

Estudos de Longo Prazo

Mecanismos de Carbono

Documento de Apoio ao PNE 2050

Dezembro de 2018

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - "double sided")



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE

MINISTRO DE ESTADO
WELLINGTON MOREIRA FRANCO

PRESIDENTE
REIVE BARROS DOS SANTOS

SECRETÁRIO EXECUTIVO
MÁRCIO FELIX CARVALHO BEZERRA

DIRETOR DE ESTUDOS ECONÔMICO-ENERGÉTICOS E AMBIENTAIS
THIAGO VASCONCELLOS BARRAL FERREIRA

SECRETÁRIO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO
EDUARDO AZEVEDO RODRIGUES

DIRETOR DE ESTUDOS DE ENERGIA ELÉTRICA
AMILCAR GONÇALVES GUERREIRO

SECRETÁRIO DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEIS
JOÃO VICENTE DE CARVALHO VIEIRA

DIRETOR DE ESTUDOS DO PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS
JOSÉ MAURO FERREIRA COELHO

SECRETÁRIO DE ENERGIA ELÉTRICA
ILDO WILSON GRUDTNER

DIRETOR DE GESTÃO CORPORATIVA
ÁLVARO HENRIQUE MATIAS PEREIRA

SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL
VICENTE HUMBERTO LÔBO CRUZ

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE

ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS
BLOCO U – 5º ANDAR
70065-900 – BRASÍLIA – DF
TEL.: (55 61) 3319 5299
FAX: (55 61) 3319 5067

ESCRITÓRIO CENTRAL

AV. RIO BRANCO, 01 – 11º ANDAR
20090-003 – RIO DE JANEIRO – RJ
TEL.: (55 21) 3512 3100
FAX : (55 21) 3512 3198

WWW.MME.GOV.BR

WWW.EPE.GOV.BR

Participantes - EPE

COORDENAÇÃO EXECUTIVA

EMÍLIO HIROSHI MATSUMURA

THIAGO VASCONCELLOS BARRAL FERREIRA

COORDENAÇÃO TÉCNICA

CAMILA FERRAZ

PEDRO NINÔ

EQUIPE DE APOIO

CLEITON LEANDRO ALVES FERREIRA (ESTAGIÁRIO)

EQUIPE TÉCNICA

DANIEL MORO

GUILHERME DE PAULA SALGADO

JULIANA VELLOSO

LUCIANO BASTOS OLIVEIRA

MARIANA BARROSO

PAULA ISABEL DA COSTA BARBOSA

RAFAEL BARROS ARAÚJO

1 Introdução

Este relatório aborda os mecanismos que podem contribuir para uma economia de baixo carbono, no sentido mais específico de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e da intensidade de carbono na economia, objetivos associados a uma transição para uma economia de baixo carbono.

Este processo, entretanto, engendra outros desafios quando considerado em um país em desenvolvimento como o Brasil, sobretudo levando-se em conta as dimensões econômica e social. Ainda que o Brasil tenha melhores indicadores de intensidade energética e de intensidade de carbono na comparação com países da OCDE, em geral o produto final da economia brasileira tem baixo valor agregado, é energo-intensivo e, em grande parte, caracterizado pela exploração de recursos naturais.

Em que medida a transição para uma economia menos carbono intensiva poderia estar associada a maior competitividade da indústria, à geração de novos empregos, e à melhoria do bem-

estar da sociedade brasileira? Esta transição somente pode ser compreendida a partir de uma abordagem sistêmica, para além da redução das emissões, e que incorpore a necessidade de transformações estruturais, perenes e disruptivas na economia.

Este relatório está dividido em 6 seções além desta introdução. Na seção 2, apresenta-se um panorama das emissões no Brasil, os tipos de políticas de mitigação comumente apontadas na literatura, *benchmarks* internacionais e a experiência brasileira. Na seção 3, de caráter mais estratégico, busca-se evidenciar as principais incertezas e tendências no que se refere à transição para economia de baixo carbono, bem como descrever caminhos possíveis para um cenário desafiador no horizonte de 2050, onde o setor energético terá um papel relevante nesta trajetória. Por fim, serão listadas algumas recomendações estratégicas para o Brasil e para o setor energético a fim de aproveitar as potencialidades e oportunidades associadas a uma economia de baixo carbono.

2 Panorama: emissões, tipos de políticas de mitigação e experiências internacionais e nacional

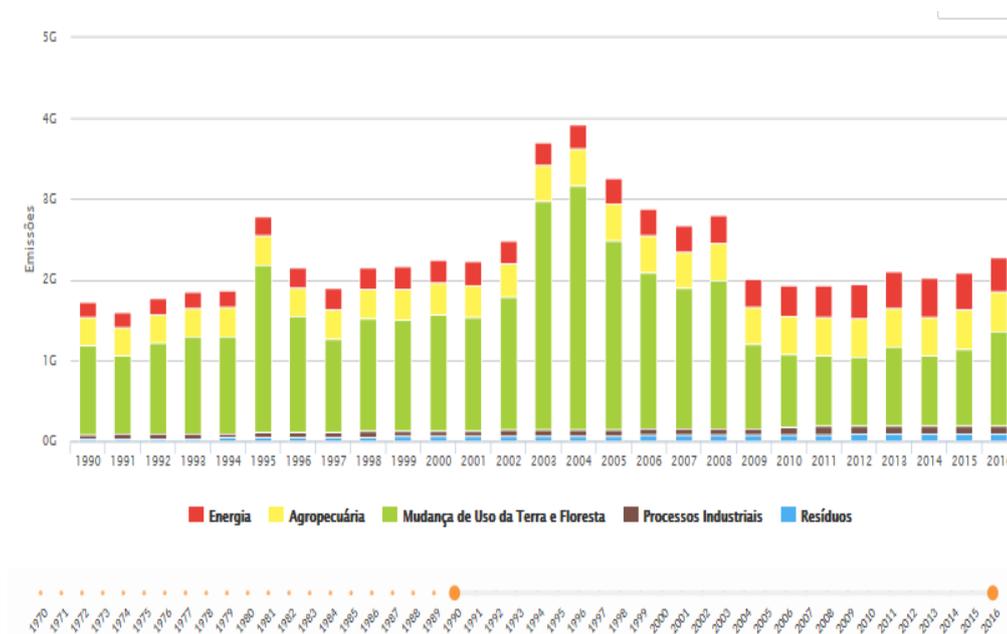
2.1 Emissões de GEE no Brasil

No Brasil as principais fontes de emissão de GEE são também aquelas em que o país apresenta o maior potencial de redução. Assim foi observado com as emissões derivadas de mudança do uso do solo e florestas, que caíram significativamente de 2004 até 2012 graças a políticas de controle e fiscalização de desmatamento e queimadas na Amazônia.

