ao desenvolvimento de motores e veículos compatíveis demandam o desenvolvimento de soluções que ultrapassem uma visão somente do setor. Também a opção de veículos elétricos envolve uma abordagem que considere o não deslocamento de emissões para o setor elétrico, bem como modelos de negócios que permitam a introdução dessas tecnologias e soluções de forma competitiva.

Avaliando as informações disponíveis para os diversos setores alvo do presente estudo, verifica-se que os mesmos possuem soluções de curto prazo em andamento com rotas de redução de emissões incrementais. Em se tratando de uma visão de longo prazo, para todos os setores e para rotas identificadas elementos como fomento a P&D, desenvolvimento de modelos de negócios que permitam desenvolver essas rotas, políticas públicas adequadas e precificação de carbono compõem caminhos sinalizados como necessários para atingir o desenvolvimento no longo prazo com baixas emissões de GEE. Também é importante ressaltar que uma visão intersetorial não pode ser desconsiderada na construção da visão de longo prazo e, ao mesmo tempo, sua elaboração não é tarefa óbvia e necessita uma mobilização multidisciplinar para tal. Apesar dos levantamentos existentes das curvas MAC (curvas de custo de abatimento das emissões) para as rotas tecnológicas dentro dos setores, para a tomada de decisão em relação à estratégia de longo prazo é essencial uma avaliação de custo-benefício da adoção dos modelos de negócio intersetoriais, que além de ranquear as soluções em termos de valor gerado para o negócio, verifica o alinhamento e o valor agregado para a competitividade da economia brasileira em geral, bem como os benefícios gerados para a sociedade.





**Estratégia**  
**Brasileira**  
**de desenvolvimento**  
**de baixo carbono**  
**de longo prazo**

○ documento “Visão 2050 – A nova agenda para as empresas”, estabelece um norte para uma estratégia para a metade do século no Brasil: para estruturar uma estratégia de longo prazo, é necessário determinar o Brasil que desejamos alcançar em 2050. Deve-se estabelecer os objetivos para então delinear os caminhos para alcançá-los. Esta é, inclusive, a primeira lição aprendida com as estratégias já submetidas à UNFCCC, apresentadas no Capítulo 1.

Tais lições, combinadas às projeções setoriais para o país e à coleta de informações através de entrevistas com empresas, permitem que cheguemos a um conjunto de recomendações para a construção da ELP brasileira. Este capítulo trará os objetivos que podem ser vislumbrados na ELP brasileira, originários do documento Visão 2050, projetando o país que desejamos alcançar na metade do século. Serão discutidas as recomendações para a elaboração da estratégia e as ações que deverão ser desenvolvidas para alcançar os objetivos de longo prazo, tanto no setor público como no setor privado.

## Tendências Globais

As recomendações estão alinhadas com os principais movimentos e tendências globais de longo prazo. As tendências de políticas públicas internacionais são levadas em conta, em especial a utilização de instrumentos econômicos e financeiros que permitem que o desenvolvimento de baixo carbono do país seja eficiente economicamente, promovendo um desenvolvimento socioeconômico consistente com a redução das suas emissões. A precificação de carbono por exemplo foi apontada pelas empresas entrevistadas como uma política necessária que representará um ponto de inflexão para o investimento em tecnologias de baixo carbono no Brasil.

Uma forte tendência identificada é a transição para o **modelo de economia circular**, que representa um catalisador para que se chegue com mais rapidez e efetividade à economia verde, de baixo carbono. A economia circular quebra o paradigma da economia linear, chamada “take-make-dispose”, ou “do berço ao túmulo”, que vem se mostrando claramente insustentável. Ela é regenerativa, e busca maximizar o valor dos produtos, componentes e materiais. A economia circular apresenta três princípios que a norteiam (Ellen McArthur Foundation, 2017):

1. Preservar e aprimorar o capital natural controlando os estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis.
2. Otimizar a produtividade dos recursos circulando produtos, componentes e materiais para maximizar sua utilidade a todo o tempo em ambos os ciclos técnico e biológico.
3. Fomentar a eficiência dos sistemas revelando e eliminando as externalidades negativas.

De acordo com o relatório “*Implementing circular economy globally makes Paris targets achievable*” (ECOFYS, 2016), o conjunto dos compromissos nacionais submetidos sob a forma de NDCs só é suficiente para mitigar a metade da lacuna entre as emissões *business as usual* e a trajetória de 1,5 °C, deixando descoberta uma redução de cerca de 15 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e até 2030. Por outro lado, as estratégias da economia circular seriam capazes de garantir 25% da mitigação necessária para a meta, cobrindo por sua vez a metade da lacuna deixada pelas NDCs (ECOFYS, 2016).

Outro importante movimento a ser discutido é a projeção da ação climática no Brasil de forma a contribuir para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), lançados pela ONU em 2015 como parte da sua Agenda 2030. Os ODS são prioridades e aspirações para o desenvolvimento sustentável global a serem alcançados em 2030 mobilizando esforços globais entorno de suas metas (DSG COMPASS, 2015). Governos, empresas e a sociedade civil deverão agir para que globalmente os objetivos sejam

alcançados. Dentre os dezessete objetivos apresentados, seis se destacam no que tange a capacidade das ELPs de contribuir para alcançá-los. Outros objetivos aplicam-se também pontualmente a algumas ações a serem desenvolvidas pelo governo e também pelas empresas.

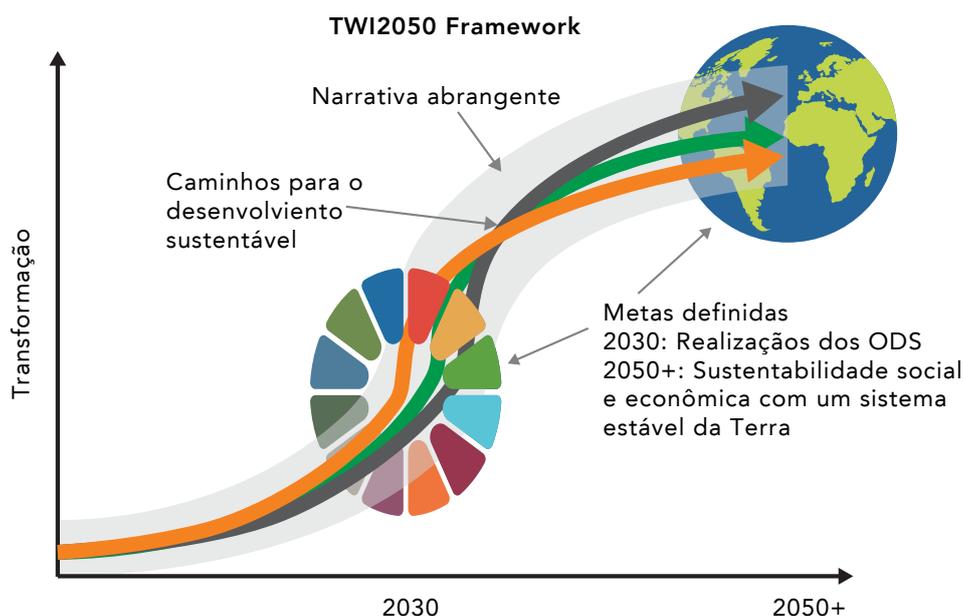
Figura 17. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Adaptado de ONU, 2017

Os ODS trazem uma narrativa aspiracional do futuro desejado para a agenda de ação pelo desenvolvimento humano. Para compreender os benefícios de longo prazo, ou seja, até a metade do século, de se alcançar os ODS, a ONU criou a iniciativa *The World in 2050* (TWI 2050). O objetivo é desenvolver caminhos baseados na ciência para o desenvolvimento sustentável que têm início com o alcance dos ODS (IIASA, 2017).

Figura 18. O mundo em 2050 e ODS



Fonte: The World in 2050. TWI2050, 2017.

## Objetivos para o desenvolvimento de baixo carbono até 2050

O documento “Visão 2050” apresenta uma série de elementos que compõe a visão do Brasil a que desejamos chegar até o meio do século. Esses objetivos norteiam as ações a serem tomadas por todos os setores da sociedade para o sucesso do país em seu desenvolvimento sustentável até 2050. Muitos desses objetivos podem ser perseguidos através da estratégia de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo no Brasil, uma vez que a mesma deverá promover o desenvolvimento socioeconômico de forma requalificada. A seguir, listam-se, portanto, características que o país deverá apresentar em 2050, como resultado do sucesso de sua ELP:

1. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) previstos na Conferência da ONU de 2012 no Rio foram alcançados com êxito;
2. O setor financeiro exerce papel fundamental na consolidação da economia verde no Brasil por meio de financiamento e investimento em novas tecnologias;
3. Com o redirecionamento dos incentivos fiscais, o Brasil torna-se exportador de bens de alto valor agregado;
4. As empresas implementaram padrões elevados de governança corporativa, construíram um novo modelo de valor de negócios e criaram novos produtos, serviços e estratégias com base em princípios de sustentabilidade;
5. As empresas estimularam os governos a considerar e aprovar políticas e legislação necessárias para orientar e organizar a sociedade a proporcionar aos mercados os incentivos em prol da sustentabilidade;
6. Produtos e serviços ecossistêmicos são devidamente valorados e têm uma demanda espontânea, resultando na construção de um PIB Verde, que alia desenvolvimento econômico e proteção socioambiental;
7. Mundialmente, a nação ocupa uma posição de liderança nos setores de agricultura e pecuária sustentáveis, incluindo agronegócios e energias renováveis;
8. O desenvolvimento da agroindústria foi realizado de maneira sustentável, combinando soluções de biotecnologia e governança, garantindo as necessidades nutricionais de toda população brasileira e ainda destacando o Brasil como grande exportador de alimentos;
9. Por meio da definição de mecanismos de governança, um cenário de baixo carbono torna-se realidade e se traduz em reduções efetivas de desmatamento, benefícios à conservação da biodiversidade, benefícios sociais e respeito aos direitos de povos indígenas, dos agricultores familiares e das comunidades tradicionais;
10. O Brasil posiciona-se como um dos países com menor intensidade de emissões de GEE na geração e no uso de energia. As ações do setor produtivo contribuem para o Brasil superar as metas progressivas de redução de emissões de GEE estabelecidas em planos de ação climática nacional e subnacionais;
11. Graças à consolidação de parcerias público-privadas e de políticas de incentivo e fomento, aumenta a participação de novas fontes renováveis e sustentáveis na matriz energética do Brasil, que continua predominantemente limpa, tornando-o referência mundial no uso de fontes como hidroelétrica, biomassa, solar e eólica;
12. Os incentivos fiscais e investimentos feitos em P&D para o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono foram essenciais para que o país atingisse as metas da Política Nacional de Mudanças Climáticas;
13. Assegura-se a universalização do acesso à eletricidade nas casas, nas cidades e nas áreas rurais, a indústria consolida e maximiza o uso da cogeração e os programas de eficiência energética são correntes. A geração distribuída de energia reflete as necessidades e características regionais do país e complementa a rede, que tem uma matriz diversificada e em equilíbrio com o meio ambiente;
14. As empresas são responsáveis pela gestão sustentável em toda a cadeia produtiva – desde a extração da matéria-prima até o processamento e a destinação adequada dos resíduos.

## Recomendações

O exercício de preparação para atingir objetivos de longo prazo envolve planejamento e ações de curto e médio prazo de criação das bases necessárias. As ações realizadas até 2030 devem, para além de cumprir as metas de médio prazo apresentadas na NDC, fazer parte de um programa de longo prazo e ser consistentes com as ações subsequentes planejadas. Isto significa que, no médio prazo, a economia brasileira não só deverá realizar investimentos pontuais, com vistas a alcançar as metas de 2030. Ao invés disso, deverá evitar a renovação de ciclos de tecnologias emissoras, eliminando o lock-in, requalificando a sua infraestrutura, suas práticas e seu perfil exportador.

O governo, em suas três esferas, e o setor empresarial devem implementar ao longo do tempo mudanças estruturais que garantam as condições regulatórias, tecnológicas, fiscais e de financiamento para a requalificação do desenvolvimento que poderá consolidar o Brasil como uma liderança da nova economia mundial, consistente com a meta de conter o aquecimento global a níveis bastante abaixo de 2°C no fim do século.

Tomando como ponto de partida o que se observa nas experiências internacionais de construção de estratégias de longo prazo, as projeções realizadas para o Brasil até 2050 e as impressões coletadas junto ao setor empresarial, é possível apontar caminhos que a ELP deverá seguir para que o país usufrua de oportunidades e transponha as barreiras para o seu desenvolvimento de baixo carbono. O Brasil possui imenso potencial para assumir uma posição de liderança em uma economia global de baixo carbono, ou seja, tem muito mais a ganhar do que a perder neste processo, como será visto a diante.

O exercício de planejamento de um prazo tão longo quanto os mais de trinta anos entre o momento presente e a metade do século é evidentemente um desafio para todos os países. Entretanto, para o Brasil, o exercício é especialmente desafiador, dado que o país enfrenta claramente um período de grande instabilidade que, por sua vez, impõe-se como um grande entrave para seu planejamento de longo prazo. Assim, diferentemente do exercício de identificar oportunidades e desafios associados às metas de médio prazo da NDC, realizado pelo CEBDS em 2016, uma visão de prazo tão longo não pode apoiar-se majoritariamente em políticas e práticas já existentes. Dessa forma, as recomendações assumem um papel mais semelhante ao de uma bússola do que ao de um mapa, apontando direções para garantir os elementos reconhecidos como essenciais para o sucesso dos objetivos traçados na seção anterior.

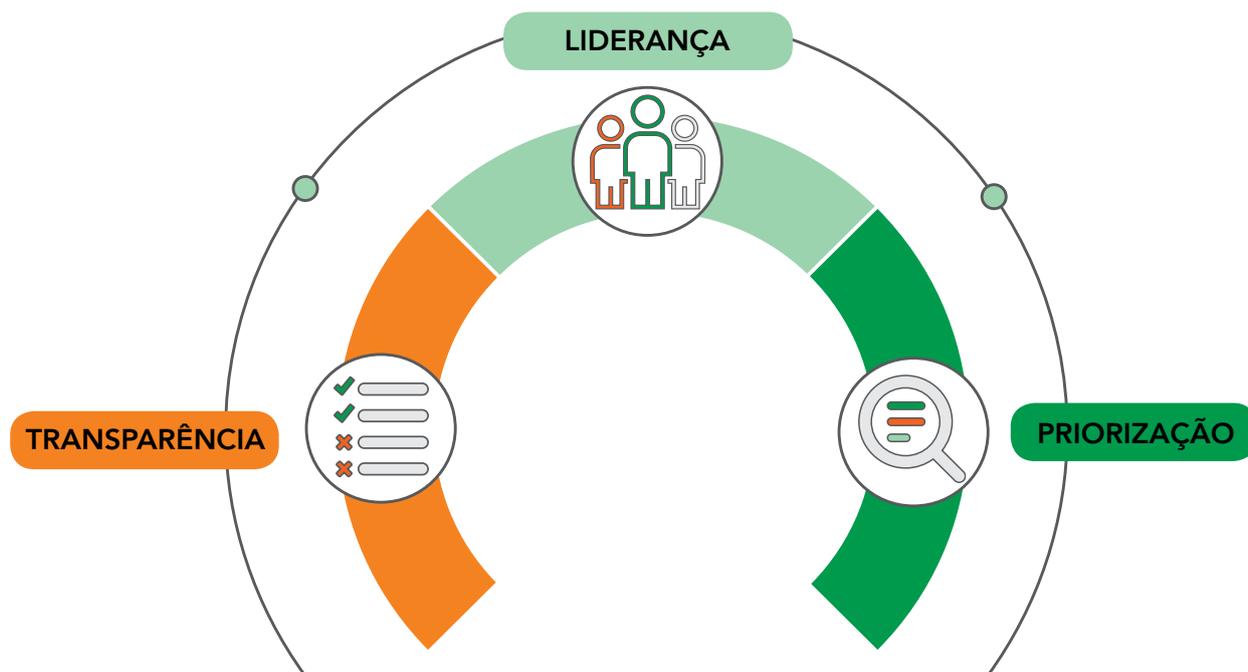
## Estrutura

Partindo-se dos aspectos observados nas experiências internacionais de construção de ELPs, ressaltados no Capítulo 2, conseguimos chegar à conclusão que uma ELP ideal para o país deverá apresentar a seguinte estrutura:

1. Visão de Longo prazo: objetivos a serem alcançados e caracterização do país em 2050;
2. Meta absoluta de redução de emissões até a metade do século;
3. Projeções oficiais transparentes para a trajetória de alcance da meta;
4. Linhas de ação e políticas para alcançar os objetivos que contemplem:
  - a. Redução do Desmatamento e o Papel dos sumidouros de carbono;
  - b. Produção e consumo de baixo carbono e economia circular;
  - c. Transição energética;
  - d. Redirecionamento dos recursos a investimentos de baixo carbono.
5. Integração com as políticas climáticas e setoriais existentes.