A redução das emissões de GEE de mudança do uso da terra e florestas tem o

potencial para reduzir a intensidade de carbono na economia sem alterar sua estrutura. Ainda que não seja o objetivo final, reduzir as emissões por produto interno bruto gerado coloca o país na trajetória da economia de baixo carbono sem a necessidade de grandes investimentos, dado o menor custo de abatimento das emissões de AFOLU (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*) em relação aos outros setores.

Figura 1: Evolução das emissões brutas de GEE no Brasil entre 1990 e 2015 (Mt CO₂e)



Fonte: Plataforma SEEG, disponível em: http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission ; Balanço Energético Nacional 2015; Calculado a partir de BEN 2015.

A estratégia adotada pelo Brasil a partir de 2004 foi bastante eficiente para redução do nível de emissões, entretanto, condições adversas podem levar as emissões para um patamar alto novamente o que evidencia um perfil de emissões sensível a variações nas taxas de desmatamento e de crescimento do PIB.¹

Estratégias mais amplas e políticas de longo prazo são importantes para colocar o país numa trajetória perene de emissão de baixo carbono.

2.2 Tipos de Políticas de mudanças climáticas

Dentro das políticas de mudanças climáticas existentes no mundo encontram-se duas abordagens principais: adaptação (*wait and see approach*) e mitigação. Nesta última abordagem, os esforços para reduzir ou evitar as emissões de gases de efeito estufa têm sido comumente associados a três tipos de mecanismos ou políticas na literatura: comando

e controle, precificação de carbono e financiamento.² A Tabela 1 define e apresenta suas vantagens e desvantagens. Embora os mecanismos estejam delimitados, para fins didáticos, usualmente as políticas são utilizadas de forma combinada.

¹ Artigo de 2018 de pesquisadores da Coppe trata do recente aumento recente do desmatamento e retrocesso da política ambiental. Disponível em: <https://rdcu.be/2Jmq>

² É importante mencionar que as três políticas mencionadas não são exaustivas, porém atualmente a literatura que trata do tema tem explorado as três alternativas.

Tabela 1 – Mudanças Climáticas: Mecanismos de Adaptação e de Mitigação

Políticas	Adaptação às mudanças climáticas (wait and see)	Mitigação		
		Comando e controle	Preço de carbono	Financiamento
Descrição	Não toma ação para redução de emissões de GEE e sim para adaptação por meio de diversas ações para ajudar comunidades e ecossistemas a se preparar para as mudanças climáticas.	Leis para a redução de emissões por meio de proibições, permissões, estabelecimento de padrões de modo a regular uma indústria, uma atividade ou um poluente em particular.	Desincentivo a emissão de GEE, recompensa por baixa emissão e penaliza as que não reduzem. É alternativo ou complementar ao comando controle.	Financiamento direto através de recursos públicos e privados (fundos de pensão, pessoa físicas e jurídicas, instituições de caridade, etc.). O governo pode oferecer incentivos ou criar condições para permitir compras, investimentos ou estimular comportamentos, entre outros.
Funcionamento	Políticas estratégicas e projetos envolvendo os temas água, agricultura, infraestrutura, saúde, turismo, transporte e energia.	Geralmente impõe limite ambiental, padrão de performance ou força o uso de certa tecnologia com penalidades em caso não cumprimento.	2 mecanismos: taxa de carbono (preço fixo por tonelada) e mercado de carbono (baseado na quantidade e preço flutua, cap-and-trade).	Recursos a fundo perdido; subsídios; linhas de crédito com condições mais acessíveis (taxas de juros baixas, prazos, etc.); participação de investidores (<i>equity shareholding</i>); títulos.
Vantagens	Mais fácil no curto prazo	Baixo custo de administração e atingir a meta é mais garantido.	É simples, estável e de baixo custo de implementação.	Apoia iniciativas voluntárias
Desvantagens	Custos maiores no futuro	Restringe competição e dificuldade de <i>enforcement</i>	Pode não atingir a meta e ser indesejável politicamente.	não desincentiva as emissões e é limitado se aplicado sozinho.

Fonte: Elaboração própria baseada no Curso “Essencial Tools for The Low Carbon Economy”. Disponível em: <https://www.edx.org/course/essential-tools-low-carbon-economy-uqx-carbon101x>

2.3 Experiências internacionais e nacional

A seguir serão apresentadas algumas iniciativas relacionadas às políticas de mitigação, tais como:

1. Precificação de carbono;
2. Financiamento;
3. Comando e Controle.

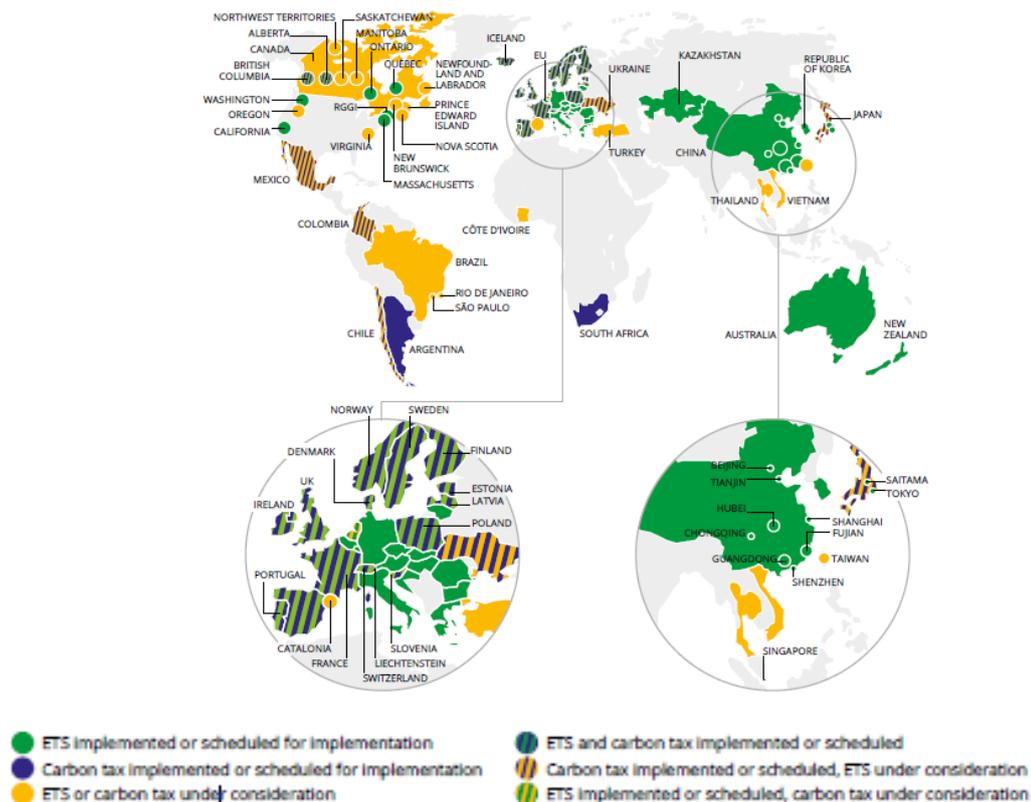
2.3.1 Precificação de carbono

Segundo o Relatório do Banco Mundial *State and trends of Carbon Pricing* (2018), 51 jurisdições nacionais e subnacionais adotaram ou estão prestes a adotar iniciativas de precificação de carbono, como forma de internalizar os custos ambientais das emissões de GEE e melhor

sinalizar o preço de mercadorias comercializadas.

O estágio e os tipos de precificação variam conforme figura 3 abaixo:

Figura 2: Mapa das iniciativas nacionais, regionais e subnacionais de precificação de carbono implementadas, agendadas para implementação e sob consideração



Fonte: State and Trends of Carbon Pricing, 2018.

PMR

No contexto das iniciativas existentes para estudo sobre precificação de carbono, destaca-se o projeto PMR - Brasil (*Partnership for Market Readiness*), aprovado em dezembro de 2014 e coordenado pelo Ministério da Fazenda em parceria com o Banco Mundial. O projeto busca a discussão acerca papel de instrumentos de precificação de carbono (taxação ou sistema de comércio de emissões) nas políticas de mitigação de emissões de GEE, além de buscar avaliação detalhada dos impactos de tais mecanismos sobre os setores econômicos, a sociedade e o meio ambiente. Entre os elementos norteadores das discussões busca-se responder se é desejável ter um instrumento de precificação na política climática nacional para o período após 2020 e em caso afirmativo, quais as características necessárias ao instrumento para otimizar a relação entre objetivos ambientais e desenvolvimento socioeconômico brasileiro. Os estudos em andamento contemplam os setores elétrico, combustíveis, agropecuária e industrial. Para cada setor, os estudos se dividem em três etapas: (i) estudos setoriais;³ (ii) avaliação de impacto e (iii) Comunicação, consulta e engajamento dos *stakeholders*. Os trabalhos têm finalização prevista para 2019, quando serão apresentados os resultados e recomendações.⁴

2.3.2 Financiamento

O financiamento climático é considerado um dos meios de implementação da agenda de mitigação e adaptação pela Convenção-Quadro das Nações Unidas de Mudança do Clima. No

Plataforma Empresa pelo Clima - Simulação do Sistema de Comércio de Emissões

Outra iniciativa a ser destacada é a Simulação do Sistema de Comércio de Emissões (SCE)⁵, promovida desde 2013 pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (GVces) no âmbito de sua iniciativa empresarial EPC (Plataforma Empresas pelo Clima). Esta simulação tem como objetivo criar e disseminar conhecimento entre as empresas a respeito do funcionamento de um SCE, seus desdobramentos aos negócios e como pode contribuir para o alcance de metas de redução das emissões de GEE de forma custo-efetiva. Em um SCE um limite de emissões é estabelecido (cap) e revertido em permissões que podem ser distribuídas e/ou vendidas para as empresas reguladas, as quais podem negociar entre si. De 2014 a 2018, foram realizados cinco ciclos operacionais, através dos quais regras e parâmetros foram sendo testados, como resultado dos estudos e debates setoriais com os principais setores: agronegócio, energia, indústria, papel e celulose. As empresas participantes da iniciativa devem conciliar suas emissões do ciclo vigente com permissões de emissões - título que confere a empresa o direito de emitir uma tonelada de carbono equivalente. Todas as transações ocorrem na plataforma de negociação do Instituto BVRio - Bolsa de Valores Ambientais.

entanto, é um tema amplo por envolver grande quantidade de instituições que incluem fontes financiadoras, bancos públicos e privados, programas, iniciativas de governos doadores ou

³ Disponível em: <http://gvces.com.br/comentarios-e-sugestoes-fase-de-diagnosticos-setoriais-projeto-pmr-brasil/>

⁴ Para mais informações, acessar: <http://www.fazenda.gov.br/orgaos/spe/pmr-brasil>

⁵ Disponível em: <http://www.gvces.com.br/sobre-a-simulacao-do-sistema-de-comercio-de-emissoes/?locale=pt-br>

receptores, organizações não governamentais e outros agentes (MMA, 2017).⁶ A partir de um inventário de fundo climático publicado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2015, o Ministério do Meio Ambiente produziu o Quadro Resumo de Fontes de Financiamento do Clima⁷, uma lista que reúne fundos e instituições financeiras de todo o mundo que disponibilizam recursos para iniciativas desenvolvidas por entidades brasileiras em temas de mitigação e adaptação à mudança do clima⁸.

Nesse contexto, é importante destacar o relevante papel que os bancos públicos vêm desempenhando na canalização e alavancagem de recursos climáticos, haja vista sua histórica participação em projetos de elevado risco e vulto e seu fundamental apoio ao desenvolvimento de projetos e setores não atendidos pelo financiamento privado (BNDES, 2016)⁹. De todo modo, há um certo consenso em diversos relatórios de que os elevados montantes de investimentos necessários às políticas de mitigação demandarão, além da participação dos bancos públicos, o envolvimento do setor privado.

Os títulos verdes,¹⁰ por exemplo, representam um mercado em expansão e que movimentou em torno de 160 bilhões de dólares em 2017, segundo o Climate Bonds Initiative (CBI). No Brasil, o BNDES concluiu, em maio de 2017, a captação de US\$ 1 bilhão em títulos

verdes (*green bonds*) no mercado internacional para projetos de geração eólica ou solar, novos ou já existentes na carteira do Banco.¹¹

Uma iniciativa a ser mencionada no contexto brasileiro é a criação, em 2017, do Laboratório de Inovação Financeira (Lab)¹², uma iniciativa da Associação Brasileira de Desenvolvimento (ABDE), da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que reúne diferentes setores (financeiro, consumidor, provedor, regulatório), com o objetivo de “fomentar a criação de instrumentos de investimento e de estruturas financeiras que maximizem a alavancagem do setor privado e otimizem o uso de fundos doadores para soluções sustentáveis em setores como energia, transporte, agricultura e água”.

O Lab é dividido em três grupos de trabalho intersetoriais: Títulos verdes (Green Bonds), para aprofundar o conhecimento sobre esse mercado a nível internacional; Finanças Verdes, para construir diálogo com as instituições que compõem o Sistema Nacional de Fomento (SNF); e o grupo Instrumentos Financeiros e Investimentos de Impacto, para identificar possíveis sinergias entre os mecanismos de finanças sociais e os do SNF. O terceiro grupo de trabalho, que foca em Finanças Verdes, tem atuado para fortalecer e impulsionar os investimentos na área de eficiência energética e buscando criar alternativas para a capilaridade

⁶ Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/financiamento-climatico>

⁷ Disponível em: <http://www.mma.gov.br/apoio-a-projetos/fontes-de-financiamento>

⁸ De acordo com o Climate Funds Update, o Brasil recebeu a quantia de US\$ 721 milhões por fundos multilaterais desde 2003, sendo o total voltado para projetos de mitigação (MMA, 2017)

⁹ Disponível

em:

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7158/2/Panoramas%20setoriais_mudan%C3%A7as%20clim%C3%A1ticas_2016_P_BD.pdf

¹⁰ Títulos Verdes (Green Bonds para o mercado internacional) são Títulos de Renda Fixa utilizados para captar recursos com o objetivo de implantar ou refinarçar projetos ou ativos que tenham atributos positivos do ponto de vista ambiental ou climático. Os projetos ou ativos enquadráveis para emissão destes títulos podem ser novos ou existentes e são denominados Projetos Verdes.