## Princípios

É essencial ainda que a ELP siga princípios que permitam sua efetiva implementação, tornando-se clara a toda a sociedade para permitir a participação dos mais diversos setores, com divisão bem delimitada das responsabilidades contidas a estratégia, e ordenamento das ações a serem adotadas. Assim, recomendam-se os três princípios listados a seguir como princípios regentes da estratégia brasileira:



#### Transparência:

Clareza de objetivos e embasamento das metas, tornando públicas as premissas e projeções adotadas;

#### Liderança:

Estabelecer uma governança bem definida para gerir a implementação de cada aspecto;

#### Priorização:

Identificar as ações prioritárias para serem realizadas em cada etapa do horizonte de tempo.

Para preencher a estrutura da estratégia, é preciso indicar ações a serem tomadas no país, por parte de todos os atores relevantes, com vistas a alcançar os objetivos de longo prazo traçados. Assim, tais ações serão, a seguir, agrupadas dentre eixos fundamentais identificados na estrutura proposta para o desenvolvimento de baixo carbono no longo prazo. As ações dividem-se entre aquelas que serão de responsabilidade do governo, tanto federal quanto local, e as aquelas que deverão ser realizadas pelo setor empresarial.

## Ações

No que se refere ao governo, sua principal função é de criar as bases, garantindo igualdade de oportunidades, ou, level playing field, para as tecnologias e práticas de baixo carbono em todos os setores da economia. Em setores-chave para o desenvolvimento de baixo carbono no país, como os de florestas e uso da terra, agropecuária e energia, a competitividade de tecnologias e práticas mitigadoras esbarram em barreiras institucionais, regulatórias ou mesmo legais. Isso ocorre, por exemplo, quando competem com produtos oriundos de práticas ilícitas como o desmatamento ilegal. Nesse sentido, o governo entra com instrumentos regulatórios, desenvolvendo programas e políticas que regem o desenvolvimento do país. Desta forma, o governo tem o poder de direcionar a economia rumo à requalificação necessária para tornar-se carbono-neutra até a metade do século. Notadamente, a maior parte dessas ações centra-se no governo federal. Entretanto, deve-se atribuir também as devidas responsabilidades aos governos estaduais e municipais, para que ajam de forma conjunta e integrada com o governo federal.

Ainda que as políticas climáticas sejam formuladas pelo governo, o setor empresarial deverá tomar iniciativas que incrementem a ambição quanto ao desenvolvimento de baixo carbono do Brasil. Para que o setor se insira de forma estratégica no plano de desenvolvimento de baixo carbono do país, é necessário

que busque usufruir das oportunidades apresentadas pelas macrotendências de longo prazo. Assim, em todos os eixos prioritários de ação, para além do governo, são indicadas ações que as empresas deverão adotar para chegar a modelos de negócios cada vez mais alinhados ao desenvolvimento de baixo carbono.

## **Redução do Desmatamento e Papel dos Sumidouros Florestais e do Solo**

A redução do desmatamento, com a eliminação do desmatamento ilegal, apresenta-se como a maior prioridade para o desenvolvimento de baixo carbono no país (ODS 8, 12, 13 e 15). As empresas entrevistadas pontuam unânime e fortemente que a ambição que o país terá condições de apresentar no período após 2030 depende do sucesso na eliminação do desmatamento ilegal. Como visto anteriormente, a maior pressão sobre as emissões nacionais está centrada nessa questão e somente a partir do alcance dessa meta, o sistema energético se tornará o foco de mitigação de emissões no Brasil. O código Florestal, se cumprido efetivamente, tem a capacidade de entregar o sucesso dessa meta crucial para o país. Entretanto, os instrumentos utilizados, em especial o Cadastro Ambiental Rural (CAR), não têm se mostrado suficientemente eficazes, o que se reflete nos recentes números: segundo dados do SEEG (2017), entre 2015 e 2016, as emissões totais do Brasil aumentaram em 12,3%, puxadas por uma alta de 27% do desmatamento da Amazônia, com consequente aumento de 23% das emissões de uso da terra. Isso se torna ainda mais alarmante à medida em que no mesmo período houve contração de 3,6% da economia brasileira.

Um dos principais pontos de pressão sobre a questão consiste na existência de todo um mercado para produtos florestais e agropecuários associados ao desmatamento. O estudo Opções de Mitigação (MCTIC, 2017), por exemplo, estima que 53% da lenha demandada pelo próprio setor de AFOLU é suprida por florestas nativas. Em um cenário em que o desmatamento ilegal seja zero, apenas 10% da lenha demandada deveriam ser provenientes de florestas nativas em 2050, o que indica claramente uma necessidade de expansão das florestas plantadas.

Portanto, para permitir que o Brasil chegue a 2030 atendendo essa condição básica para incrementar sua ambição climática, algumas medidas são apontadas como necessárias. Entre elas estão a exigência de selo de procedência dos produtos florestais, o incentivo a atividades de manejo florestal sustentável, a criação de linhas de crédito no plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono), a regulamentação sobre o uso do CAR e a utilização de sensoriamento remoto para fiscalização eletrônica do desmatamento além de reforma institucional e legal para o julgamento e a execução dos processos administrativos e criminais de desmatamento ilegal. Tais medidas foram colocadas pelo estudo Opções de Mitigação (MCTIC, 2017) e também tratadas no exercício realizado pelo CEBDS na análise de oportunidades e desafios da implementação da NDC (CEBDS, 2017).

Porém, é preciso ir além, com uma visão estratégica para o desenvolvimento de fato de mercados de produtos agropecuários e florestais livres de desmatamento ilegal em sua cadeia produtiva. A necessidade de eliminar o desmatamento ilegal como atividade criminosa, utilizando instrumentos de comando e controle, já é conhecida. É fundamental, por outro lado, incentivar os mercados de bens não associados a novos desmatamentos, como soja, carne, madeira, lenha, carvão vegetal, entre outros, tornando-os os mais competitivos frente àqueles associados às atividades desmatadoras. Para isso, é necessário em especial incentivar o setor de florestas plantadas e manejo sustentável de florestas nativas para que tenham condições de suprir a demanda de produtos florestais hoje suprida pelo desmatamento ilegal, a intensificação da pecuária e a promoção da recuperação de áreas de pastagens degradadas, evitando a expansão da fronteira agrícola para áreas desmatadas.

Para isso, as empresas devem tomar o robusto exemplo da Moratória da Soja, estabelecida em 2006. Com ela, empresas internacionais importadoras deste insumo pressionaram a cadeia produtiva da soja no Brasil para que fosse eliminado o desmatamento. Da mesma forma, intervenções nas cadeias produtivas dos outros bens associáveis ao desmatamento ilegal devem ser realizadas para que seus compradores exijam o seu fim, beneficiando substitutos de origem sustentável (NEPSTAD et. al, 2014). Empresas de setores que utilizam bens associáveis ao desmatamento como insumo deverão, portanto, comprometer-se a buscar produtos certificados, livres de desmatamento em sua cadeia produtiva.

É preciso, entretanto, que sejam estabelecidos mecanismos que além de robustos sejam permanentes, representando assim verdadeiras soluções de longo prazo. Um passo essencial seria o próprio governo brasileiro firmar acordos bilaterais de comércio com países importadores de produtos passíveis de asso-

ciação ao desmatamento ilegal, para que aceitem apenas produtos certificados. Firmar acordos internacionais que impeçam os importadores de acessar quaisquer produtos brasileiros de origem irregular evita, inclusive, que haja vazamento entre biomas, o que pode acontecer se o foco de certificação for somente a Amazônia, por exemplo, aumentando o desmatamento ilegal no cerrado (FOREST TRENDS, 2014).

Deve-se promover, com uma visão de longo prazo, o desenvolvimento sustentável local nas regiões norte e centro-oeste do país, onde o desmatamento atinge níveis críticos. De acordo com o INPE (2017), 38% do desmatamento ocorrido entre agosto de 2015 e julho de 2016 concentraram-se no estado do Pará. O estado observou um aumento da sua taxa de desmatamento de 41% no período. Já o Amazonas foi responsável por 13% do desmatamento no referido ano, mas observou um crescimento de alarmantes 54%. O Mato Grosso por sua vez foi responsável por 18% do desmatamento nesse mesmo período. É preciso fomentar o desenvolvimento sustentável local baseado na conservação, direcionando os recursos financeiros necessários a essas regiões. Para isso, é necessária uma articulação com os governos locais, garantindo o acesso aos recursos e facilitando os processos para os estados e municípios que se destaquem com relação à queda do desmatamento, com uma abordagem territorial do financiamento baseado em performance (NEPSTAD et. al, 2014).

A Agroicone (2017) estimou recentemente que para atender a demanda por carne bovina cumprindo com o Código Florestal nos próximos vinte anos, serão necessários investimentos de R\$30,1 bilhões somente no estado do Mato Grosso. Destes, R\$22,8 bilhões seriam destinados à intensificação da pecuária, elevando sua produtividade, R\$4,1 bilhões à restauração florestal e R\$3,2 bilhões ao preparo de áreas para atividade agrícola. A questão financeira local representa uma importante barreira na medida que, segundo a Agroicone (2017), somente as propriedades com escala superior a 3 mil hectares apresentam retorno positivo do investimento. Em contraste, de acordo com o último censo agropecuário realizado na região, em 2006, 18% da área de pasto do Mato Grosso era composto por propriedades inferiores a 500 hectares.

Para garantir o sucesso das metas, deve-se garantir incentivos para a produção sustentável local, beneficiando localidades que apresentem melhor performance em redução do desmatamento. Dessa forma, os produtores locais poderiam unir-se ao invés de operarem de forma isolada, melhorando a performance do seu município. As localidades com performance mais satisfatória seriam incentivadas de diversas formas, quais sejam: facilitação da licença para operar, menor risco para os compradores que se traduziriam em melhores termos de negociação, e, em especial, menores riscos associados ao financiamento, o que facilitaria o acesso aos recursos financeiros para todos os proprietários do município ou região (NEPSTAD et. al, 2014).

As empresas deverão cada vez mais adotar modelos de negócio que integrem o controle do estoque de carbono e dos serviços ecossistêmicos gerados. Isso pode ser realizado através de reservas privadas, por exemplo, onde se desenvolvam pesquisas e inovação, viveiros de mudas para reflorestamento, compensação de reserva legal e ações de desenvolvimento local que deverão, inclusive, gerar efeitos sobre a performance dos municípios onde estão localizadas. Um exemplo disso são as empresas que possuem reservas privadas e transformam essas reservas em benefícios ambientais, onde as atividades listadas acima são realizadas e o pagamento por serviço ambiental é visto como uma fonte de manutenção do negócio (a saber: o Legado das Águas Votorantim e a Reserva Natural Vale).

Além das medidas listadas, outro ponto essencial para o sucesso da redução do desmatamento no Brasil é sabidamente a consolidação da valoração econômica dos ativos ambientais (ODS 13 e 15). Ela permite a implementação do pagamento pelos serviços ecossistêmicos que incluem a regulação climática. O chamado Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) será capaz de transformar as práticas no setor de AFOLU, remunerando o uso sustentável da terra, evitando o desmatamento e incentivando a recuperação de áreas degradadas. Deve-se ressaltar que esta é uma solução bastante debatida e deverá, inclusive, caracterizar um importante elemento para o alcance da meta da NDC, como colocado anteriormente pelo CEBDS (2017). Um recente estudo desenvolvido pelo Grupo de Economia do Meio Ambiente (GEMA) da UFRJ estima que se implementado um pagamento pela conservação florestal de cerca de R\$400/ha/ano, o desmatamento acumulado evitado entre 2016 e 2030 chegaria a 18 milhões de hectares (YOUNG et. al, 2016). Pontua-se, entretanto, ser essencial que o instrumento se consolide no médio prazo com metodologia bem definida e infraestrutura tecnológica e regulatória bem desenvolvidas para a manutenção dos baixos níveis de desmatamento no longo prazo.

## Produção e consumo de baixo carbono e economia circular

### Bioeconomia e Comércio Internacional

A integração das políticas climáticas com as políticas de comércio exterior tem sido apontada como mais um ponto crucial para o desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo no Brasil. E isso vai além das questões relativas ao bloqueio do acesso internacional aos produtos associados ao desmatamento.

É necessário que as políticas de desenvolvimento visem a requalificar a produção no país, inclusive sua pauta exportadora, voltando-a à bioeconomia, área em que o Brasil apresenta elevada competitividade. A bioeconomia traz ao mercado soluções inovadoras, em sua maioria de alto valor agregado, cuja produção deverá contribuir intensamente para o desenvolvimento socioeconômico do país. A bioeconomia utiliza a biotecnologia de forma a gerar soluções para os desafios do desenvolvimento em diversos campos como a energia, a agricultura e a pecuária, a indústria, a gestão de resíduos e a saúde humana. Através dela, pode-se aprimorar a oferta e a sustentabilidade dos alimentos, rações para animais, materiais para a indústria e combustíveis, aprimorando, ao mesmo tempo, a qualidade da água e a conservação da biodiversidade (OCDE, 2009). A bioeconomia representa, portanto, uma consistente oportunidade para a requalificação da economia global no longo prazo. E o Brasil, com sua abundante oferta de recursos e histórico na sua utilização para os mais diversos fins, tem plenas condições de liderar este processo. Sua biodiversidade, os baixos custos na produção de biomassa, tanto florestal quanto cana de açúcar, e sua aplicação da ciência e tecnologia à agricultura tropical fazem do Brasil o potencial principal player da bioeconomia global (CNI, 2013).

No longo prazo, o Brasil poderá fazer uso em larga escala de biomassa para fins energéticos, como usinas térmicas a biomassa para geração de eletricidade, expansão do uso energético da lignina, bio-óleo para mistura em óleo cru, biogás originário de resíduos, biomateriais para a construção, entre muitos outros recursos. O Brasil já é pioneiro na produção e utilização de etanol veicular e também na utilização de térmicas a biomassa para geração de energia elétrica. Esta tecnologia garante inclusive previsibilidade ao sistema, com o back-up às fontes intermitentes, e segurança energética, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis para as térmicas. A pauta exportadora do país, da mesma forma, poderá voltar-se a produtos como biocombustíveis de segunda geração, bioquerosene de aviação, alimentos produzidos com novas técnicas, e novas fibras e biomateriais notadamente para a indústria alemã que de acordo com sua ELP pretende utilizá-los em grande escala no longo prazo.

A produção de bioquerosene de aviação, por exemplo, representa grande oportunidade para as empresas brasileiras uma vez que a Organização Internacional de Aviação Civil (do Inglês, ICAO) estabeleceu seu sistema de comércio de emissões com metas ambiciosas. A organização determinou em 2016 que a expansão do setor deverá ser carbono-neutra a partir de 2020. Com as limitações tecnológicas que o setor encontra para mitigar suas emissões, a demanda por bioquerosene de aviação deverá crescer exponencialmente após a partir do anúncio da meta. A associação Internacional do Transporte Aéreo (IATA) estima que a partir de 2020, 15% dos combustíveis utilizados no setor serão originários de biomassa.

Atualmente, o preço do bioquerosene representa uma barreira à sua ampla utilização, mas a redução da elasticidade-preço da demanda e pesquisa e desenvolvimento poderão alavancá-lo. Com toda sua expertise na produção de biocombustíveis e oferta de biomassa, o setor no Brasil é claramente um player-chave para este mercado. Já foram desenvolvidos no Brasil variações de bioquerosene de cana de açúcar, de oleaginosas e inclusive o Instituto Nacional de Tecnologia e o Instituto Militar do Exército desenvolveram o combustível a partir de cascas de frutas. Atualmente, a porcentagem permitida da mistura de bioquerosene na aviação é de 10%. O aumento dessa porcentagem esbarra, porém, na falta de competitividade dos custos do bioquerosene frente ao querosene de origem fóssil. No entanto, as metas de mitigação do setor deverão reduzir a elasticidade-preço da demanda. Ou seja, sem alternativa, o setor deverá passar a demandar o combustível para atender às metas. Assim, a própria aviação brasileira deverá importar esse combustível caso o país não passe a produzi-lo. Nesse sentido, programas de incentivo estruturantes ligado a bioprodutos, como o recém-criado Renovabio, devem ser expandidos. Além disso, em novembro de 2017, transitava um Projeto de Lei do Senado (PLS 506/2013) com o intuito de prover incentivos ao desenvolvimento de tecnologias para a produção de combustível a base de biomassas para a sustentabilidade da aviação brasileira. É essencial que o projeto de lei seja aprovado, e dê origem a um programa continuado de promoção de tais tecnologias no país.

A oferta de bioenergia no país, seja para a geração de energia elétrica, indústria ou transportes, contribui para a redução de emissões tanto ao substituir fontes fósseis quanto ao incentivar as melhores práticas de uso da terra (ODS 9, 12 e 13). A exemplo da cogeração com biomassa, que pode chegar de 60% a 70% de substituição térmica na indústria do cimento, por exemplo. Somente na empresa Votorantim Cimentos, essa prática já é capaz de gerar um abatimento de 100 mil tCO<sub>2</sub>/ano segundo informações da empresa. Quanto maior o uso energético da biomassa, maior o incentivo às florestas plantadas e também a integração do plantio de cana de açúcar com a conservação e restauração das matas nativas. Já existem inclusive projetos no estado de São Paulo seguindo o caminho da integração entre o plantio de biomassa e a restauração florestal. Entretanto, especialistas colocam que os custos dos projetos de restauração ainda são bastante altos, podendo chegar a R\$20 mil por hectare, incluindo-se os custos de manutenção. Por outro lado, o investimento em pesquisa e desenvolvimento em bioeconomia poderá, no médio a longo prazo, reduzir tais custos além de beneficiar o plantio da biomassa para fins energéticos.