¹¹ Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/publicacoes/relatorios/relatorio-green-bonds>

¹² Para mais informações, acessar: <http://www.labinovacaofinanceira.com/>

dos projetos de energia solar distribuída no País. Para que isso aconteça, o grupo também discute a construção de soluções regulatórias e de mecanismos financeiros inovadores, como depósitos interfinanceiros verdes, instrumentos

garantidores alternativos, entre outros, que viabilizem o crescimento destes setores área. Alguns pilotos estão prestes a serem testados pelo projeto.

2.3.3 Comando e Controle

Os instrumentos de comando em controle aparecem como os primeiros instrumentos de proteção ambiental no âmbito da gestão pública. Também denominados instrumentos de regulação direta, são aqueles que fixam normas, regras, procedimentos e padrões determinados para as atividades econômicas a fim de assegurar o cumprimento dos objetivos da política em questão (LUSTOSA e YOUNG, 2002, p.578).

Elaborados por meio de políticas públicas, os instrumentos de comando e controle têm sido importantes mecanismos de incentivo para combater a poluição e incentivar tecnologias mais limpas. É o caso das políticas mandatórias relacionadas a padrões mínimos de eficiência energética (para veículos, aparelhos e equipamentos, códigos de edificações, metas para a indústria, etc.), ou *obligation programs* que obrigam empresas de energia a atingir metas de conservação de energia (IEA, 2018)¹³ ou de investimentos em eficiência.¹⁴

Nesta linha, países desenvolvidos como França, Alemanha e Reino Unido, que planejam a proibição da venda de veículos movidos à gasolina e diesel a partir de 2030, ditam a tendência para a evolução do setor de transportes, seja de cargas, ou passageiros.

No Brasil, o estabelecimento de metas mandatórias de consumo de biocombustíveis e o Programa de controle de emissões veiculares (PROCONVE), são exemplos de políticas públicas com esta finalidade. Instituído pela Resolução Conama Nº 18, de 6 de maio de 1986, o Proconve tem por objetivo reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando promover o desenvolvimento tecnológico nacional de veículos automotores e o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos. Sobre os combustíveis renováveis, a principal regra de comercialização na experiência internacional, à semelhança do Brasil, é o mandato, ainda que haja algumas experiências com mecanismos de flexibilidade (como mercados de certificados) e mercados spot, futuros e opções com transações de biocombustíveis para permitir a realização de hedge. Contudo, em função do estágio de maturidade de seus mercados, que resulta inclusive em baixa liquidez, os mecanismos de flexibilidade e os instrumentos financeiros para cobertura de risco ainda têm uma contribuição limitada no desenvolvimento dos mercados de biocombustíveis.

A figura 3 abaixo apresenta um panorama das principais políticas internacionais para os biocombustíveis.

¹³ A maior parte das políticas de eficiência energética são mandatórias. Estas, segundo relatório Energy Efficiency 2018 (IEA, 2018) precisam ser fortalecidas, além de complementadas com outros tipos de políticas como incentivos e mecanismos de mercado.

¹⁴ Por exemplo, a obrigatoriedade de aplicação de parte da receita das distribuidoras em projetos de eficiência energética no âmbito do projeto de P&D da Aneel.

Figura 3: Panorama das principais políticas internacionais para os biocombustíveis

	RFS 	LCFS 	RED 	RenovaBio 
Metas	Volumes por tipo de combustível (36 Bi galões de biocomb. em 2022)	Redução dos GEE (10% até 2020)	Até 2020: Participação de 20% de renováveis na matriz energética; Redução da emissão de GEE de 20%; Incremento de 20% na efic. energ.	Redução de 10,1% da IC da matriz de combustíveis em 10 anos
Meta por produto?	Sim	Não	Não	Não
Emission Trading Systems (ETS)	RIN's	Certificado CI	EU ETS	CBIO
Responsabilidade	Refinarias	Refinarias	Países	Distribuidoras
Mudança de Uso do Solo	Sim	Sim	Sim	Não

Fonte: Elaboração própria com base nos programas de cada país: RFS (2018); LCFS (2018); RED (2018); BRASIL, MME (2017).

2.4 Políticas e mecanismos existentes no setor energético

No âmbito dos setores de combustíveis e elétrico, algumas iniciativas merecem destaque por agregarem um conjunto de mecanismos que têm contribuído para a ampliação do consumo de fontes renováveis e/ou de eficiência energética:

Biocombustíveis

Impulsionados por questões de segurança energética, principalmente, e ambientais relativas ao aquecimento global, o Brasil estabeleceu políticas mandatórias sobre o uso de biodiesel e etanol, se colocando como um dos países com maior consumo de biocombustíveis no mundo.

O percentual de mistura obrigatória de biodiesel no diesel vem aumentando gradualmente desde a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel em 2004 e hoje está em 10% (CNPE, 2017). O consumo do etanol é mais disseminado graças ao Decreto-Lei nº 737, de 23 de Setembro de 1938, que tornou obrigatória a mistura de álcool anidro à gasolina e a posteriores políticas

governamentais, como o Programa Nacional do Álcool (Proálcool)¹⁵, a partir da década de 70, e a recente Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)¹⁶ (BRASIL, 2017). O RenovaBio tem como objetivo internalizar as externalidades ambientais positivas dos biocombustíveis, remunerando o abatimento das emissões de GEE proveniente da substituição dos combustíveis fósseis, ao criar um mercado de certificado de descarbonização dos combustíveis (CBIO).

Setor Elétrico

A matriz de geração elétrica brasileira possui o perfil baixo de emissões na comparação com a maioria dos países. A elevada participação de renováveis na matriz elétrica brasileira se reflete em baixíssimos fatores médios de emissões do SIN. A cada ano as emissões do SIN podem variar. No curto prazo, estas variações podem decorrer de fatores conjunturais, como o maior acionamento de usinas térmicas em virtude de situações hidrológicas desfavoráveis e com a maior entrada de fontes intermitentes de energia e, no médio e longo prazos, em razão de

¹⁵ Decreto nº 76.593, de 14 de Novembro de 1975

¹⁶ Decreto Nº 9.308, de 15 de Março de 2018

fatores estruturais, como mudanças composição de nossa matriz de geração. Ressalta-se, de qualquer forma, o indicativo do Plano Decenal de Expansão de Energia PDE 2026 de uma maior taxa de crescimento das fontes renováveis na matriz elétrica, garantindo a manutenção do perfil majoritariamente renovável.