Com o intuito de capturar todas essas oportunidades, é necessária, porém, uma consistente política nacional de promoção da bioeconomia. Tal política deverá enfrentar os desafios de estabelecer um marco regulatório avançado para o uso da biotecnologia, formar capital humano incentivando a ciência e promovendo o empreendedorismo na área (CNI, 2013). Levanta-se, como principal ação para o desenvolvimento da bioeconomia no Brasil, incentivar o investimento em ciência articulando-a com o setor empresarial, através de grupos de pesquisa efetivamente ligados ao empreendedorismo.

Para que isso seja possível, o governo deverá investir em ciência e tecnologia e rever marcos regulatórios. É preciso em primeiro lugar que o governo eleja a ciência, a tecnologia e a inovação em uma escolha estratégica dos vetores de desenvolvimento, revertendo a presente tendência de desinvestimento no setor no país, e planejando estrategicamente para o longo prazo os investimentos neste campo. Neste processo, o governo deverá incentivar parcerias entre academia e setor empresarial, priorizando projetos que envolvam além de grupos científicos, empresas. Além disso, o governo deverá minimizar a insegurança jurídica estabelecendo regras consistentes com a clareza que permitirá à academia e às empresas antecipar o impacto e garantir a legalidade das suas atividades. Entre as leis e normas a serem aprimoradas e/ou atualizadas, estão o Marco Regulatório de Acesso a Recursos Genéticos e Repartição de Benefícios, a Lei de Biossegurança (Lei 11.105/2005), a Lei de Propriedade Industrial (Lei 9279/1996) e a Lei da Inovação (Lei 10.973/2004). Isso permitirá por exemplo a melhoria do acesso ao patrimônio genético, a agilização do processo de concessão de patentes, a possibilidade de utilização de mecanismos contemporâneos de transferência de tecnologia, entre outros aspectos (CNI, 2013).

Nesse sentido, o caminho será investir nos setores agropecuário, florestal e industrial, formando parcerias público-privadas e reforçando acordos internacionais. De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2009), o primeiro passo para construção da bioeconomia no longo prazo consiste em uma série de fundamentações de curto prazo. A primeira delas é encorajar a utilização da biotecnologia nos setores agropecuário e florestal, aprimorando a variedade de plantas e animais, expandindo o número de empresas e institutos de pesquisa utilizando estes recursos e fomentando o diálogo entre governo, empresas e sociedade civil. É preciso concentrar esforços nos setores agropecuário, florestal e industrial uma vez que 75% do potencial de benefícios econômicos e ambientais da bioeconomia residem nestes setores (OCDE, 2009). Para isso, deve-se incrementar as pesquisas em biotecnologia para aplicação nesses setores através do aumento do investimento público em pesquisa, combinado à formação de parcerias público-privadas. Além disso, recomenda-se encorajar a inclusão do uso e do suporte à bioeconomia em acordos internacionais de cooperação e ação frente aos desafios globais como o próprio Acordo de Paris. Outro importante ponto, retomando a discussão sobre acordos bilaterais de comércio, seria firmar acordos deste tipo para transferência de tecnologia e comercialização de produtos beneficiados pela biotecnologia.

O governo deverá representar, portanto, um viabilizador de novos modelos de negócios voltados para a bioeconomia no país. É preciso evitar não só o lock-in tecnológico, mas também institucional e regulatório, implementando políticas e regulações flexíveis às inovações que venham a surgir e incentivando a infraestrutura e os modelos de negócios necessários ao seu desenvolvimento. Para maximizar o potencial econômico, social e ambiental da bioeconomia, é necessário também articular as diversas pastas do governo envolvidas como agricultura, meio ambiente, indústria e comércio exterior, ciência,

tecnologia e inovação, educação, transportes, etc., aproveitando todo o potencial comercial dos novos modelos intersetoriais que surgirão.

As empresas deverão enxergar o potencial disruptivo da bioeconomia e buscar ativamente parcerias para aprimorar a produtividade, reduzir emissões e transformar os modelos de negócio atuais (ODS 6, 7, 8, 9, 12, 13 e 15). Assim, deverão seguir uma trajetória gradual e crescente de migração para a bioeconomia com vistas a alcançar competitividade internacional. Deverão, portanto, formar parcerias e integrar-se com institutos de pesquisa, grupos científicos de dentro e fora do país para realizar pesquisa e desenvolvimento que poderão dar origem a uma série de substitutos aos bens de origem fóssil ou intensivos em energia. Um exemplo relevante disso é o desenvolvimento de produtos com biotecnologia, como os diversos usos de alto valor agregado da lignina que vem sendo estudados. Além disso, a nanotecnologia como a nanocelulose, além de apresentar aplicações em uma série de campos como cosméticos, têxteis e substituição de plásticos, geram ganhos energéticos e no uso da água.

As empresas poderão ainda formar joint ventures com empresas internacionais para desenvolvimento de tecnologias disruptivas e para dar escala às tecnologias (ODS 7, 8, 9, 12 e 13). A exemplo das empresas brasileiras que possuem parcerias com empresas no Canadá para investimentos em tecnologias disruptivas. A Votorantim Cimentos, por exemplo, realiza pesquisa e desenvolvimento em tecnologia que utiliza microalgas para remoções de emissões e produção de biomassa. Já a Fibria tem investido em bio-óleo para mistura e substituição de parte do óleo cru. Além de parcerias no Canadá, a empresa possui ainda parceria com empresa na Finlândia para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de nanocelulose.

Na indústria siderúrgica, existe um grande potencial de utilização de carvão vegetal de origem sustentável na coqueria de altos fornos que está, porém, condicionada ao planejamento da logística, transporte do carvão e segurança no atendimento da demanda (ODS 7, 8, 9, 12 e 13). Esta substituição é amplamente conhecida, como pode ser visto nas projeções apresentadas no capítulo anterior, na seção de projeções para o setor industrial. Porém somente o planejamento do transporte do carvão vegetal, com a garantia de uma infraestrutura que permita baixos custos e baixas emissões, viabilizará os investimentos necessários para a utilização desse carvão vegetal. Isso trará, portanto, previsibilidade à demanda. Há, conseqüentemente, ganhos em capacidade de planejamento da oferta. Assim, o setor de florestas plantadas consegue determinar os locais de produção e os volumes a serem produzidos para atender a indústria, que por sua vez mitiga suas emissões com o uso deste insumo.

Para atender demandas como essa, é importante o setor empresarial entender as demandas futuras do mercado e efeitos sobre o planejamento eficiente da oferta e sua logística. Recomenda-se um mapa que deverá conter uma visão sistêmica dos mercados futuros, identificando as tendências do consumo intermediário entre setores nacionais e demandas do mercado externo à medida que o mundo avança rumo às metas de desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo. Não somente os bens provenientes da bioeconomia, mas também bens que quando produzidos no Brasil apresentam baixa pegada de carbono deverão observar crescimento de sua demanda no médio a longo prazo.

Com relação ao comércio internacional, aponta ainda como medida necessária, por parte do governo, facilitar a importação de bens de capital de baixo carbono para a indústria e o setor elétrico. Para isso, é preciso reduzir impostos cobrados sobre a importação de tais equipamentos. Por exemplo, para o setor de cimento, a tecnologia de Waste Heat Recovery já é utilizada por empresas brasileiras na China e deixa de ser utilizada no Brasil por custo de importação dos equipamentos. Segundo a empresa, o imposto sobre a importação dos equipamentos chega ao nível de 50% do investimento. Esta é uma tecnologia que aproveita o calor residual, reduzindo o consumo de fontes primárias de energia para geração de calor, e, portanto, reforça a economia circular.

O governo também deverá agir no sentido de controlar a pegada de carbono dos bens importados. Estes por vezes apresentam pegada de carbono superior ao produto nacional, como é o caso de metais como aço e alumínio. A atenção às emissões das importações leva à recomendação do aumento da taxa de tais produtos importados mais carbono-intensivos que os substitutos brasileiros (border tax).

## Economia Circular

Um exemplo prático de como o conceito de economia circular é relevante para a descarbonização da economia é um arranjo integrado de empreendimentos conhecido como eco parque industrial. O

Documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre o financiamento das NDCs<sup>15</sup> cita a possibilidade de financiamento dos modelos de negócio locais intersetoriais que possam mitigar as emissões de GEE em mais de um setor como uma das oportunidades identificadas. O principal diferencial competitivo destes modelos de negócio é o aproveitamento dos resíduos de um setor como matéria-prima do outro, drasticamente reduzindo os custos de logística. Um exemplo importante disso é o aproveitamento dos produtos ou resíduos do setor agrícola como insumo para a química verde. O compartilhamento dos processos produtivos segue a mesma lógica. Por exemplo, uso de energia solar para decompor a água na geração de hidrogênio para produção de amônia e metanol.

As práticas da economia circular deverão orientar a indústria no longo prazo, permitindo redução de custos com a reutilização de materiais usados como matéria prima e combustível (ODS 7, 8, 9, 12 e 13). Assim como observado nas projeções do capítulo anterior, as empresas vêm, ainda como oportunidades no longo prazo, a reutilização de materiais e utilização de materiais com pegada de carbono inferior para o desenvolvimento de baixo carbono na indústria. Por exemplo, no setor siderúrgico, a utilização da sucata reduz a necessidade de se produzir ferro-gusa, garantindo o reaproveitamento do material e reduzindo emissões. No setor de cimento, a prática do coprocessamento permite a utilização de resíduos em substituição a combustíveis e matérias-primas, dando fim de vida energético a esses resíduos. Além disso, adições aos cimentos como cinzas e escórias para produzir clínquer, filler de calcário e argilas permitem a redução da produção de clínquer.

Entretanto, para alavancar o coprocessamento é necessário um esforço dos governos no nível municipal pois deverão permitir mais amplamente o a utilização dos resíduos. Especialistas do setor indicam que existe a necessidade de se ajustar as leis que regulam a utilização de resíduos sólidos urbanos no sentido de transpor uma barreira legal que se apresenta ao coprocessamento na indústria. É necessário que a porcentagem do resíduo urbano que poderá ser destinado ao coprocessamento seja expandida, permitindo que a indústria no país chegue a níveis comparáveis a Alemanha, por exemplo, onde há fornos industriais operando com 90% de combustíveis de coprocessamento. Para isso, a implementação de centrais de triagem é fundamental. Com elas, o material que será destinado para a reciclagem é selecionado, de forma que o rejeito desta etapa se torna combustível derivado de resíduos (CDR) mediante coprocessamento em indústrias cimenteiras. Isso neutraliza a possibilidade de competição pelo uso dos resíduos, garantindo o sucesso da reciclagem inclusive como atividade econômica.

Nesse mesmo sentido, é preciso também um esforço dos governos estaduais no sentido de facilitar o transporte interestadual de resíduos para utilização em coprocessamento. Deve haver uma coordenação entre leis estaduais de transporte de resíduos e uma facilitação do processo de autorização do transporte interestadual para, por exemplo, maximizar o potencial que uma empresa que opera em diferentes estados tem de utilizar resíduos para o coprocessamento.

Além disso, os estados deverão buscar aprovar regulamentação que permita o coprocessamento de CDR, a exemplo do Estado de São Paulo, com a Resolução SMA<sup>16</sup> N° 38, de 31 de maio de 2017. Tal resolução estabelece as características mínimas para os combustíveis derivados de resíduos sólidos urbanos e as condições e os critérios para o licenciamento ambiental para a recuperação energética do CDR nos fornos de produção de clínquer buscando as melhores práticas disponíveis. Isso regulariza a prática do coprocessamento, permitindo que cada vez mais empresas possam fazer uso dos resíduos sólidos para fins energéticos.

A indústria deverá também investir na migração de tecnologias construtivas mais intensivas em carbono para tecnologias menos intensivas (ODS 8, 9, 12 e 13). Além da madeira e biomateriais, produtos como argamassa e concreto industrializados prontos deverão ganhar espaço no mercado. Tais produtos apresentam maior valor agregado e menor intensidade de carbono uma vez que possuem menor teor de cimento. À medida que as metas climáticas se tornarem mais ambiciosas, produtos como estes deverão se tornar mais competitivos e ganhar mais espaço no mercado.

Recomenda-se ainda que as empresas busquem conduzir atividades de pesquisa e desenvolvimento para tecnologias de captura, armazenamento e utilização industrial de carbono (ODS 8, 9, 12, 13 e 15). As projeções realizadas para a metade do século consideram que neste horizonte de tempo, as tecno-

<sup>15</sup> Documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao Acordo de Paris, disponível online.

<sup>16</sup> Secretaria de Meio Ambiente

logias de captura e armazenamento de carbono poderão tornar-se importantes aliadas do desenvolvimento de baixo carbono global. Em setores como aço e cimento, que apresentam limitado potencial de descarbonização, o CCS foi identificado como a única opção de mitigação em larga escala para promover as reduções necessárias para o sucesso das metas de 2050. Mas há ainda o potencial de utilização do carbono capturado para fins industriais.

Tal potencial traduz-se em grande oportunidade para as empresas que gerarem grandes quantidades do gás pois ao invés de incorrer em custos de armazenamento do carbono, poderão ser remuneradas por aquelas que o utilizarem. A oportunidade mais conhecida nesse sentido tem se mostrado ser a chamada recuperação avançada de petróleo (EOR), através da qual injeta-se o CO<sub>2</sub> em poços esgotados para recuperar o óleo inexplorado (DOE, 2017).

Segundo a IEA (2017), porém, apenas algumas dessas opções de uso do carbono são capazes de fato de reduzir emissões, levantar receitas suficientes para cobrir o investimento em equipamentos de CCS, e serão escaláveis até 2050 a ponto de gerar mitigação significativa no mundo. Entre elas, está a conversão bioquímica por microalgas na qual já há empresas brasileiras investindo.

As empresas deverão adotar metas de produtividade da terra, com controle da sua origem e metas de conversão de áreas pasto. (ODS 8, 12, 13 e 15). A consolidação destas práticas, além de contribuir para as metas da NDC, garante a renovação dos ciclos no longo prazo. Retorna-se a produtividade a uma extensão cada vez maior de terras antes degradadas e, no longo prazo, esta prática de uso circular da terra poderá representar um importante mecanismo para evitar a existência de novas áreas degradadas improdutivas.

A abordagem do nexo água-energia-alimentos poderá ser adotada para alavancar novos modelos de negócios integrados, considerando todas as externalidades geradas (ODS 13, 7, 8, 12 e 15). No setor de florestas e uso da terra, as estratégias de economia circular podem ajudar a evitar perdas de alimentos, melhorar a gestão e reutilização de resíduos, por exemplo, pela substituição de produtos primários. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization - FAO) estima que, a cada ano, aproximadamente um terço de todos os alimentos produzidos para consumo humano no mundo é perdido ou desperdiçado. Além de aumentar as emissões de GEE, a produção agrícola não utilizada também ocupa terras valiosas, consome água e causa a perda de biodiversidade. As tecnologias de recuperação de nutrientes, por exemplo, podem utilizar o estrume para produzir insumos ricos em nutrientes que, por sua vez, podem substituir fertilizantes sintéticos. Estes últimos, ao longo da última década, apresentaram aumento significativo de custos, além de contribuírem fortemente para as emissões de CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O. Complementar esses processos através da digestão anaeróbica gera benefícios adicionais de fornecer subprodutos como o biogás que, por sua vez, pode substituir os combustíveis fósseis pela geração de calor e eletricidade.

Como orientação geral o governo deverá buscar, sempre que possível, a integração das ações de mitigação e de adaptação. Por exemplo, zerar o desmatamento ilegal na Amazônia e promover a recuperação de áreas degradadas para além de mitigar emissões, são medidas que irão permitir, no longo prazo, que os ciclos hídricos se recomponham. O próprio setor florestal, o setor agropecuário e também o setor elétrico têm sofrido fortemente as consequências das mudanças no regime de chuvas em diversas regiões do país. Em se realizando os esforços para zerar o desmatamento ilegal, a partir de 2030 o ponto de pressão de mitigação se tornará de fato o sistema energético. Se, no longo prazo, os ciclos hídricos se recompuserem, o perfil renovável da matriz elétrica brasileira será mantido com menor esforço, mantendo a geração da fonte hídrica pelo menos nos níveis anteriores à crise hídrica.

O consumo racional da água e os esforços de recomposição dos ciclos hídricos provam-se, portanto, essenciais para o país, e deverão ser perseguidos através da adoção da abordagem do nexo água-energia-alimentos e da integração das medidas de mitigação e adaptação, com atenção à redução do desmatamento. Um estudo da NASA concluiu que entre 2012 e 2015 as regiões Sudeste e Nordeste perderam juntas cerca de 105 trilhões de litros d'água por ano. Utilizando dois satélites da NASA, represas e reservatórios brasileiros também foram avaliados. Segundo o estudo, eles atingiram os níveis mais baixos desde 2005. Os dezesseis reservatórios avaliados no estudo – entre eles os de Furnas, Ilha Solteira e Três Marias – registraram capacidade mínima de armazenamento de água de dezembro de 2014 a dezembro de 2015. Outro exemplo é o reservatório de água do sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de aproximadamente 8,8 milhões de pessoas

na Região Metropolitana de São Paulo, que em setembro de 2014 apresentava apenas 10,7% de sua capacidade total (FAPESP, 2015).

Assim, a participação das hidrelétricas na oferta interna de energia elétrica no Brasil passou de 81,9% em 2011 a 64% em 2015, segundo dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2012; 2016). Essa lacuna foi suprida majoritariamente com a ativação de termelétricas, tendo a participação das usinas térmicas a gás natural crescido de 4,4% em 2011 a 12,9% em 2015, as térmicas a carvão e derivados passaram de 1,4% a 4,5% e as térmicas a derivados do petróleo de 2,5% a 4,8% entre 2011 e 2015. Tal fato teve efeitos sobre o preço da energia elétrica, cujas tarifas cresceram cerca de 49% em 2015, com pressão sobre a inflação.

Note-se que a agricultura é responsável no Brasil por 72% de todo o consumo de água, seguido pelo consumo animal, com 11% (SENADO, 2015). A escassez hídrica afeta, portanto, o setor elétrico, com efeito sobre a participação das renováveis na matriz, mas também impacta de forma relevante a produção de alimentos. Assim, a racionalização do consumo da água e a busca pela recomposição dos ciclos hídricos beneficia toda a cadeia água-energia-alimentos, necessária ao desenvolvimento do país.

### Transição Energética

O aprimoramento do perfil renovável e limpo do sistema energético apresenta-se como provável prioridade do médio ao longo prazo. Como mencionado ao longo deste exercício, projeta-se que no médio para longo prazo o sistema energético ganhe expressiva participação nas emissões totais do Brasil. Assim, espera-se que passe a existir uma maior pressão sobre o setor de energia para que se desenvolva de forma a emitir menos GEE a partir de 2030. Ainda que atualmente o Brasil se destaque pela alta participação de fontes renováveis em sua matriz energética, puxada pela alta participação da fonte hídrica em sua matriz elétrica, todas as projeções para o longo prazo concluem que a expansão da oferta não será baseada nesta fonte. Isso levanta preocupações sobre as emissões no longo prazo, com a perspectiva de que a demanda adicional de energia elétrica seja suprida por térmicas de fontes fósseis. Além disso, o sistema de transportes brasileiro torna-se cada vez mais um ponto de pressão no que se refere às emissões. Isso porque o setor baseia-se majoritariamente no modal rodoviário, com intenso uso do diesel para o transporte de cargas e passageiros. Atualmente, os transportes já são responsáveis por 48% das emissões do sistema energético (SEEG, 2017).

Assim, uma medida que se faz necessária para desacelerar as emissões do sistema energético é a eliminação dos subsídios aos combustíveis fósseis (ODS 7 e 13). Segundo o relatório Brown to Green (CLIMATE TRANSPARENCY, 2017) que avalia a transição para uma economia de baixo carbono nos países do G20, o governo brasileiro aportou em 2014 US\$27 bilhões em subsídios para combustíveis fósseis, ficando entre os maiores montantes de todos os países do G20. Além disso, o financiamento público de projetos relacionados a esses combustíveis teve no mesmo ano um somatório de US\$3 bilhões (CLIMATE TRANSPARENCY, 2017). Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de um plano de redução gradual dos subsídios aos combustíveis fósseis transferindo-os aos combustíveis de origem renovável.

Em 2009, durante o Pittsburgh Summit, os países do G20 se comprometeram a racionalizar e gradualmente eliminar os subsídios aos combustíveis fósseis ditos ineficientes até 2020, através da elaboração e implementação de planos de ação. O Brasil, como integrante do grupo, inclui-se no compromisso. Entretanto, segundo a Climate Transparency (2017), esses países estão falhando em cumprir com seu compromisso, inclusive o Brasil, que não elaborou seu plano de ação para o phasing-out de tais subsídios.

Como consequência disso, em fevereiro de 2017, investidores e seguradoras detentores de mais de US\$2,8 trilhões em ativos sob sua gestão lançaram um posicionamento reivindicando que os países do G20 estabeleçam um prazo limite para a eliminação dos subsídios e do financiamento público de projetos relacionados aos combustíveis fósseis, realocando os recursos para investimentos verdes (UNFCCC, 2017). Isso torna a eliminação de tais subsídios ainda mais importante para o Brasil, uma vez que põe em questão o acesso aos recursos de investidores internacionais, cada vez mais necessários ao país. Mais uma vez reforça-se o papel de programas e políticas que estruturam o reconhecimento da cadeia de valor de bioprodutos e produtos de baixa pegada de carbono de forma a fomentar pequenos e médios produtores que contribuam com resultados no longo prazo.

Para aumentar sua ambição no setor elétrico, é necessário que o Brasil explore seu enorme potencial de geração para as fontes solar e eólica. Estima-se que o potencial eólico brasileiro seja superior a 500 GW, estando 52% deste potencial concentrados na região Nordeste (ANEEL, 2008). Atualmente, são apenas cerca de 12,4 GW instalados da fonte eólica no país (ABEEÓLICA, 2017). Ainda que esta fonte tenha crescido expressivamente nos últimos anos, como já mencionado, ainda está muito distante do real aproveitamento do seu potencial. A fonte solar fotovoltaica atualmente apresenta participação marginal na matriz elétrica nacional, apesar do Brasil ser privilegiado em radiação solar. O Nordeste brasileiro apresenta radiação comparável às melhores localizações para geração solar no mundo, como a cidade de Dongola, no deserto do Sudão, e a região de Dagget, no Deserto de Mojave, Califórnia (ANEEL, 2008). As fontes solar e eólica, combinadas às hidrelétricas e usinas térmicas a biomassa, poderão garantir um mix renovável, limpo e seguro para o país.

No que se refere à estrutura do sistema elétrico, especialistas do setor recomendam uma revisão e aprimoramento do seu sistema de governança do, hoje muito fragmentado e por isso pouco ágil, com responsabilidades mal distribuídas (ODS 7, 8 e 13). Atualmente no Brasil, este setor é regido e por uma série de instituições: o Ministério de Minas e Energia, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Operador Nacional do Sistema (ONS), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), com responsabilidades sobrepostas e uma falta de clareza que permita uma governança eficaz. No entanto, é necessário um sistema de governança bem definido e funcional para conseguir realizar as mudanças estruturais que irão redirecionar o desenvolvimento do setor, de forma a atender à crescente demanda por energia elétrica com baixas emissões de GEE.

Especialistas argumentam ainda que, para garantir maior participação das fontes renováveis, é necessário maior engajamento do governo federal propondo inclusive uma lei nacional com este fim. Como colocado no capítulo anterior, os exercícios de projeção realizados propõem medidas para incentivar fontes renováveis alternativas como a biomassa, por exemplo a realização de leilões específicos e eventos para difundir o conhecimento sobre as tecnologias. As medidas propostas, entretanto, podem não ser suficientes. É preciso um efetivo engajamento do governo federal, propondo ao parlamento uma Lei de Transição Energética para o Crescimento, como foi feito pela França e pelo México e tratado no Capítulo 1.

Outra questão conhecida e essencial para alavancar a matriz energética renovável no Brasil no longo prazo é a melhoria da regulação para a geração distribuída de energia elétrica (ODS 1, 7, 8, 9 e 13). Apesar de ser um tema já bastante discutido inclusive pelo exercício anterior do CEBDS (2017) referente à NDC, o setor considera que as metas postas para a participação de renováveis na matriz elétrica em 2030 deverão ser alcançadas sem obstáculos relevantes. A regulação da mini e micro geração distribuída foi inclusive aprimorada em 2012 e 2015, permitindo a geração de créditos de energia para a compensação de geração excedente, inclusive em condomínios. Porém, para que a ambição cresça no longo prazo, é necessário ainda dar maior atenção às barreiras que se impõem à maximização do aproveitamento do potencial de tecnologias como a energia solar fotovoltaica e eólica distribuídas. A regulação deverá ser revista para aprimorar o processo de net metering<sup>17</sup> para que passe a permitir a comercialização da energia gerada com a rede, em transações financeiras, não apenas acumulando créditos em energia. Isso será um importante impulsionador de desenvolvimento em regiões como o semiárido nordestino, que concentra a maior parte do potencial nacional de aproveitamento dessas tecnologias e ainda carece de universalização do acesso à eletricidade. Um mais amplo acesso a esse recurso combinado à possibilidade de comercialização do excedente apresenta potencial importante de geração de renda e consequente dinamização da economia local.

Considerando-se o importante papel da geração distribuída, a ELP brasileira deverá trazer em si ao menos dois cenários de projeção científica até 2050 para o setor elétrico, que embasarão suas ações:

1. Projeções considerando uma forte disrupção tecnológica para dar escala à geração distribuída, com expressiva queda dos seus custos;
2. Geração distribuída sem aceleração expressiva do crescimento da sua participação na matriz elétrica.

<sup>17</sup> Net metering, ou Sistema de Compensação de Energia, é a abordagem na qual medidores bidirecionais medem o fluxo energético em uma unidade consumidora dotada de microgeração (CEBDS, 2017).

Isso porque especialistas do setor consideram que as projeções atualmente disponíveis não levam em conta o potencial de ruptura nos custos de geração das fontes solar e eólica. De acordo com a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA, 2016), entre 2015 e 2025 há um enorme potencial de redução do investimento necessário e do custo nivelado da eletricidade<sup>18</sup> (do Inglês, LCOE). Para a energia solar fotovoltaica, o custo do investimento deverá ser reduzido em 57% e seu LCOE em 59% até 2025. Para a tecnologia de Energia Solar Concentrada (do Inglês, CSP), a queda de custos poderá chegar a 37% em termos de investimento e 43% em LCOE. Já para a fonte eólica, a queda nos custos de investimento não deverá ser tão expressiva, sendo 12% para onshore e 15% para offshore. Já seu LCOE deverá ser bastante reduzido, projetando-se queda de 26% para onshore e 35% para offshore.

Sabidamente, um ponto importante do qual dependem os ganhos de escala das fontes renováveis alternativas é a capacidade de estocagem de energia. A estocagem pode caracterizar um importante aliado para garantir um perfil de baixo carbono do setor elétrico e o desenvolvimento deste mercado pode ser determinante para o cenário que virá a se concretizar no longo prazo. Isso porque a estocagem oferece uma espécie de aumento da capacidade ao sistema, garantindo despachabilidade em um futuro no qual se vislumbra a penetração de fontes intermitentes, quais sejam, solar, eólica e hidrelétricas a fio d'água. A estocagem garante que em horários de pico o sistema possa gerir os despachos de forma adequada e permite que a geração distribuída seja autossuficiente. Permite ainda que os consumidores sejam gestores do seu consumo, aliviando a congestão da rede e criando a possibilidade de adiamento de custosos investimentos em distribuição e transmissão (DELOITTE, 2015). Uma série de tecnologias poderão vir a promover uma revolução no setor, mas atualmente estas encontram-se, em sua maioria, em fase de desenvolvimento. Além dos sistemas de baterias e armazenamento com hidrogênio, há tecnologias mecânicas e térmicas que poderão ser necessárias para uma maior participação das renováveis alternativas na matriz elétrica brasileira.

Ainda que o Brasil não seja o precursor desse movimento e não lidere o desenvolvimento e maturação das tecnologias de estocagem de energia, o governo brasileiro deve estar atento às oportunidades para sua utilização e fabricação no país. Deverá, portanto, acompanhar seu desenvolvimento e buscar cooperação com os países que estão à frente deste processo como a Alemanha, a Noruega e o Japão (IEA, 2014).

A tecnologia CSP deverá desempenhar um importante papel, combinando a geração solar com o armazenamento de energia, a hibridização de usinas com biomassa e com ela a despachabilidade. A tecnologia CSP é uma usina térmica com um processo de geração indireta de energia elétrica através dos raios solares. Nela, o calor do sol é captado e armazenado para que seja transformado primeiramente em energia mecânica, através de uma turbina, que por sua vez gerará eletricidade. Espelhos são utilizados para refletir os raios solares e direcioná-los ao receptor, onde passa um fluido térmico que irá armazená-lo. Além de sistemas de armazenamento, as usinas podem ser híbridas com biomassa, o que lhe confere a capacidade de gestão dos despachos ao longo do dia. De acordo com estudos realizados pela COPPE-UFRJ, o Brasil apresenta grande potencial para a utilização desta tecnologia. Os estudos concluem ainda que 71% deste potencial encontra-se na região Nordeste, o que poderá ainda promover desenvolvimento socioeconômico de baixo carbono na região (SORIA et. al, 2015).

Outra questão que pode ser determinante para o desenvolvimento de baixo carbono do setor elétrico no longo prazo é a digitalização do sistema elétrico, como colocado pela ELP da Alemanha, por exemplo. O Sistema Interligado Nacional (SIN) já tem se beneficiado de recursos digitais em sua gestão, por parte do ONS. Porém é possível ir além no médio a longo prazo com redes inteligentes (smart grids) e ainda micro grids. As redes inteligentes permitirão uma gestão eficiente do sistema, com toda uma automatização e um sistema robusto de transmissão de dados acerca da geração e do consumo de energia elétrica. Além disso, falhas são imediatamente detectadas e permitindo assim que sejam corrigidas de forma muito mais eficiente do que ocorre atualmente. Os micro grids por sua vez representam facilitadores da geração distribuída, realizando uma gestão digital eficiente dos sistemas de pequeno porte. Eles maximizam constantemente, através de controles inteligentes, sua conexão à rede.

Acredita-se também que, no longo prazo, a tecnologia Blockchain possa otimizar ainda mais a geração distribuída. A tecnologia consiste em uma estrutura descentralizada e coletiva de armazena-

<sup>18</sup> Medida utilizada para comparar investimentos em diferentes fontes de geração de energia elétrica, representada em dólares por unidade de energia gerada. Consiste na razão entre os custos totais ao longo da vida útil do empreendimento, incluindo CAPEX e OPEX, e o total de energia gerado.

mento e gestão de dados que permite que todos os participantes adicionem novos e validem os dados existentes. Com ela, podem-se criar certificados para as unidades de energia geradas por fontes renováveis que podem ser verificados automaticamente e a energia transacionada através da própria tecnologia (MIT, 2017).

O governo pode maximizar o aproveitamento do potencial da digitalização do sistema elétrico utilizando o recurso em instrumentos de política pública e garantindo sua segurança. A utilização por parte do governo de sistemas de redes inteligentes permite inclusive uma quebra de paradigma em termos de planejamento energético revolucionando a produção de estatísticas da geração e consumo de energia elétrica. Para isso, a Agência Internacional de Energia (IEA, 2017b) recomenda uma série de medidas sem arrependimento (no-regret) que o governo deverá tomar. São elas: atualização e construção de expertise entre os tomadores de decisão sobre o estado da arte da digitalização do sistema elétrico, garantia de transparência e acesso aos dados, flexibilidade na formulação de políticas públicas para incorporar tais recursos, experimentação através de projetos-piloto, troca de experiências com outros países e jurisdições, monitoramento dos impactos da digitalização sobre o consumo de energia elétrica e a inclusão de exigências de padrões de segurança nas tecnologias que receberem o seu suporte (IEA, 2017b).

Para as concessionárias, recomenda-se realizar desde já testes e pilotos com vistas a investir nas tecnologias inteligentes para que a partir do médio prazo beneficiem-se da sua maior eficiência. Deve-se tomar o exemplo de algumas concessionárias que vêm elegendo ao menos um município da sua área para realizar a troca dos medidores eletromecânicos por medidores digitais inteligentes. A CEMIG já vem implementando seu primeiro projeto de instalação de medidores inteligentes na região atendida pelas subestações Sete Lagoas 1, 2 e 3, atendendo aos municípios desta área. Desde o início da operação, os clientes que ganharam medidores inteligentes passaram a ter acesso a uma página na internet que lhes permite monitorar seu consumo de energia diariamente. Já a CPFL substituiu 24.500 medidores eletrônicos convencionais de grandes clientes (Grupo A) por medidores eletrônicos inteligentes (smart meters). Os dados destes clientes passaram a ser coletados remotamente por meio de uma rede própria de telecomunicações implementada pela CPFL, segundo a empresa.