Embora não haja explicitamente o objetivo de redução de emissões e descarbonização da matriz elétrica, existe a busca pela ampliação da participação de renováveis e de eficiência energética, que se consubstanciou na criação de legislações, incentivos tributários, financiamentos, encargos setoriais, leilões entre outros. Alguns exemplos são destacados a seguir:

- Leilões de fontes alternativas (LFA) e Leilões de reserva (LER);
- Desconto nas Tarifas de Uso das redes de Distribuição e Transmissão (TUST/TUSD), para as fontes incentivadas;
- *Net Metering* (Sistema de Compensação de Energia Elétrica);
- Valor de Referência Específico para Geração Distribuída (VRES);
- Proinfa (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas);
- Resoluções do CONFAZ para consideração no saldo líquido no sistema *net metering* (ICMS 16/2015) e para operações que envolvem fabricação ou montagem de geradores fotovoltaicos, células solares não montadas ou em painéis (ICMS 101/95)
- Lei nº 13.169/2015 - isenção do PIS/COFINS para micro e minigeração (Resoluções ANEEL 482/2012 e 687/2015);
- Regime Especial para o Desenvolvimento da Infraestrutura – REIDI - Lei nº 11.488 de 15 de Junho de 2007 -> Decreto nº 6.144, de 03 de julho de 2007;
- PADIS- Programa de apoio ao desenvolvimento tecnológico da indústria de semicondutores;
- Lei de Informática- que possibilita a redução do IPI para inversores e baterias de fabricação nacional até 2029;
- Resoluções da Câmara de Comércio Exterior – CAMEX;
- Linhas de Financiamento de bancos públicos e privados para renováveis e eficiência energética;
- Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL, criado em 2000, através da Lei 9.991
- Lei 10.295/2001 (“Lei de Eficiência Energética”), a partir da qual foi instituído o Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (CGIEE), que tem como uma das atribuições estabelecer programas de metas de eficiência energética para equipamentos;
- Instrução normativa nº 02 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), para compras e construções públicas com critérios de eficiência energética.
- Revisão dos níveis mínimos de eficiência de motores elétricos e índices mínimos para ventiladores através da Portaria Interministerial Nº 1, de 29 de junho de 2017 e Portaria Interministerial Nº 2 de 29 de junho de 2017.
- Selo PROCEL, indústria, edificações, poder público e iluminação pública.¹⁷

¹⁷ A partir da promulgação da Lei 13.280/2016, o PROCEL passou a contar com 20% dos recursos das concessionárias destinados à eficiência energética para o PROCEL, que realizará ações com base no Plano de Aplicação de Recursos (PAR) do Procel (EPE, 2017)

As tendências para o futuro do setor apontam transformações tecnológicas disruptivas que, se acompanhadas de aperfeiçoamentos regulatórios, permitirão melhor sinalização econômica de custos e benefícios com mudança de comportamento dos consumidores e possibilitarão novos arranjos comerciais. Todas estas transformações trarão impactos sobre emissões do setor, assunto que será tratado na próxima seção.

Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa. Ela

foi instituída em 2009 pela Lei nº 12.187, buscando garantir que o desenvolvimento econômico-social contribua para a proteção do sistema climático global (MMA, 2018).

De acordo com o Decreto 7.390/10, que regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, o Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE é o plano setorial de mitigação e adaptação às mudanças do clima. Atualmente o PDE busca a compatibilização das emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas à expansão da produção e uso da energia com as diretrizes propostas na NDC (*Nationally Determined Contribution* - Contribuição Nacionalmente Determinada), apresentada às Nações Unidas na COP-21, em 2015. A NDC expressa a ambição brasileira diante do Acordo de Paris (PDE 2026).

3 Caminhos para economia de baixo carbono

Apesar da existência de diversas iniciativas com potencial de contribuição para uma economia de baixo carbono, há ainda pouca integração entre elas o que, em parte, pode ser atribuído à ausência de uma estratégia nacional mais ampla para esta transição.

A seção atual abordará algumas tendências, incertezas e cenários como insumos para uma análise estratégica sobre mecanismos para uma economia de baixo carbono.

3.1 Condicionantes de futuro: tendências e incertezas

A análise dos condicionantes do futuro é insumo fundamental para a elaboração de cenários. A seguir serão apresentadas uma lista de tendências consolidadas e incertezas críticas que deverão impactar as possibilidades de transição para uma economia de baixo carbono, no horizonte do PNE.

Tendências:

As tendências mundiais para a economia refletem-se no setor energético como fenômenos de ordem tecnológica e socioambiental que irão pressionar os modelos de negócios atualmente em funcionamento e exigirão adequação do quadro regulatório, comercial e operacional.

Crescentes preocupações e ações ambientais para minimizar emissões de gases de efeito estufa

Maior pressão ambiental, restringindo algumas tecnologias e investimentos.

Incremento da descentralização com maior autonomia do consumidor e do produtor, maior compartilhamento e desintermediação

Ascensão de novas tecnologias disruptivas: IoT (*Internet of Things*), inteligência artificial, produção inteligente e conectada, armazenamento de energia, nanotecnologia, biotecnologia...

Digitalização

Crescente eletrificação da economia

Redução de custos das tecnologias limpas

Ampliação da mobilidade compartilhada: *car-sharing* e *ride-sharing*.

Incertezas:

Como os acordos climáticos internacionais serão internalizados nas políticas nacionais? As metas serão cumpridas?

O Brasil conseguirá desacoplar crescimento econômico do aumento das emissões?

Haverá uma estratégia nacional para uma economia de baixo carbono em 2050? Qual será o papel do setor energético nesta transição?

Grau de integração das políticas energéticas, climáticas e industriais para a descarbonização da economia;

Grau de integração entre diferentes tipos de políticas de mitigação das mudanças climática (investimentos em P&D, precificação de carbono, comando e controle, financiamento, etc.);

Efetividade dos mecanismos de carbono para atração de investimentos (nacionais e externos) no setor de energia;

Grau de inserção de recursos energéticos distribuídos (geração distribuída, resposta da demanda, armazenamento, veículos elétricos, etc.) no horizonte até 2050;

Nível de adequação da regulação para aproveitamento dos potenciais benefícios da inserção dos recursos energéticos distribuídos;

Nível de Investimentos em *smart grid*;

Grau de desenvolvimento do mercado de Eficiência Energética;

Desenvolvimento/Expansão do etanol de segunda geração, assim como a competição vis-à-vis produção de bioeletricidade;

Nível de competitividade das fontes renováveis;

Grau de diversificação da cesta de insumos da produção de biodiesel;

Grau de inserção dos veículos elétricos e integração da eletromobilidade com a transição para cidades inteligentes;

Grau de eletrificação da indústria e do transporte no Brasil

Perfil da matriz elétrica para atender à expansão da demanda de eletricidade? O país conseguirá manter sua elevada participação de renováveis na matriz?