Garantindo-se o perfil renovável e limpo da matriz elétrica, as empresas deverão investir na eletrificação do máximo possível de atividades. O governo, por sua vez, deverá realizar projetos de infraestrutura para garantir esse processo (ODS 7, 8, 9, 12 e 13). Quando a energia elétrica gerada é limpa, a eletrificação da economia torna-se, por conseguinte, um processo de descarbonização. Além disso, a eletricidade gera ganhos de produtividade, à medida que é capaz de entregar uma mesma quantidade de serviços energéticos consumindo menos energia primária. Ou seja, a eletricidade é mais eficiente porque minimiza perdas de conversão. A transição para modais elétricos no setor de transportes é o maior exemplo disso, como visto nas projeções de longo prazo tratadas no capítulo anterior. Segundo relatório da Energy Transitions (2017), a eletrificação de atividades pode chegar a reduzir o consumo de combustíveis fósseis em 20% até 2040. No setor de transportes, 30% do seu consumo destes combustíveis poderá ser eliminado no mesmo período. É necessário, porém, todo um planejamento do setor elétrico para incrementar sua capacidade instalada, com investimento adicionais em infraestrutura como por exemplo os carregadores para veículos elétricos.

Para além dos veículos elétricos, amplamente discutidos, o transporte de cargas também deverá se tornar eletrificado através de ferrovias. De acordo com estudo realizado pelo CEBDS (2016d), se 100% da carga transportada por ferrovias for realizada por ferrovias eletrificadas e metade da atual carga transportada por caminhões passar a ser transportada por este modal, seriam necessários aproximadamente 7-10 TWh, menos de 0,01% da eletricidade gerada no Brasil. A mudança de modal permitiria uma redução de 83% no total de GEE emitidos pelo transporte de cargas até 2050.

As empresas deverão investir em tecnologias consolidadas e também em pesquisa e desenvolvimento para a eletrificação da produção na indústria. De acordo com a Energy Transitions (2017), o setor industrial ainda apresenta potencial de eletrificação de suas atividades inferior aos demais setores. Um seleto grupo de tecnologias já apresenta elevada disponibilidade como fornos elétricos a arco para o setor siderúrgico, ou grande potencial como a redução a hidrogênio e as tecnologias eletrotérmicas para o setor de papel e celulose. Isso porque não há ainda perspectivas para que as tecnologias de eletrificação do setor tornem-se competitivas em termos de custos. É, portanto, necessário que haja esforços e investimentos em inovação na área.

## Redirecionamento dos Recursos a Investimentos de Baixo Carbono

### Instrumentos Econômicos:

De forma ampla, a inclusão das variáveis ambientais na tomada de decisões da economia é essencial para o desenvolvimento socioeconômico de baixo carbono. Por um lado, a valoração, mencionada anteriormente, estima o valor econômico do recurso ambiental com o fim de remunerar suas externalidades positivas. Isso evita que os recursos sejam sacrificados em busca de remuneração, sendo o desmatamento, mencionado anteriormente, o melhor exemplo disto. A precificação da poluição, por outro lado, atribui valor monetário ao custo externo que ela representa para a sociedade, e já é reconhecida pelas empresas como a forma mais eficiente de reorientar investimentos.

As empresas entrevistadas colocaram de forma unânime a adoção de um mecanismo de precificação como necessária, com a inclusão dos offsets do setor florestal (ODS 7, 12 e 13). A precificação do carbono reduz o custo econômico das políticas climáticas ao permitir que setores e empresas com custos mais baixos de abatimento contribuam mais com os esforços de redução de emissões do que os agentes com custos mais elevados. A precificação cria um incentivo de longo prazo mais eficaz para a inovação tecnológica que políticas puramente de restrição de emissões, como colocado pelo relatório “Precificação de Carbono: o que o setor empresarial precisa saber para se posicionar” (CEBDS, 2016b). Além disso, ela altera a ordem de atratividade dos investimentos, uma vez que inclui o custo das emissões do projeto dentre os custos considerados, reduzindo o retorno de investimentos mais emissores. Conforme apresentado nos cenários no capítulo anterior, algumas tecnologias só se viabilizam com o estabelecimento deste mecanismo. Ou seja, nas projeções de mitigação para o longo prazo realizadas para o Brasil, cenários que incluem preço sobre as emissões de carbono apresentam ganhos expressivos de abatimento em comparação com cenários cujo abatimento resulta somente de políticas de comando e controle.

Conforme o relatório da High-Level Commission on Carbon Prices (2017), para garantir que a elevação da temperatura média global fique abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais de forma custo-efetiva e assegurando o crescimento econômico, os países devem estabelecer o preço de carbono na faixa de US\$40-80/tCO<sub>2e</sub> até 2020 e US\$50-100/tCO<sub>2e</sub> até 2030. A precificação pode ser introduzida tanto pela taxa de carbono quanto pelo sistema de comércio de emissões. Além disso, conforme a conclusão da Comissão, o preço do carbono também pode ser implementado pela incorporação de preços de referência em instrumentos financeiros e incentivos que promovam programas e projetos de baixo carbono, incluindo créditos específicos baseados em projetos, aproveitando a experiência do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no âmbito do Protocolo de Quioto e dos mecanismos estabelecidos nos termos do artigo 6 do Acordo de Paris. Nele, as Partes signatárias do Acordo passam a contar com a possibilidade de alcançar suas metas utilizando transferências internacionais de unidades de redução de emissões.

Nesse sentido, Brasil deve atuar, em termos de relações exteriores, para tornar-se um líder no mercado internacional de transferências de emissões, inclusive REDD+. Existe um forte debate quanto à inclusão dos offsets florestais nos mercados de carbono, com o argumento de que pressionam o preço da tonelada de carbono para baixo, evitando que os setores industrial e elétrico realizem investimentos em mitigação. Isso porque os créditos de remoção florestal das emissões inundariam o mercado, permitindo que tais setores pudessem adquiri-los cumprindo com suas metas sem esforços adicionais. No entanto, argumenta-se que essa percepção vai de encontro com grandes oportunidades para o Brasil, que tem no uso da terra enorme potencial de redução de emissões e produção de bens de alto valor agregado, como colocado anteriormente. Existem alternativas que permitem que se aproveite o potencial dos créditos oriundos de reflorestamento e conservação florestal. Por exemplo, a existência de um mercado em paralelo integrado ao mercado dos demais setores, de forma que as metas não pudessem ser totalmente cobertas por créditos de REDD+, mas que um mix de medidas fosse garantido (Aliança REDD+ Brasil, 2017). Assim, uma porcentagem das NDCs poderia ser garantida através desses créditos, mas não sua totalidade. E o mesmo se aplicaria a mercados nacionais ou regionais, em que setores mais emissores teriam cotas para cobrir suas metas com créditos do setor florestal.

No mecanismo a ser implementado no Brasil, o desenho adequado é crucial para atender às particularidades do país e gerar os efeitos esperados. Ambos os mecanismos de mercado ou taxa de carbono apresentam grandes desafios de implementação. No caso da taxa de carbono, a definição da alíquota a ser cobrada representa um grande desafio, além de uma maior resistência com relação a este mecanismo, por ser

considerado mais rígido e conferir menor possibilidade de inclusão ao benefício dos sumidouros. Para o mecanismo de mercado, por outro lado, a definição dos critérios de alocação de direitos de emissão representa o maior desafio. Ambos os mecanismos compartilham algumas questões importantes como a definição do escopo setorial, as medidas compensatórias, as fases de implementação e o destino das receitas obtidas (CEBDS, 2016b).

A chamada reciclagem de receitas assim como outras medidas compensatórias cumprem um importante papel para o sucesso da eficiência da precificação de carbono. A utilização das receitas obtidas com o mecanismo assim como a retirada de outros tributos em razão por exemplo da adoção de uma taxa, pode gerar impactos positivos que excedem os impactos negativos sobre determinados setores mais sensíveis, ou sobre a economia. Ela pode ser utilizada para compensar por exemplo grupos vulneráveis, em que a precificação pode vir a causar desemprego como aqueles que dependem da atividade das carvoarias. Tais receitas podem também ser empregadas no fomento à inovação tecnológica, e isso representa uma oportunidade para o investimento em pesquisa e desenvolvimento da própria bioeconomia, tão necessário para o desenvolvimento de baixo carbono de longo prazo no Brasil, como discutido.

Experiências internacionais e estudos para o Brasil indicam efeitos positivos da adoção de mecanismos de precificação de carbono sobre a economia. As experiências internacionais confirmaram impactos positivos de longo prazo em crescimento dos negócios e inovação. Além disso, indicam que muitos dos efeitos sobre a competitividade conseguiram ser enfrentados com sucesso através de tratamentos especiais. Um exemplo disso é a experiência do mecanismo com maior amplitude regional, o EU ETS, que na grande maioria dos países cobertos afetou positivamente a produção, o emprego e os investimentos das empresas reguladas (CEBDS, 2016b). Para o Brasil, estudos realizados, inclusive através do projeto Partnership for Market Readiness (PMR), indicam uma oportunidade para uma reforma tributária, por exemplo, desonerando fatores como o trabalho e o consumo, impulsionadores do desenvolvimento.

O governo deverá, portanto, atuar de forma ágil aproveitando a oportunidade que a atual lacuna de desenvolvimento representa. O exercício que está sendo realizado no âmbito do projeto PMR é essencial para chegar ao melhor desenho para o mecanismo, mas é necessária maior ação prática do governo. A retomada da economia deverá se dar sobre novas bases, utilizando os incentivos que irão originar do instrumento de precificação de carbono, a ser implementado o mais rápido possível. É preciso, portanto, que o governo, em compasso com as conclusões do projeto PMR, esteja com as bases prontas para adotar o instrumento beneficiando-se do momento atual de confiança global na precificação de carbono como tendência irreversível.

As empresas por sua vez deverão adotar preço interno de carbono para orientar novos investimentos e melhorarem sua performance frente ao mecanismo implementado. O relatório da High-Level Commission on Carbon Prices (2017) destaca a ação sobre o preço do carbono pelo setor privado. Existem em 2017, segundo dados do CDP (2017) 601 empresas utilizando preços internos de carbono para orientar seus investimentos. Além de empresas pioneiras em adotar um preço interno de carbono como a Natura, a Vale, o Itaú, a CEMIG e a Eletrobrás, a Fibria apresentou em 2017 sua utilização de três diferentes preços internos de carbono: US\$ 5 para sequestro (florestas), US\$ 10 para emissões industriais e de logística e US\$ 30 para novas tecnologias. Ademais, 782 empresas declararam, em 2017, estar em fase de planejamento da introdução de um preço interno de carbono (CDP, 2017).

Por fim, é importante que o setor empresarial esteja crescentemente engajado, debatendo a implementação do mecanismo junto ao governo. Todos os setores, inclusive o setor florestal, devem participar do processo de estabelecimento do desenho do mecanismo e definição de medidas compensatórias, para garantir, por exemplo, a neutralidade fiscal. Para além da participação na elaboração dos estudos realizados pelo projeto PMR, deve-se conduzir ações de advocacy junto ao Ministério da Fazenda. Demonstrando preparo com relação ao tema, o setor empresarial traz um tom prático à sua implementação. O mesmo deverá ser mantido após a sua adoção, para os processos de revisão da política.

### **Instrumentos Financeiros:**

Além de instrumentos que internalizam as externalidades, é de suma importância que o governo faça uso eficaz de instrumentos financeiros para direcionar e garantir recursos para os investimentos de baixo

carbono. Para algumas medidas extremamente relevantes para o sucesso do desenvolvimento de baixo carbono no Brasil, como a restauração florestal, a agricultura de baixo carbono e a eficiência energética, barreiras de financiamento representam um importante entrave. Além disso, as fontes renováveis de energia ganharam escala recentemente, em especial a eólica, majoritariamente através de financiamento público. Isso, porém, não deverá se manter no médio prazo. Portanto, para continuarem nessa trajetória, chegando a 2030 nos níveis desejados, deverão basear-se em fontes alternativas de financiamento.

No setor de uso da terra e florestas, aponta-se como medida essencial de curto a médio prazo tornar o crédito do plano ABC mais aplicável e acessível, além de disponibilizar linha específica para restauração florestal, que não as linhas tradicionais (ODS 8, 13 e 15).

As medidas de Eficiência Energética são outro grupo que necessita maior atenção por parte do governo, pois apresenta grade potencial econômico. Entretanto, existem importantes barreiras a serem transpostas, como a concorrência em limite de endividamento com os demais investimentos em CAPEX, a falta de conhecimento e com ela uma alta percepção de risco relacionado aos projetos (CEBDS, 2016c).

Para o longo prazo, é preciso que o Brasil maximize o aproveitamento do seu grande potencial de cooperação internacional, atraindo investimento externo, em especial o financiamento baseado em performance. Nessa abordagem de financiamento, os recursos financeiros são alocados de acordo com resultados pré-definidos. Essa modalidade já foi aplicada em mecanismos como o MDL e tem perspectivas de aplicação nas Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs), pelos fundos climáticos do Banco Mundial e deverá ser utilizada no âmbito do Acordo de Paris (New Climate Institute, 2015). O Fundo Verde do Clima deverá realizar financiamentos através desta abordagem. Por fim, os mecanismos de transferências internacionais que caracterizarão o mercado global de emissões previsto no Artigo 6 deverão ter seus projetos financiados desta forma.

Ou seja, o financiamento baseado em resultados é um elemento de unificação entre o financiamento climático e os mercados de carbono. A abordagem tem a capacidade de catalisar ações climáticas efetivas, com resultados que deverão gerar reduções certificadas de emissões (do Inglês, CERs) ou unidades de offset transacionáveis. A combinação dos mecanismos de mercado com o financiamento climático faz com que deixem de operar em paralelo, gerando sinergias e benefícios metodológicos e financeiros (New Climate Institute, 2015).

Esta abordagem deverá prover recursos para diversos instrumentos como REDD+, Feed-in Tariffs<sup>19</sup> para a energia renovável, pagamento direto por mitigação ou a geração dos certificados transacionáveis. Os resultados a receberem financiamento podem se dar em termos de mitigação de emissões, mas também de outros serviços ambientais como, por exemplo, a conservação da biodiversidade. O Brasil tem enorme potencial de atrair financiamento internacional com projetos de REDD+. Até o momento, seu escopo se limitou ao Fundo Amazônia, que, segundo a Aliança REDD+ Brasil (2017) representa somente 6% dos recursos que o Brasil já poderia ter levantado com a redução do desmatamento conforme observado no período entre 2005 e 2014. Com a redução da disponibilidade de recursos públicos que se projeta, o sucesso da conservação florestal deverá se basear em mecanismos de financiamento como este.

Existe então a necessidade de maior acesso do Brasil aos fundos disponíveis e que serão disponibilizados com base no Acordo de Paris. Entre 2011 e 2016, o Banco Mundial alocou mais de US\$63 bilhões de dólares em projetos de mitigação e adaptação de países em desenvolvimento, e o Brasil não se destaca neste contexto. Para projetos de REDD+ por exemplo, o Banco Mundial formou a Forest Carbon Partnership Facility, da qual, até o momento, o Brasil não faz parte. No BioCarbon Fund, iniciativa para paisagens florestais sustentáveis, o país teve participação incipiente. Da mesma forma, não teve participação significativa no Carbon Partnership Facility, principal instrumento de financiamento climático do Banco para o período após a vigência do Protocolo de Quioto. Contrastando com o Brasil, países como a Argentina, a China e o Marrocos apresentam importantes resultados acessando tais fundos. O Marrocos, por exemplo, instalará até 2018 uma usina CSP de 500 MW de capacidade, que irá mitigar 760 mil tCO<sub>2</sub> por ano (BANCO MUNDIAL, 2017).

É primordial que o governo brasileiro realize grandes esforços de cooperação internacional, atraindo o investimento baseado em performance de financiadores como o Banco Mundial. Para isso, é necessário que mecanismos como REDD+ e as Feed-in Tariffs tenham sua implementação efetivamente incluída

<sup>19</sup> Subsídios tarifários para a redução da tarifa da energia elétrica gerada por fontes renováveis (CEBDS, 2016b).

o planejamento nacional, com indicadores de performance bem definidos e processos de avaliação dos projetos facilitados, para atrair os recursos aos mesmos.

Outro mecanismo financeiro inovador, relevante para o setor privado como uma oportunidade para alavancar negócios, é o Mecanismo do Setor Privado (Private Sector Facility - PSF) criado pelo Fundo Verde do Clima. Em maio de 2017, O GCF anunciou uma oferta de US\$ 500 milhões para catalisar financiamentos da agenda climática, selecionando as melhores ideias de negócio para mitigação das mudanças climáticas, bem como suas consequências em países em desenvolvimento. Dessa forma, a proatividade do setor privado frente a aprendizagem e testes de mecanismos inovadores, bem como condução dos diálogos intersetoriais sobre sua aplicabilidade prática, pode alavancar inúmeras oportunidades de negócios.

Conclui-se, portanto, que as empresas deverão elaborar projetos arrojados, de forma a usufruir das oportunidades de financiamento internacional que buscam este perfil. O Pilot Auction Facility, do Banco Mundial, representa uma das oportunidades para o setor privado à medida que garante um preço mínimo aos créditos de carbono gerados por projetos de investidores deste setor através de leilões de opções de venda.

Outro importante passo, já amplamente discutido, é o desenvolvimento do mercado de títulos verdes no país. Os Títulos Verdes são títulos de dívida emitidos a fim de promover investimentos com impacto ambiental positivo. Ao emitir um título verde, o emissor capta recursos para financiar exclusivamente projetos sustentáveis, como energia renovável, eficiência energética, projetos florestais, entre outros. Os títulos também podem ser utilizados para financiar projetos com benefício social e configuram-se como uma nova forma de diversificação de investimentos. Segundo estudos da Climate Bonds Initiative (CBI), em 2016, o mercado de emissão de títulos alinhados ao clima apresentava potencial de movimentar cerca US\$ 694 bilhões. Esse mercado será uma fonte de capital cada vez mais crítica para projetos que ajudem a economia global a limitar o impacto das mudanças climáticas. Conforme as estimativas do Banco Interamericano de Desenvolvimento (IDB), o saldo no mundo dos títulos verdes soma US\$ 200 bi, com estimativas de chegar a US\$ 150 bilhões em 2017<sup>20</sup>.

É necessário que o governo facilite a utilização deste mecanismo como fonte de financiamento para investimentos de baixo carbono. No Brasil, esse mercado vem se desenvolvendo desde 2015, apesar da conjuntura econômica desfavorável à emissão de títulos. Para que esta alternativa de financiamento verde não dependente de recursos públicos de fato ganhe escala, é necessário que o governo a regule de forma a facilitar sua utilização. É preciso, por exemplo: que esses títulos sejam regulamentados como debêntures de infraestrutura; que outros títulos possam ser etiquetados como verdes, como Letras de Crédito Imobiliário e Certificados de Recebíveis Imobiliários para apoiar a geração distribuída; e que as exigências de certificação não se tornem proibitivas.

As empresas deverão cada vez mais se beneficiar do potencial mitigador dos seus projetos para financiarem-se através da emissão de títulos verdes. A CPFL Renováveis, por exemplo, emitiu títulos climáticos certificados pelo critério de Energia Eólica pelo 'Conselho de Normas da Climate Bonds' (Climate Bonds Standard Board) para emissão de debêntures no valor de R\$ 200 milhões, em setembro de 2016. É a primeira empresa da América do Sul a emitir título verde com certificação internacional e a primeira do setor a emitir um título certificado. Os recursos foram liquidados e utilizados para a construção de projetos eólicos.

A Fibria, por sua vez, em janeiro de 2017 comunicou ao mercado a emissão de US\$ 700 milhões de títulos verdes. Alinhado à sua estratégia e às suas metas de longo prazo, esse valor será utilizado em projetos de manejo florestal, restauração de florestas nativas e conservação de biodiversidade. Já em maio de 2017, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) captou US\$ 1 bilhão no mercado internacional por meio de emissão de green bonds. Foi a primeira vez que o banco acessou este tipo de mercado. Os recursos serão usados para financiar projetos de energia renovável, como eólica ou solar. Ainda, em dezembro de 2016, o BNDES anunciou a criação do Fundo de Energia Sustentável, um fundo de mercado voltado para investimentos em debêntures de projetos verdes na área de infraestrutura, com patrimônio de R\$ 500 milhões.

<sup>20</sup> Fonte: <http://www.iadb.org/pt/noticias/comunicados-de-imprensa/2017-07-27/abde-cvm-e-bid-criam-laboratorio-de-inovacao-financeira,11849.html>

Em março de 2017, o Banco Mundial emitiu pela primeira vez títulos que vinculam o retorno ao desempenho das empresas que promovem iniciativas ligadas aos ODS<sup>21</sup>. Esses recursos serão utilizados para apoiar o financiamento de projetos que buscam eliminar a pobreza extrema, aumentar a prosperidade e entre outros alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O retorno do investimento dos títulos está diretamente relacionado ao desempenho das ações incluídas no Solactive Sustainable Development Goals World Index, índice que inclui empresas que dedicam pelo menos um quinto de suas atividades a produtos sustentáveis ou são líderes reconhecidos em suas indústrias em questões sociais e ambientalmente sustentáveis. Os títulos foram negociados pelo BNP Paribas, como parte da iniciativa "SDGs Everyone". Sob a iniciativa, o Banco Mundial emitirá títulos que levantarão recursos para apoiar o financiamento de projetos que endereçam os ODS. A iniciativa é uma solução inovadora e um novo modelo financeiro que apoia os ODS, como solicitado pela Plataforma de Inovação Financeira do Secretário-Geral da ONU (FIP), lançada em outubro de 2016.

Em novembro de 2017, o HSBC Holding emitiu US\$ 1 bilhão em títulos alinhados aos ODS com uma demanda três vezes maior que a oferta. A receita obtida será utilizada para financiar projetos que promovam sete ODS: 3, 4, 6, 7, 9, 11 e 13. Para serem elegíveis para tomar o recurso, as empresas ou projetos deverão comprovar que obtêm ao menos 90% de sua renda de atividades sustentáveis (Environmental Finance, 2017).

É essencial que as empresas busquem em sua relação com os investidores engajá-los para que identifiquem diferencial em tais investimentos. É preciso que os investidores, em especial os institucionais, identifiquem os riscos associados às mudanças climáticas como reais, a serem geridos de forma integrada aos demais riscos dos seus investimentos. Atualmente, já existem iniciativas e plataformas com este fim, tais como o Principles for Responsible Investment (PRI) e a Portfolio Decarbonization Coalition, que buscam mobilizar os mercados financeiros pela descarbonização da economia. Entretanto, no médio a longo prazo, é preciso que esse movimento ganhe de fato escala e atinja a todos os investidores.

Para tal, as empresas deverão garantir cada vez mais a transparência, provendo dados robustos sobre os riscos climáticos a que estão expostas e os benefícios associados à sua descarbonização. Em setembro de 2017, uma pesquisa realizada pelo HSBC revelou que mais de dois terços dos 497 investidores institucionais entrevistados planejavam aumentar seus investimentos relacionados ao enfrentamento das mudanças climáticas. Entretanto, mais da metade desses mesmos investidores declararam receber informações bastante inadequadas das empresas sobre seus riscos e benefícios relacionados à mudança do clima (Financial Times, 2017).

Para realizar investimentos seguros, é importante que países como o Brasil possam ter, além de acesso, uma flexibilidade que ajude a reduzir o risco de investir no país, em especial no que se refere aos custos de capital. Atualmente, os elevados custos de capital no Brasil representam uma barreira para o investimento em tecnologias de baixo carbono, o que se intensifica em investimentos de longo prazo, como os projetos de infraestrutura. A criação de um fundo garantidor de investimentos de baixo carbono permitiria assim a sua aceleração no Brasil, uma vez que seu colateral estaria coberto pelo fundo. Isso garante às empresas acesso a novas fontes de financiamento, inclusive internacionais, maior segurança para a tomada de crédito, e menor percepção de risco para as instituições financeiras.

O relatório da High-Level Commission on Carbon Prices (2017), declara que, para alavancar os investimentos em baixo carbono, é necessária a cooperação internacional, incluindo suporte financeiro, com a concessão de garantias e prêmios por performance. Já existe uma proposta, capitaneada pelo governo francês, de formação do chamado Clube Norte-Sul. Seu objetivo é estabelecer um círculo de confiança entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos. Ele deverá mobilizar a comunidade internacional em torno do objetivo de engatilhar uma série de investimentos de baixo carbono com efeitos tangíveis sobre o desenvolvimento socioeconômico, o emprego e a redução da pobreza. Para isso, o Clube Norte-Sul pretende formar um fundo garantidor composto majoritariamente pelas contribuições dos países do Norte global, cujos recursos serão utilizados para prover colaterais a projetos de baixo carbono no Sul global. Além disso, os investimentos que demonstrem maior performance quanto à sua capacidade de mitigação e/ou adaptação poderiam receber prêmios em melhorias das condições de financiamento ou mesmo sua quitação (HOURCADE et. al, 2017).

<sup>21</sup> <http://treasury.worldbank.org/cmd/htm/World-Bank-Launches-Financial-Instrument-to-Expand-Funding-for-Sustainable-Development.html>

Um exemplo já existente que as empresas e o governo brasileiro poderiam acessar mais amplamente é a Multilateral Investment Guarantee Agency (MIGA) do Banco Mundial. A missão da Agência é promover o investimento externo direto (IED) em países em desenvolvimento, impulsionando seu crescimento econômico, redução da pobreza e melhoria de condições de vida das populações, associados às reduções de emissões. Através das garantias ao investimento, a MIGA proporciona àqueles que pretendem investir um maior acesso aos bancos e possíveis parceiros e redução do risco do capital, reduzindo portanto os seus custos. Proporciona ainda expertise social e ambiental para prestar suporte aos investidores para assegurar que as melhores práticas disponíveis serão aplicadas no desenvolvimento dos projetos. Já existe, inclusive, proposta desenvolvida pelo Banco Mundial para que a MIGA sirva para aprimorar a concessão de crédito por parte dos bancos públicos dos países em desenvolvimento através de suas garantias (BANCO MUNDIAL, 2017b). As garantias prestadas pela agência são de longo-prazo, cobrindo investimentos de até vinte anos. Isso é essencial para os investimentos de baixo carbono, que são, em sua maioria, estruturais e, portanto, de longo prazo.

## Outras Recomendações

É importante que as empresas, para estarem alinhadas com as metas nacionais e globais, busquem estabelecer metas de mitigação e/ou remoção de emissões de GEE baseadas na ciência. Ainda que as metas não sejam estabelecidas para o longo prazo, como é o caso dos países, as empresas poderão basear-se nas práticas do Acordo de Paris no que se refere aos ciclos de revisão de metas. Assim, poderão se comprometer com metas dentro de um prazo que consigam gerir, mas comprometendo-se também com a revisão e estabelecimento de novas metas ao fim de cada ciclo. Os ciclos poderão ser de cinco anos, a exemplo do acordo de Paris, ou seguir periodicidade adaptada a cada empresa.

Uma iniciativa da qual as empresas poderão fazer uso é a Science-based targets que oferece recursos para que as se comprometam com o estabelecimento de metas, métodos para calcularem metas plausíveis e consistentes com a meta de 2°C para o aumento da temperatura média global, e ainda sua validação de acordo com os critérios da iniciativa. Assim, as empresas têm a oportunidade de garantir, com a anuência de uma terceira parte especializada, que as metas estabelecidas são consistentes com as necessidades globais. A iniciativa Science-based targets foi lançada conjuntamente pelo Pacto Global, o CDP, o WRI e a WWF em colaboração com a coalizão We Mean Business. Até o momento, a única empresa no Brasil a anunciar sua meta através desta iniciativa foi a Natura.

No nível estadual, deve-se elaborar estratégias e estabelecer metas consistentes com as políticas federais (ODS 8 e 13). Empresas entrevistadas pontuaram que as políticas climáticas estaduais em sua maioria não estão alinhadas às metas nacionais, o que não permite que as empresas operando nestes estados possam elaborar suas estratégias de cumprimento de forma ordenada. Portanto, a ELP brasileira deverá reger as políticas climáticas de todo o país.

As esferas de governo deverão, portanto, buscar um total alinhamento e integração de suas ações climáticas para que as empresas operando em todo o país possuam sinais claros de como cumprir com seus compromissos. A estratégia deverá prever o papel do governo federal e dos governos estaduais e municipais, e apresentar cenários de como cada unidade da federação deverá contribuir para as metas impostas, evitando sobreposição de metas e promovendo a coordenação. Os estados e municípios, por sua vez, deverão garantir que suas ações e políticas estejam alinhadas com o objetivo maior que será a meta de longo prazo imposta pela ELP. Evita-se assim que os estados imponham metas inconsistentes com as metas nacionais.

ALEMANHA, 2016. Principles and goals of the German government's climate policy - Executive Summary. Disponível em: < [http://unfccc.int/files/focus/long-term\\_strategies/application/pdf/161114\\_climate\\_action\\_plan\\_2050\\_en\\_bf.pdf](http://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/161114_climate_action_plan_2050_en_bf.pdf)>

ANEEL, 2008. Agência Nacional De Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3 ed. Brasília: Aneel, 2008.

BANCO MUNDIAL, 2017. Climate Finance Results. Disponível em: <http://www.worldbank.org/en/topic/climatefinance#3> Acesso em: Novembro de 2017.

BANCO MUNDIAL, 2017b. The Potential Role of Enhanced Bond Structures in Forest Climate Finance. Washington, DC, 2017.

BID, 2016. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao Acordo de Paris. 2016.

BORBA, Bruno S. M. C. et al., 2016. Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil – Setor de Transportes. Rio de Janeiro, 2016.

BORBA, B. S. M. C., 2016. Ciclo de Workshops Setoriais das Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil – Setor Transportes. 2016.

BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2016. Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no Acordo de Paris. Junho de 2016.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2016. Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris sob a UNFCCC. Brasília, 2016.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2015. Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima. Brasília, 2015.

CANADÁ, 2016. Canada's Mid-Century Long- Term Low-Greenhouse Gas Development Strategy. Disponível em: <[http://unfccc.int/files/focus/long-term\\_strategies/application/pdf/canadas\\_mid-century\\_long-term\\_strategy.pdf](http://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/canadas_mid-century_long-term_strategy.pdf)>

CDP, 2017. Putting a price on carbon integrating climate risk into business planning. CDP, Londres, outubro de 2017.

CEBDS, 2012. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Visão Brasil 2050. Rio de Janeiro, 2012.

CEBDS, 2016a. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Precificação de carbono: o que o setor empresarial precisa saber para se posicionar. Rio de Janeiro, 2016.

CEBDS, 2016b. Consumo Eficiente de Energia: uma agenda para o Brasil. Rio de Janeiro, 2016.

CEBDS, 2016c. Financiamento à Energia Renovável: Entraves, desafios e oportunidades. Rio de Janeiro, 2016.

CEBDS, 2016d. Estudo de Melhoria e Desenvolvimento de sistemas de Transporte de Cargas por Malha Ferroviária Eletrificada. Rio de Janeiro, 2016.

CEBDS, 2017. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Oportunidades e Desafios das metas da NDC brasileira para o setor empresarial – Setor Agropecuário. Rio de Janeiro, 2017.

CENTRO CLIMA, 2016. Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Implicações Econômicas e Sociais do Cenário de Plano Governamental – 2050.

CENTRO CLIMA, 2016. Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Cenário de Emissão de GEE – 2050: Setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos da Terra.

CENTRO CLIMA, 2016. Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas.

cas. Cenário de Emissão de GEE – 2050 Setor de Transportes (Demanda de Energia).

CENTRO CLIMA, 2016. Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Cenário de Emissão de GEE – 2050 Setor Industrial (Demanda de energia, processos industriais e uso de produtos).

CENTRO CLIMA, 2016. Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Cenário de Emissão de GEE – 2050 Oferta de Energia.

CLIMATE ACTION TRACKER, 2017. Effect of current pledges and policies on global temperature. Disponível em: <http://climateactiontracker.org/global.html> Acesso em: outubro de 2017.

CLIMATE TRANSPARENCY, 2017. Brown to Green: The G20 Transition to a Low-Carbon Economy. Climate Transparency, Humboldt-Viadrina Governance Platform, Berlin, 2017.

CNI, 2013. Confederação Nacional da Indústria. Bioeconomia: Uma agenda para o Brasil. Brasília, 2013.

DELOITTE, 2015. Electricity Storage: Technologies, impacts, and prospects. Deloitte Center for Energy Solutions. Setembro de 2015.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017. Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. 2012. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an-accelerated-transition> Acesso em: outubro de 2017.

ENERGY TRANSITIONS, 2017. A new electricity era: How to decarbonize energy systems through electrification. An analysis of electrification opportunities in transport, buildings and industry prepared by Climate Policy Initiative and Copenhagen Economics for the Energy Transitions Commission. Janeiro de 2017.

ENVIRONMENTAL FINANCE, 2017. Disponível em: [https://www.environmental-finance.com/content/news/hsbc-prices-\\$1bn-sdg-bond.html](https://www.environmental-finance.com/content/news/hsbc-prices-$1bn-sdg-bond.html) Acesso em: Novembro de 2017.

ESTADOS UNIDOS, 2016. National Low Carbon Strategy (English). Disponível em: [http://unfccc.int/files/focus/long-term\\_strategies/application/pdf/national\\_low\\_carbon\\_strategy\\_en.pdf](http://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/national_low_carbon_strategy_en.pdf).

EPE, 2012. Balanço Energético Nacional 2012: Ano Base 2011. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2012.

EPE, 2014a. Plano Nacional de Energia: PNE 2050. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2014.

EPE, 2014b. Balanço Energético Nacional 2014: Ano Base 2013. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2014.

EPE, 2016. Balanço Energético Nacional 2016: Ano Base 2015. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2016.

EPE, 2017. Balanço Energético Nacional 2017: Ano Base 2016. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2016.

FAPESP, 2015. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/12/07/estudo-reitera-escassez-hidrica-severa-no-brasil/> Acesso em: Novembro de 2017.

FINANCIAL TIMES, 2017. Disponível em: <https://www.ft.com/content/0c485f68-96eb-11e7-a652-cde3f882dd7b> Acesso em: Novembro de 2017.