Nível de investimento em P&D e inovação com foco em tecnologias limpas;

Impactos das políticas de mitigação na competitividade da economia brasileira;

Evolução da Política de desmatamento

3.2 Cenários

Em um cenário inercial de baixo carbono, os mecanismos existentes permaneceriam pouco integrados e coordenados entre si o que, em parte, pode ser explicado pela frágil capacidade de planejamento de longo prazo e pela abordagem não sistêmica com que se objetiva alcançar uma economia de baixo carbono.

Neste cenário o país consegue conter o avanço das emissões, mas perde a oportunidade de ir além e transformar toda sua estrutura social e produtiva.

Há maiores conflitos entre diferentes setores e as políticas existentes vão perdendo força ao longo dos anos.

A eficiência energética cresce muito lentamente, assim como a inserção de Recursos Energéticos Distribuídos (RED) e os investimentos em *smart grids*. Políticas urbanas, de mobilidade e energéticas seguem desintegradas.

Em um cenário desafiador, por sua vez, o país se consolida internacionalmente como uma economia de baixo carbono. A integração entre políticas articuladas em torno de uma estratégia clara de baixo carbono permite sua convergência para o desenvolvimento sustentável. Os avanços ocorrem em diversas dimensões, destacadas a seguir:

Eletrificação

Para o futuro, verifica-se a tendência de eletrificação, digitalização e descentralização dos sistemas de energia. De acordo com WEF (2017), estas transformações tem o potencial de aumentar a eficiência dos sistemas energéticos e otimizar a alocação de capital. Portanto, no cenário desafiador considera-se que as políticas e o arcabouço regulatório serão capazes criar um ambiente favorável aos investimentos, abrindo novas possibilidades de serviços ao mesmo tempo que promovem a descarbonização dos setores.

Mundialmente, defende-se que haja uma transição no sentido de que os setores de aquecimento, refrigeração e de transporte utilizem mais eletricidade e menos combustíveis fósseis. A consistência e aplicabilidade desta estratégia para o contexto brasileiro requer cuidadosa avaliação, dada a peculiaridade de nossa matriz energética e clima.

Nos setores residencial, comercial e público, percebe-se que, diferentemente de países de clima frio, o aquecimento de ambientes não representa demanda energética relevante no Brasil. Entretanto o setor de transporte, mesmo com maior participação de renováveis em relação ao mundo, apresenta grande potencial de eletrificação. O setor industrial também apresenta potencial, porém com maiores barreiras para descarbonização.

Biocombustíveis e veículos no Brasil

No Brasil o uso de biocombustíveis é uma solução barata no curto prazo, dada a escala de produção e consumo atual. A tecnologia *flex* é bem sucedida, enquanto a tecnologia de eletrificação veicular ainda é mais cara, visto que

o país não tem escala de produção e não produz esses veículos internamente. Os que chegam ao país são importados. Também será necessário adaptar a infraestrutura de abastecimento.

Outro ponto importante a ser colocado sobre o uso de biocombustíveis se refere à tecnologia *flex-fuel*, amplamente disseminada no Brasil desde 2003. Apesar de ter impulsionado o consumo de etanol no país, a tecnologia leva à escolha de combustível majoritariamente baseada na relação entre os preços relativos de etanol hidratado e gasolina C. Caso a gasolina C apresente vantagem econômica na relação ao preço por quilômetro, o consumo do combustível fóssil aumenta e os ganhos ambientais derivados do maior consumo do etanol são perdidos até que a relação entre os preços relativos volte a favorecer o combustível renovável.¹⁸

Ainda que os biocombustíveis não sejam a solução para os problemas ambientais, apresentam grandes vantagens em relação aos combustíveis fósseis e podem fazer o papel de transição para uma economia menos intensiva em carbono.

De fato, numa economia de baixo carbono, comprometida com a redução dos impactos ambientais de toda sorte, os carros movidos à combustão interna, mesmo que por biocombustíveis, devem dar lugar numa primeira etapa aos carros híbridos e elétricos, com motores mais eficientes e emissões menores, principalmente se a eletricidade for derivada de fontes renováveis. Numa segunda etapa da transição, o transporte coletivo, e a introdução de novas tecnologias e hábitos que evitem ou reduzam o deslocamento, como teletrabalho e *coworking* são mais relevantes, viáveis ecologicamente e se configuram numa mudança

¹⁸ Ainda que não se tenha uma avaliação ex-post de impacto do Renovabio, existe a expectativa de que a implantação do RenovaBio será positiva, visto que concorre para o aumento da previsibilidade da expansão do consumo dos biocombustíveis.

mais estrutural no setor de transportes, que hoje tem grande participação nas emissões de GEE do setor de energia.

Eficiência energética

Entre os recursos energéticos disponíveis, a eficiência energética possui papel relevante no cenário desafiador em 2050, pois suas características contribuem para o desenvolvimento sustentável em suas 3 dimensões (IPEEC, 2016). Neste cenário, as políticas integradas e esforços para explicitar o critério eficiência energética nos negócios serão capazes de solucionar algumas barreiras hoje existentes e induzirão investimentos. O ambiente de negócios favorável aos investimentos em eficiência traria resultados benéficos ao país, com produtividade e sem elevação da intensidade de carbono. Como resultado, a eficiência energética ganha escala de forma sistêmica e integrada na oferta e em todos segmentos de consumo de energia (residencial, comercial, industrial, público e transportes) e desempenha um papel primordial na estratégia brasileira de transição para uma economia de baixo carbono.

No cenário inercial, os avanços em eficiência energética são limitados. A fragmentação das políticas existentes não permite que a eficiência energética seja integrada como recurso, mantendo papel acessório nas decisões de investimento. Neste cenário, as políticas de fomento à eficiência energética terão foco na correção de eventuais barreiras decorrentes da não percepção de custo-efetividade de algumas medidas.

Mobilidade

Num cenário desafiador, as mudanças no setor de transportes são profundas e irreversíveis, direcionadas à mobilidade urbana, trazendo diversos benefícios ambientais para a sociedade, tal como impacto direto na redução

das emissões de GEE. Nessa perspectiva, atuação dos governos com a elaboração de novos marcos regulatórios que imponham limites à circulação de veículos individuais e incentivem o uso do transporte coletivo têm papel fundamental. No planejamento de longo prazo, a eficiência energética nos transportes deve ser implementada de forma sistêmica e integrada, com ampliação do uso do transporte de massa além de aumento da integração modal. Mudanças no comportamento social abrem possibilidades para ampliação da economia de compartilhamento (por exemplo, *car sharing*).

Além das transformações nos modais, mudanças socioeconômicas como maior flexibilidade nas jornadas de trabalho, aumento do teletrabalho, *co-working* reduzem picos de congestionamento, pois abrem espaço para o deslocamento não motorizado. Não menos importante, sistemas para melhor gestão do trânsito nas cidades, através de uso de tecnologia embarcada nos veículos, aplicativos, aumento da conectividade e tratamento de Big Data, aumentam a eficiência no deslocamento e consumo de energia. A cidade inteligente é capaz de prover a interação social sem a necessidade de grandes deslocamentos motorizados.