FOREST TRENDS, 2014. Consumer Goods and Deforestation: An Analysis of the Extent and Nature of Illegality in Forest Conversion for Agriculture and Timber Plantations. Forest Trends Report Series: Forest Trade and Finance. Setembro de 2014.

FRANÇA, 2017. Stratégie Nationale Bas-Carbone. Disponível em: [http://unfccc.int/files/focus/long-term\\_strategies/application/pdf/snbc\\_4pager\\_fr\\_en.pdf](http://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/snbc_4pager_fr_en.pdf).

GCF, 2017. Status of Pledges and Contributions made to the Green Climate Fund. Setembro, 2017.

HOURCADE, J. C., Dagupta, D., Mintzer, I., La Rovere, E.L. et al, 2017. Club of Climate Finance

Initiatives (CCFI) to Achieve the Paris Agreement. Work in progress.

IDDRI, 2017. Institute for Sustainable Development and International Relations. Developing 2050 decarbonization strategies in the EU: Insights on good practice from national experiences.

IDDRI, 2016a. Institute for Sustainable Development and International Relations. The impact of the Deep Decarbonization Pathways Project (DDPP) on domestic decision-making processes – Lessons from three countries.

IDDRI, 2016b. Institute for Sustainable Development and International Relations. 2050 low-emission pathways: domestic benefits and methodological insights – Lessons from the DDPP.

IEA, 2014. Technology Roadmap: Energy Storage. International Energy Agency, Paris, 2014.

IEA, 2015. World Energy Outlook. Special Briefing for COP21. International Energy Agency, Paris, 2015.

IEA, 2017a. International Energy Agency. Energy Transition Law (Ley de Transición Energética -LTE). Disponível em: <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/mexico/name-153753-en.php> Acesso em: Outubro de 2017.

IEA, 2017b. Digitalization and Energy. International Energy Agency, Paris, 2017.

IIASA, 2017. International Institute for Applied Systems Analysis. The World in 2050. Disponível em: <http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchProjects/TWI2050.html> Acesso em: Outubro de 2017.

IFC, 2016. Climate Investment Opportunities in Emerging Markets: An IFC Analysis. International Finance Corporation, Washington D. C., 2017.

IMPÉRIO, M., 2017. Proposição de Instrumentos de Políticas Públicas na Transição para uma Economia de Baixo Carbono. 2016.

INPE, 2016. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Projeto PRODES – Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite.

INPE, 2017. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=4344](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4344) Acesso em: Novembro de 2017.

IPCC, 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Geneva, 2007.

IPCC, 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014. Geneva, 2014.

IRENA, 2016. International Renewable Energy Agency. The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025.

ITAMARATY, 2017. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: [http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/ODSportugues12fev2016.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/ODSportugues12fev2016.pdf) Acesso em: Novembro de 2017.

MCTIC, 2015. Ministério da Ciência e Tecnologia. Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil. Medidas Transversais para Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa - Captura, Transporte e Armazenamento de Carbono. Rio de Janeiro, 2015.

MCTIC, 2015. Ministério da Ciência e Tecnologia. Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil. Relatório 4: Inovação Tecnológica em Cadeias Energéticas de Baixo Carbono. Rio de Janeiro, 2015.

MCTIC, 2015. Ministério da Ciência e Tecnologia. Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil. Relatório 5: Fontes Renováveis Alternativas, Hidreletricidade e Sistemas de Transmissão e Distribuição. Rio de Janeiro, 2015.

MÉXICO, 2016. Climate Action Plan 2050. Mexico's Climate Change Mid-Century Strategy. Disponível em: [http://unfccc.int/files/focus/long-term\\_strategies/application/pdf/mexico\\_mcs\\_final\\_cop22nov16\\_red.pdf](http://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/mexico_mcs_final_cop22nov16_red.pdf) Acesso em: Outubro de 2017

MIT, 2017. Massachusetts Institute of Technology: Technology Review. How Blockchain Could Give Us a Smarter Energy Grid. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/s/609077/>

how-blockchain-could-give-us-a-smarter-energy-grid/ Acesso em: Novembro de 2017.

NEPSTAD, D. Et al., 2014. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science* v. 344, n. 6188 pp.1118-1123.

NEW CLIMATE INSTITUTE, 2016. Connecting the dots: Results-based financing in climate policy. Autores: Carsten Warnecke, Frauke Röser, Gesine Hänsel, Niklas Höhne. Julho de 2015.

OLIVEIRA, C. C. N., 2016. Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil – Setor de Cimento. Rio de Janeiro, 2017.

OLIVEIRA, L. P. N., 2016. Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil – Setor Químico. Rio de Janeiro, 2017.

PINTO, R. G. D., 2016. Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil – Setor de Ferro-Gusa e Aço. Rio de Janeiro, 2017.

PRI, 2016. Principles for Responsible Investment. French Energy Transition Law: Global Investor Briefing.

SDG INDUSTRY MATRIX, 2015. Climate Action Opportunities: An Industry Lens 2015.

SDSN - Sustainable Development Solutions Network; IDDRI - Institute for Sustainable Development and International Relations. Pathways to Deep Decarbonization in Brazil. 2015.

SENADO, 2017. Núcleo de Estudos e Pesquisas, Consultoria Legislativa, Senado Federal. Boletim Legislativo Nº 27: A Crise Hídrica e suas Consequências.

SOARES FILHO, B. S. et al., 2017. Opções de Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave no Brasil - Avaliação das Opções de Mitigação e Estimativa de Custos de Abatimento para Agricultura, Florestas e outros usos do solo (AFOLU). 2017.

SEEEG, 2017. Sistema de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Disponível em: <http://seeg.eco.br/2017/11/01/emissoes-do-brasil-sobem-9-em-2016/> Acesso em: Outubro de 2016.

SORIA, R.; PORTUGAL-PEREIRA, J.; SZKLO, A.; MILANI, R.; SCHAEFFER R., 2015. "Hybrid concentrated solar power (CSP)–biomass plants in a semiarid region: A strategy for CSP deployment in Brazil." *Energy Policy* volume 86 pp. 57–72, 2015.

UNFCCC, 2017. United Nations Framework Convention on Climate Change. G20 Must Phase Out fossil fuel Subsidies by 2020: Call by Investors with More Than \$2.8 Trillion in Assets.

WE MEAN BUSINESS, CDP E NEWCLIMATE INSTITUTE, 2016. The Business End Of Climate Change. 2016.

WRI, 2016. World Resources Institute. How Countries Can Align Long-Term Climate Strategies with the Paris Agreement. 2016. Disponível em: <<http://www.wri.org/blog/2016/08/whats-paris-agreements-long-term-climate-change-strategy>>.

YOUNG, C. E. F. (coord.) et al., 2016. Estudos e produção de subsídios técnicos para a construção de uma Política Nacional de Pagamento por Serviços. Relatório Final. Instituto de Economia, UFRJ, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 93. 2016.

## Anexo I

DESCRITIVO DAS ELPS DOS PAÍSES QUE JÁ HAVIAM SUBMETIDO À UNFCCC EM OUTUBRO DE 2017

## ELP da Alemanha: "Plano de Ação Climática 2050"

O Plano de Ação Climática da Alemanha fornece orientação para setores-chave de atuação no processo de alcançar as metas climáticas nacionais, em conformidade com o Acordo de Paris. Esses setores de atuação são: energia, construção, transporte, comércio e indústria, agricultura e silvicultura.

### Principais elementos:

- **Meta de longo prazo:** baseada no princípio orientador da neutralidade extensiva dos gases de efeito estufa (GEE) na Alemanha até o meio do século, reduzindo, pelo menos, 55% das emissões até 2030, e de 80% a 95% até 2050, em relação a 1990;
- **Princípios orientadores e caminhos transformadores** como base para todas as áreas de atuação até 2050;
- **Estrutura de marcos** (*milestones*) e metas para todos os setores até 2030. Medidas estratégicas para cada setor;
- Estabelecimento de um **processo de aprendizagem** que permita a progressiva elevação da ambição prevista no Acordo de Paris.

Tabela 12. Projeção de emissões setoriais, prevista no Plano de Ação Climática da Alemanha (absolutas, mil tCO<sub>2</sub>e)

Área de atuação	1990 Emissões atuais	2014 Emissões atuais	2030 Meta	2030 (Percentual de redução - ano base de 1990)
<b>Setor de Energia</b>	466	358	175 – 183	62 – 61 %
<b>Construção</b>	209	119	70 – 72	67 – 66 %
<b>Transporte</b>	163	160	95 – 98	42 – 40 %
<b>Industria</b>	283	181	140 – 143	51 – 49 %
<b>Agricultura</b>	88	72	58 – 61	34 – 31 %
<b>Outros</b>	39	12	5	87%
<b>Total</b>	1248	902	543 – 562	56 – 55 %

Fonte: Climate Action Plan 2050. Alemanha, 2016.

### Governança

O governo alemão estabelecerá uma Comissão de crescimento, mudança estrutural e desenvolvimento regional, que será sediada no Ministério Federal de Assuntos Econômicos e de Energia e trabalhará junto com os outros ministérios, estados, municípios e sindicatos, bem como representantes do setor privado das regiões afetadas. A comissão irá desenvolver uma combinação de instrumentos para viabilizar desenvolvimento econômico, mudanças estruturais, aceitação pela sociedade e ações da agenda climática. A previsão do início de trabalho da comissão é começo do 2018.

### Medidas estratégicas para cada área de atuação

Setor energético: Se “possível e economicamente viável”, a energia renovável será usada em todos os setores. A energia elétrica dessas fontes será usada de forma eficiente para aquecimento, bem como nos setores de transportes e indústria. A biomassa como fonte de energia terá uma utilização limitada, em maioria apenas a proveniente de resíduos. Ao longo de transição para uma matriz renovável, “as termelétricas a gás natural que são menos intensivas em carbono, bem como as termelétricas mais modernas a carvão mineral que já existem têm um papel importante como tecnologias interinas”.

Construções: Roteiro para um parque imobiliário neutro do ponto de vista climático, desenvolvimento gradual de normas energéticas para edifícios novos e renovação dos existentes; apoio aos sistemas de aquecimento com energias renováveis.

Transporte: Estratégias de ação climática para transportes rodoviários, abordando as emissões dos veículos de passageiros e dos veículos comerciais leves e pesados; fornecimento de combustíveis livres de emissões de GEE, infraestruturas e interligação de setores.

Indústria: Programa de pesquisa e desenvolvimento com o objetivo de reduzir as emissões de GEE dos processos industriais, direcionados para o objetivo de neutralidade de GEE. É considerada também a opção de captura e utilização de carbono (CCU).

Agricultura: Aplicação coerente da legislação relativa aos fertilizantes, em cooperação com os estados, visando atingir a meta de 70 kg/N por hectare entre 2028 e 2032, estabelecida no âmbito da Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Alemanha.

Uso da terra e silvicultura: Preservação e melhoria dos sumidouros de carbono nas florestas, expansão da cobertura florestal; maior enfoque na área de financiamento de “florestas” contida na Tarefa Conjunta para a Melhoria das Estruturas Agrícolas e da Proteção Costeira (GAK, um instrumento essencial da Estratégia Nacional para Desenvolvimento das Áreas Rurais da Alemanha).

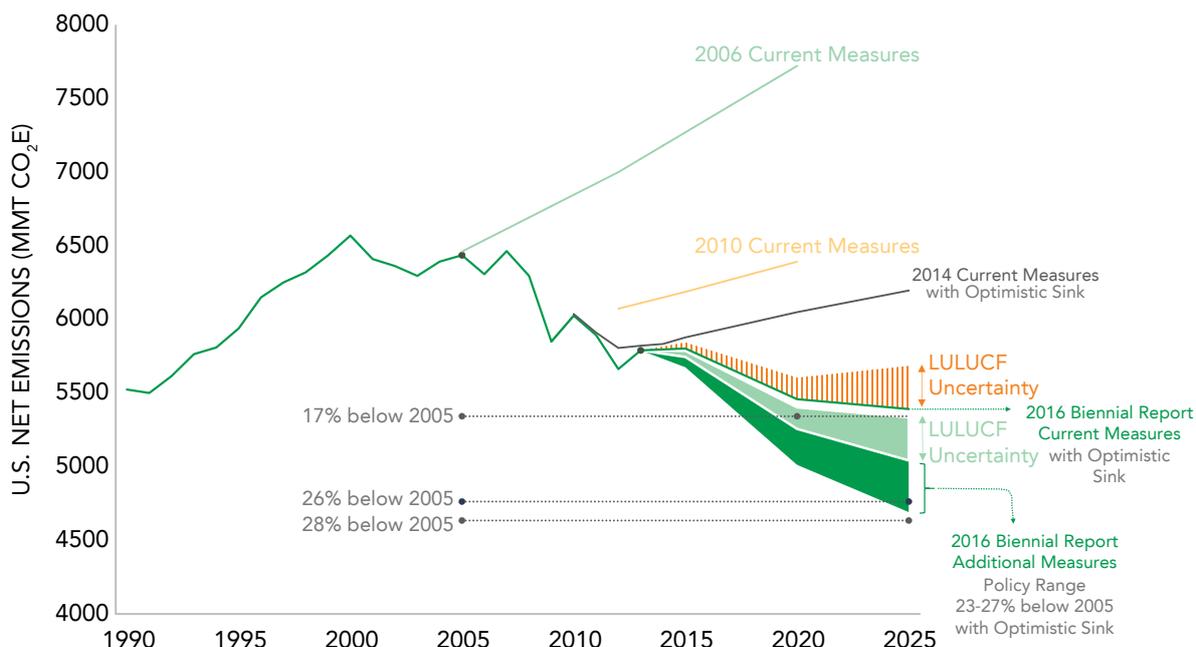
## Medidas gerais:

- Revisão do potencial para o desenvolvimento progressivo do sistema fiscal como forma de ajudar a atingir as metas climáticas de 2050;
- Reforço dos incentivos econômicos para os consumidores para orientá-los sobre padrões de produção e consumo sustentáveis;
- Revisão dos impactos prejudiciais ao clima de vários impostos;
- Estratégia climática ambiciosa como uma combinação de política de eficiência, eletricidade a partir de energias renováveis e inovação de produtos. Uma estratégia do tipo “sem arrependimento” que compensaria os custos atuais para a Alemanha no longo prazo;
- Os ganhos de emprego resultantes seriam principalmente nos setores de construção, transporte e energia;
- Estabelecimento de processos de aprendizagem que permitam o aumento progressivo da meta prevista no Acordo de Paris.

## ELP dos Estados Unidos: Estratégia de Descarbonização Profunda até o meio do século

A estratégia de longo prazo dos EUA, a ELP, estabelece caminhos múltiplos para alcançar reduções ambiciosas das emissões líquidas internas até 2050, contribuindo para a manutenção do aumento da temperatura média global abaixo de 2°C.

Figura 19. Projeção das emissões dos Estados Unidos, considerando as medidas atuais e as adicionais, consistentes com o Climate Action Plan da Administração Obama (2016)



Fonte: United States Mid-Century Strategy for Deep Decarbonization. Estados Unidos, 2016.

A ELP define as seguintes prioridades para as políticas públicas no longo prazo:

- Transformar seu modelo energético em um sistema de energia de baixo carbono, incluindo uma descarbonização quase completa da matriz elétrica e profundas reduções de emissões nos setores de transporte, construção e indústria;
- Sequestro de carbono e redução de emissões através das florestas, solos e tecnologias de remoção de CO<sub>2</sub> (incluindo o BECCS, uma sigla que significa "bioenergia com captura e armazenamento de carbono");
- Redução das emissões de não-CO<sub>2</sub> (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, gases fluorados) que resultam principalmente de produção de combustíveis fósseis, agricultura, resíduos e gases refrigerantes.

### Elementos centrais da visão ELP dos Estados Unidos:

- Aumento da eficiência em todo o sistema energético;
- Eletricidade produzida quase totalmente a partir de fontes de geração limpas até 2050;
- Utilização ampla de eletricidade limpa e de combustíveis com baixo teor de carbono nos edifícios, na indústria e nos transportes;
- Manter e potencializar os sumidouros de carbono terrestre, garantindo que as florestas e os solos dos EUA continuem a sequestrar quantidades substanciais de carbono;
- Desenvolver tecnologias de remoção de CO<sub>2</sub> que sequestram e armazenam carbono;

- Reduzir as emissões de GEE não-CO<sub>2</sub>, apesar do crescimento dos níveis de atividade das principais fontes emissoras.