No âmbito do transporte de carga, há ampliação da diversificação modal com ênfase em modais menos energo-intensivos.

Armazenamento

O armazenamento permite o desacoplamento da geração de energia da demanda e é um dos itens chave para descarbonização com segurança energética em sistemas mais integrados e otimizados. Dentre os serviços que o armazenamento pode fornecer estão: integração de fontes variáveis, acompanhamento de carga, regulação de

frequência, *storage trade*,¹⁹ entre outras (IEA, 2014). No curto e médio prazo, pelo nível de amadurecimento da tecnologia e custo, as usinas reversíveis serão as mais utilizadas para o armazenamento de energia elétrica hora-sazonal. Ar comprimido também é uma alternativa para armazenamento de longo prazo, e as baterias para armazenamento distribuído. No longo prazo, estão sendo feitos investimentos significativos em *power-to-X* que envolve a produção de hidrogênio com sua conversão ou não em combustíveis sintéticos, que pode ser integrado ainda à malha de gás natural.

CCS

Apesar de o ideal ser sempre evitar emissões, o CCS e CCUS (*Carbon Capture, Utilization, and Storage*) são tecnologias *end-of-pipe* necessárias no cenário de emissões negativas, sobretudo em indústrias muito difíceis de descarbonizar, como cimento e aço. A maioria dos projetos de CCS hoje é de EOR (*Enhanced oil recovery* - aumento da recuperação de petróleo nos reservatórios). No cenário desafiador outros tipos projetos de CCS podem ser viabilizados principalmente se preço de CO₂ for maior que US\$ 50/ton.²⁰ A utilização do CO₂, pelo CCUS, é uma alternativa que pode aumentar o valor do CO₂ capturado, sendo mineralização e produção de combustíveis sintéticos as opções mais viáveis.

Floresta e Desmatamento

Para o setor florestal o cenário desafiador irá adotar a aspiração apresentada em anexo à Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada - iNDC brasileira (Informação Adicional Sobre a iNDC), a qual é bastante ambiciosa. Nela considera-se o efetivo controle sobre o desmatamento, de forma a zerar o desmatamento ilegal na Amazônia brasileira e

compensar as emissões de gases de efeito de estufa provenientes da supressão legal da vegetação até 2030. Além disso, espera-se restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, para múltiplos usos, também até 2030.

Para os últimos anos do horizonte do PNE, entre 2030 e 2050, espera-se a manutenção do desmatamento ilegal nulo e a continuidade das ações de restauração e reflorestamento, com destaque para o amadurecimento de todo o setor florestal, aumento da produção florestal, inclusive no caso de produtos florestais não madeireiros. Estima-se o aumento do valor agregado dos produtos e subprodutos florestais por razões como: aumento expressivo da participação do uso da biomassa florestal na matriz energética e aproveitamento mais eficiente dos resíduos florestais. Além disso, há expectativas da criação de mecanismos econômicos para a valorização da floresta em pé, seja como provedora de serviços ecossistêmicos, seja pelo avanço na remuneração por desmatamento evitado.

Gestão de resíduos

Apesar do estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos em 2010, pouco se avançou rumo à melhor gestão de resíduos no país e este é um enorme desafio para gestão pública brasileira e requer também o envolvimento de todos os setores da sociedade. Segundo a ABRELPE (2017), o caminho da disposição inadequada continua sendo trilhado por 3.331 municípios brasileiros, que enviaram mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, correspondentes a 41,6% do coletado em 2016, para lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente

¹⁹ Storage trade é o armazenamento de energia mais barata (períodos de baixa demanda) e posterior venda em momentos de preço elevado.

²⁰ Congresso de CO₂ do IBP

contra danos e degradações (ABRELPE, 2017, p.14).

Em relatório produzido pelo Observatório do Clima e ICLEI (2017) afirma-se que o setor de resíduos sólidos no Brasil não é considerado no compromisso nacional do Brasil para o acordo do clima de Paris e defende-se que a melhor gestão de resíduos sólidos poderia ser uma opção barata e eficiente de redução de emissões de GEE no país. Somente realizar a disposição ambientalmente adequada dos resíduos em aterros sanitários não é suficiente para a redução de emissões de GEE, sendo necessário pensar em novas formas de valorização do resíduo, seja biológica, física ou energética (OBSERVATÓRIO DO CLIMA & ICLEI, 2017).

Diante disso, em um cenário tendencial, no que se refere à gestão de resíduos no Brasil, as diretrizes estabelecidas pela PNRS deveriam ser colocadas em prática, alcançando-se o encerramento dos lixões que ainda são destino ilegal em milhares de municípios brasileiros. Além disso, a logística reversa, também instituída na PNRS, deveria começar a ocorrer, o que ainda não acontece em quase todos os setores (exceto pneus e embalagens de agrotóxico, que são referências mundiais). A utilização de aterros sanitários deveria ser exclusiva para destino de rejeitos, como a PNRS também institui, mas que ainda não ocorre na prática, sendo a redução, o reuso, a reciclagem e a recuperação energética os objetivos que deveriam ser prioritariamente perseguidos em todos os setores da sociedade brasileira, conforme a pirâmide de hierarquização da gestão de resíduos (IPCC, 2014). Pensando em um cenário disruptivo, o conceito de economia circular deveria passar a permear as políticas e instrumentos relacionados à gestão de resíduos no país, transformando o resíduo em recurso desde o processo de desenvolvimento de um produto.

Economia circular

O passo subsequente à incorporação de um sistema ótimo de gestão de resíduos como descrito anteriormente seria a introdução de práticas de economia circular. Nesse caminho, o processo produtivo deve ser integrado e planejado com o fechamento de circuitos de recursos, imitando os ecossistemas naturais. A indústria torna-se integrada e principalmente restaurativa por intensão e design. Planeja-se a produção de forma que tudo o que não é aproveitado no processo produtivo seja reutilizado em outro processo de produção. Ou seja, os produtos são desenvolvidos para possibilitar o reuso, a desmontagem, a remodelagem e a reciclagem. Nesse contexto, o crescimento econômico vai gradualmente se dissociando da utilização contínua dos recursos naturais e, conseqüentemente, dos impactos negativos sobre o meio ambiente. Muito além dos ganhos associados à mitigação das mudanças climáticas, a economia circular tem o potencial de promover o crescimento econômico de forma mais inteligente, eficiente e sustentável.

Cidades inteligentes

Cidades inteligentes são aquelas que proporcionam melhoria de qualidade de vida para seus habitantes através da interação dos seus diversos recursos, serviços e financiamentos. Esses fluxos de interação são considerados inteligentes por fazerem uso estratégico de infraestrutura e serviços e de informação e comunicação com planejamento e gestão urbana para dar resposta às necessidades sociais e econômicas da sociedade. Como critério universal, a cidade inteligente deve incluir sustentabilidade, com a finalidade de garantir que uma nova racionalidade será aplicada para tornar o aglomerado urbano compatível com o

novo conceito de progresso e um novo estilo de vida (FGV, 2015).