A MCS prevê um conjunto de políticas públicas ambiciosas e rentáveis de descarbonização, inclusive incentivos baseados em mercado e regulamentação em todos os níveis de governo. As principais prioridades incluem:

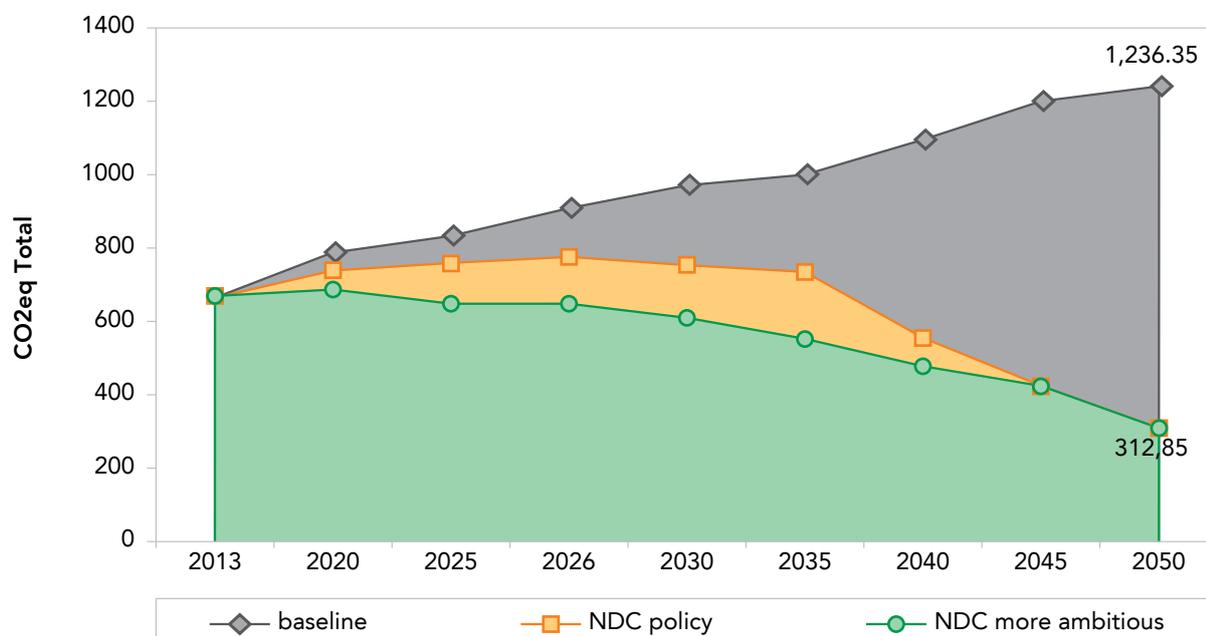
- Consideração da precificação das emissões de GEE na expansão das políticas locais/estaduais e nas regulamentações setoriais, visando a adoção dessa abordagem no nível economy wide;
- Aumento do apoio aos programas de RDD & D (pesquisa, desenvolvimento, demonstração e implementação, em sua sigla em inglês) - públicos e privados;
- Apoio à eficiência energética;
- Infraestrutura e apoio regulatório para tecnologias de baixa emissão de GEE;
- Incentivos para tecnologias ou estratégias de emissão negativa.

Está previsto também que, sempre que possível, os formuladores de políticas devem capitalizar as correlações entre as reduções de emissões de GEE e outros objetivos sociais, como o aumento dos padrões de vida e a redução da poluição do ar e da água.

## ELP do México: Estratégia Climática até o Meio do Século

O México definiu dois cenários de mitigação. O mais conservador (NDC policy) prevê a meta de redução de 22% das emissões economy wide até 2030 e 50% de redução até 2050 em relação às emissões de 2000. No cenário mais ambicioso (NDC more ambitious), a redução prevista para 2030 é de 36%, mantendo a mesma meta de longo prazo do cenário anterior. Dessa forma, consideram que os cenários são consistentes com a meta de 2°C.

Figura 20. Cenários de emissão de GEE do México até 2050



Fonte: Mexico's Climate Change Mid-Century Strategy. Mexico, 2016.

A estratégia mexicana é guiada pelas seis questões transversais que estabelecem as bases da política climática no País, tanto para adaptação quanto para mitigação. Além disso, a ELP mexicana estabelece medidas estratégicas para adaptação, bem como define linhas de ação para transição para desenvolvimento de baixa emissão de GEE no longo prazo.

## Questões transversais:

1. Políticas e ações climáticas transversais, articuladas, coordenadas e inclusivas;
2. Desenvolver políticas específicas fiscais relacionadas às mudanças climáticas e desenhar instrumentos econômicos e financeiros de mercado;
3. Implementar uma plataforma para pesquisa, inovação, desenvolvimento e adoção de tecnologias climáticas, fortalecer as capacidades institucionais;
4. Promover o desenvolvimento da cultura climática;
5. Implementar mecanismos para mensuração, relato e verificação (MRV) e os de monitoramento e avaliação (M&E);
6. Fortalecer a cooperação estratégica e a liderança internacional.

## Medidas estratégicas para adaptação:

1. Redução da vulnerabilidade social e fortalecimento da resiliência aos impactos climáticos;
2. Reduzir a vulnerabilidade e fortalecer a resiliência da infraestrutura e dos sistemas de produção estratégicos;
3. Conservação e uso sustentável dos recursos naturais para manter os serviços ecossistêmicos.

## Linhas de ação para transição de desenvolvimento de baixa emissão de GEE:

1. Acelerar a transição para energia limpa;
2. Eficiência energética e consumo sustentável;
3. Cidades sustentáveis com sistemas de mobilidade, gestão integrada de resíduos e edifícios com baixa pegada de carbono;
4. Agricultura e silvicultura sustentáveis para aumentar e preservar sumidouros naturais de carbono;
5. Reduzir as emissões de poluentes de curta duração (SLCPs), com altos benefícios para saúde e bem-estar.

## Questões transversais críticas para a política climática no longo prazo:

- Necessidade de abordagens baseadas em mercado para precificação de carbono;
- Aumento da inovação, pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias;
- Necessidade de construir uma cultura climática que considere mecanismos sociais e participação do setor privado.

## Governança

O Ministério de Meio Ambiente e Recursos Naturais, com a participação da Comissão Interministerial sobre Mudanças Climáticas, analisará a Estratégia de Mudança Climática Nacional pelo menos uma vez a cada dez anos no que diz respeito à sua política de mitigação, e a cada seis anos em relação à adaptação. Cenários, projeções, objetivos e metas correspondentes serão atualizados também, com explicação dos desvios das projeções previamente publicadas, se for o caso. Sob nenhuma circunstância as revisões diminuirão as metas, projeções e objetivos comunicados anteriormente.

## ELP da França: Estratégia Nacional de Baixo Carbono (SNBC)<sup>22</sup>

A estratégia nacional francesa de baixo carbono, estabelecida pela Lei de Transição de Energia, define como reduzir as emissões de GEE em nível nacional. Ela também orienta a implementação da transição para uma economia de baixo carbono.

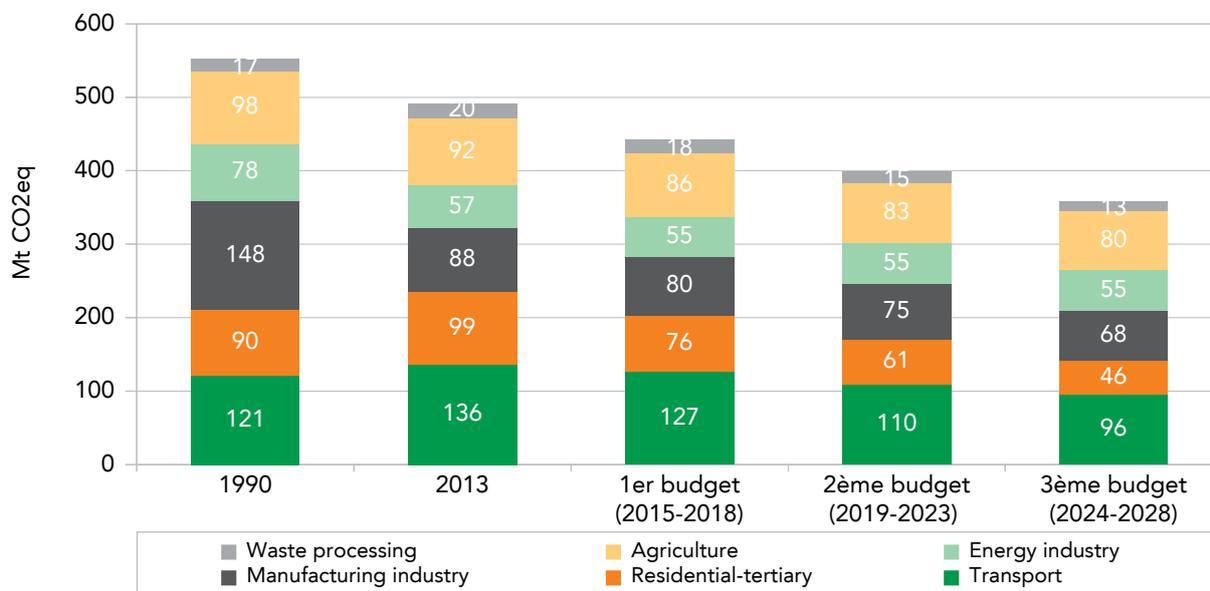
<sup>22</sup> Fontes adicionais: <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe-energy-transition-scenarios-2030-2050-english-french-7942.pdf>  
[http://unfccc.int/files/focus/long-term\\_strategies/application/pdf/snbc\\_4pager\\_fr\\_en.pdf](http://unfccc.int/files/focus/long-term_strategies/application/pdf/snbc_4pager_fr_en.pdf)

## Compromissos da França:

- Uma redução de 40% das suas emissões totais até 2030 em relação a 1990;
- Uma redução de 75% das suas emissões totais até 2050 em relação a 1990 (cenário "fator 4").

A estratégia inclui metas indicativas por setores de atividade.

Figura 21. Distribuição das metas indicativas por setores de atividade ELP da França



Fonte: Stratégie Nationale Bas-Carbone. Summary for Decision-Makers. França, 2017.

O cenário de referência não é exatamente um plano de ação, mas um caminho possível para alcançar os objetivos propostos, que permitirá a análise qualitativa e quantitativa de eventuais discrepâncias ao longo do tempo e poderá contribuir para a identificação de medidas corretivas, bem como uma base para recomendações setoriais a curto e médio prazos em relação a esta estratégia.

## Recomendações transversais:

- Reduzir a pegada de carbono colocando-a no centro da tomada de decisão;
- Implementar a transição energética através do redirecionamento de investimentos;
- Criar condições para o desenvolvimento bem-sucedido de uma bioeconomia;
- Gerir terras de forma sustentável;
- Apoiar iniciativas de projetos regionais;
- Usar políticas ambiciosas de P&D e de capacitação;
- Considerar as questões envolvidas na transição para uma economia de baixo carbono na definição das principais diretrizes estratégicas do Estado.

## Medidas estratégicas setoriais:

### Transporte:

- Melhorar a eficiência energética dos veículos;
- Acelerar desenvolvimento das rotas com menor intensidade de emissão;
- Promover a demanda por mobilidade sustentável;

- Promover e incentivar as alternativas ao transporte individual;
- Para transporte de carga, promover a troca de modal para trens e navios.

#### Construção civil

- Implementar a RT 2012 (regulamentação francesa que define os padrões mínimos de eficiência energética na construção) e nos próximos anos, a regulação que considerará os impactos sobre meio ambiente, com base na Análise de Ciclo de Vida (ACV);
- Reformar na integra todos edifícios para atender os altos padrões de eficiência em 2050;
- Acelerar a gestão do consumo de energia.

#### Agricultura e florestas

- Iniciar a implementação do projeto agroecológico;
- Promover aumento significativo de produção madeireira.

#### Indústria

- Estabelecer controles para demanda específica por energia e materiais;
- Promover economia circular e uso dos materiais menos intensivos em emissão de GEE.

#### Energia

- Acelerar investimentos em eficiência energética;
- Desenvolver as fontes renováveis de energia e evitar investimentos em novas termelétricas em desacordo com o plano climático no médio prazo;
- Melhorar a flexibilidade do sistema elétrico para aumentar a participação das fontes renováveis.

#### Resíduos

- Reduzir desperdício de alimentos;
- Prevenir a geração de resíduos;
- Aumentar a recuperação dos recursos através de reciclagem de resíduos;
- Reduzir difusão das emissões de metano dos lixões e plantas de purificação;
- Terminar incineração de resíduos sem geração de energia.

#### Dois objetivos principais da ELP francesa:

1. Considerar a redução da pegada de carbono nas decisões econômicas: ter em conta as Análise de Ciclo de Vida (ACV) para limitar os impactos ambientais na produção e no consumo de bens e promover uma abordagem que favoreça os "territórios neutros" em termos de emissões de GEE;
2. Redirecionar os investimentos em apoio à transição energética, desenvolvendo rótulos de qualidade, garantindo uso dos recursos públicos e aumentando gradualmente o peso na consideração do carbono nos impostos relacionados ao consumo de energia, porém sem aumento da carga tributária total.

---

## ELP do Canadá: Estratégia de Longo Prazo para Desenvolvimento de Baixo Carbono até o meio do século

A ELP do Canadá tem como objetivo relatar as formas como o país pode transformar-se em uma economia de baixo carbono e começar uma discussão robusta sobre o assunto. A descrição da estratégia inclui modelagem de possíveis cenários de profunda redução das emissões de GEE, examinando possíveis oportunidades e desafios, novas tecnologias e identificando áreas onde as reduções serão mais desafiadoras e precisarão de foco em políticas públicas. Conforme as conclusões da ELP, a descarbonização substancial no longo prazo no Canadá será possível com as tecnologias atuais.

Os caminhos de desenvolvimento apresentados na estratégia canadense são consistentes com cenários de emissões líquidas com redução de 80% até 2050 em relação aos níveis de 2005.

Os direcionadores da Estratégia de Longo Prazo do Canadá:

- Substituição de equipamentos e veículos que atualmente usam combustíveis fósseis por alternativas elétricas (carros e caminhões, equipamentos de construção, sistemas de calefação, bem como definição dos padrões de consumo de energia para algumas indústrias;
- Descarbonização da geração de eletricidade existente;
- Atendimento da demanda crescente de eletricidade por fontes de baixo carbono;
- Melhoria de transmissão de eletricidade entre os municípios para possibilitar a venda de eletricidade de menor intensidade de carbono para os territórios dependentes da energia fóssil;
- Eficiência energética e gestão da demanda como essenciais para atingir os objetivos de descarbonização;
- Alguns setores, tais como indústria pesada, transporte marinho, transporte de cargas e aviação podem adotar uso de combustíveis de baixo carbono (biocombustíveis de segunda geração e hidrogênio);
- Apesar de carbono negro<sup>23</sup> não ser classificado como gás de efeito estufa, ele contribui para aquecimento global e por isso deve ser endereçado;
- Mudanças comportamentais também contemplam a economia de baixo carbono;
- Mitigação das mudanças climáticas e implementação de medidas de adaptação nas cidades canadenses devem ser priorizados;
- A melhoria das políticas e medidas para a gestão mais eficiente das florestas e terras canadenses vai aumentar o sequestro de carbono da atmosfera;
- Inovação tem um papel essencial na transição para economia de baixo carbono e o setor privado tem um papel muito importante em termos de direcionamento dos investimentos para as alternativas de baixa emissão de GEE – precificação de carbono será um mecanismo crucial nesse processo;
- Colaboração com províncias e territórios, povos indígenas, municípios, empresas e outras partes interessadas é essencial para o sucesso do Canadá na implementação da sua estratégia de desenvolvimento de baixo carbono no longo prazo.

<sup>23</sup> Considerado o segundo poluente de maior impacto para as mudanças climáticas, o carbono negro é uma forma impura de carbono produzida pela combustão incompleta de combustíveis fósseis, madeira ou de biomassa.

## Agradecimento aos especialistas entrevistados

<b>Nome</b>	<b>Organização</b>
Adriano Barros	Vestas
Aloisio Melo	Ministério da Fazenda
André Guimarães	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
Bianca Conde	Fibria
Branca Americano	Fórum Brasileiro de Mudança do Clima
Carlos Roxo	Fibria
Cristina Yuan	Instituto Aço Brasil
Daniela Mariuzzo	Industrial Development Heerenveen
Elizabeth Farina	União da Indústria de Cana-de-açúcar
Emilio La Rovere	UFRJ
Estevão do Prado Braga	Suzano Papel e Celulose
Fábio Cirilo	Votorantim Cimentos
Felipe Maciel	Arcelor Mittal
Fernando Figueiredo	Schneider Eletric
Gabriela Burian	Monsanto
Gonzalo Visedo	Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
Guilherme Abreu	Arcelor Mittal
João Carlos Augusti	Fibria
Jorge Soto	Braskem
Lucila Caselato	Instituto Aço Brasil
Luiz Barroso	Empresa de Pesquisa Energética
Marcelo Vieira	Sociedade Rural Brasileira
Marcos Catarino	Confederação Nacional da Indústria
Maria Luiza Lartigau S. Milazzo	Eletrobras
Marina Mattar	Associação Brasileira da Indústria Química
Maurício Voivodic	World Wide Fund for Nature
Paulo Cesar Fernandez	Eletrobras
Philipp Hauser	Engie
Ricardo Gorini	Empresa de Pesquisa Energética
Roberto Schaeffer	UFRJ
Rodolfo Nardez Sirol	CPFL Energia
Rodrigo Lopes Sauer	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
Suzana Kahn	UFRJ
Yuri Feres	Cargill