A disseminação de soluções inteligentes para as cidades deve torná-las mais produtivas, menos violentas, com menos congestionamentos e emissões de poluentes, dentre outras

características que contribuam para melhorar a qualidade de vida das pessoas neste ambiente. Portanto, políticas em prol de avanços na mobilidade urbana, uso eficiente da energia, gestão da demanda de energia, melhor aproveitamento do lixo e do biogás estão em linha com este conceito.

4 Recomendações

Após a apresentação das tendências e incertezas para subsidiar a análise dos cenários de referência e desafiador, são exibidas abaixo algumas recomendações:

Para o cenário inercial:

Aperfeiçoamento e monitoramento das políticas de mitigação existentes. Tais aperfeiçoamentos incluem intensificação de medidas de comando e controle, como índices mínimos de eficiência, limites de emissões, políticas mandatórias de biocombustíveis e etc.

Complementação de políticas de mitigação com medidas de adaptação

Aprimoramento dos subsídios às renováveis. Por exemplo: Substituição desconto TUSD/TUDT por prêmio ao produtor, pela energia efetivamente produzida, manutenção do sistema de compensação (*net metering*), porém com tarifa binômica, sinal locacional para guiar expansão via Recursos Energéticos Distribuídos (RED), etc.

Para o cenário desafiador, foram elaboradas diretrizes estratégicas divididas em três grupos em ordem cronológica de implementação. Trata-se de um plano de ação para executar a transição do país rumo a uma economia de baixo carbono. O primeiro passo seria estruturar as políticas públicas e preparar o ambiente necessário para criar as bases que colocarão o país no rumo do desenvolvimento sustentável. Posteriormente seria elaborado o plano nacional de longo prazo contendo objetivos, metas e estratégias setoriais nos campos político, econômico e institucional.

Finalmente, seriam analisados e escolhidas as formas de instrumentos de mercado e financiamento da transição.

Estratégias

Estruturar políticas para a promoção do desenvolvimento sustentável requer:

- I. Instituição de uma governança político-institucional com capacidade de articular Estado, setor privado e sociedade civil para legitimar a inserção da sustentabilidade no cerne do planejamento nacional. Promover fortalecimento institucional e integração interministerial para promoção de uma agenda de transição de médio e longo prazos;
- II. Elaboração de um marco regulatório transparente e estável a fim de garantir a transição duradoura e irreversível no modelo de desenvolvimento almejado para o longo prazo;
- III. Buscar um consenso mínimo político e econômico para promover transformações impermeáveis a crises políticas e conjunturas econômicas desfavoráveis de curto prazo. Construir uma visão de futuro compartilhada entre diversas esferas do governo e sociedade.

Construção de um Plano Nacional de Transição para uma Economia de Baixo Carbono.²¹

Este plano deve ser elaborado através de um processo participativo e integrado de elaboração de cenários e de formulação

²¹ O Plano Nacional de Transição para uma Economia de Baixo Carbono, em harmonia com os acordos internacionais de clima e desenvolvimento sustentável, estabelece as principais diretrizes de longo prazo. Os mecanismos já existentes de planejamento de mais curto prazo, como os Planos Plurianuais (PPA) deverão refletir as estratégias de Estado definidas no Plano de longo prazo.

estratégica, tendo como ideia-força o conceito de *Big Push Ambiental*,²² da CEPAL. A ideia do *Big Push* se traduz na premissa de que um conjunto simultâneo e organizado de investimentos tem maior poder transformador nos setores produtivos da economia. Eixos permanentes do Plano:

- I. Eixo Institucional e regulatório - fortalecimento institucional e integração interministerial para promoção de uma agenda de transição de médio e longo prazos; criação de uma comissão interministerial (integração política energética, de transportes, indústria/tecnológica) e de fóruns participativos; construção de Marco regulatório transparente e estável para instituição do Plano, promovendo segurança a investidores e consumidores.
- II. Eixo Matriz Energética – Ações orientadas para o atendimento da demanda através de oferta sustentável e sustentada de energia, gestão pelo lado da demanda, eficiência energética, *smart grid*, investimento em renováveis, etc. Medidas para aproveitamento da eletrificação: estabelecimento de diretrizes gerais funcionamento dos mercados por parte dos formuladores de política, estímulo à pesquisa e desenvolvimento (P&D) sobre a eletrificação e fomento do diálogo com os agentes. Os planejadores e reguladores devem buscar continuamente o aperfeiçoamento de desenhos de mercado para sinalização econômica adequada aos agentes além de buscar coordenação e integração dos setores.
- III. Eixo Inovação – contribuir para o fomento ao desenvolvimento tecnológico e

inovação para energias limpas que tenham capacidade de mitigar os custos ambientais, atendendo os requisitos ambientais impostos pelas políticas, sem comprometer a competitividade econômica; Promover investimentos em P&D e em todas as etapas da inovação (da pesquisa de base à incorporação pelo mercado) e articulação entre centros de tecnologia, empresas e instituições públicas de fomento à inovação;

- IV. Eixo Ambiental. Aprimoramento da capacidade de internalização dos custos socioambientais - Criar um arcabouço institucional onde comando e controle e incentivos econômicos interajam de forma eficiente para promover continuamente a redução das emissões de globais e locais. A internalização das externalidades aumenta a eficiência do sistema econômico e necessariamente valoriza os atributos ambientais de fontes renováveis e tecnologias limpas.
- V. Eixo Social - garantir o acesso adequado (segurança e preço) da energia para todos segmentos sociais, setoriais e territoriais; Promover a distribuição justa dos recursos energéticos; Garantir informação adequada a todos os atores

Financiamento e Precificação de Carbono

A implementação das estratégias para transição para uma economia de baixo carbono necessitará de investimentos vultosos. Segundo o CEBDS, estima-se que apenas o cumprimento da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil ao Acordo de Paris demandará quase R\$ 1 trilhão até 2030, equivalente a quase 1% do PIB

²² O “Big Push Ambiental” é uma ideia-força desenvolvida pela CEPAL, que foca nas oportunidades e coordenação de investimentos produtivos sustentáveis, em especial os de baixo carbono, para dar impulso a um novo ciclo de crescimento econômico com maior igualdade no país. Para mais informações: Seminário: <https://www.cepal.org/pt-br/notas/cepal-promove-seminario-debater-o-papel-investimentos-sustentaveis-impulsionar-novo-estilo>

anualizado pelo valor nominal. Parte substancial desse montante terá de vir do setor privado (CEBDS, 2018). Considerando ainda uma estratégia mais ampla (para além do cumprimento das NDCs) para transformação da estrutura produtiva e da infraestrutura rumo a baixas emissões de gases de efeito estufa, estima-se que o Brasil apresente um potencial de investimentos da ordem de USD 1,3 trilhões até 2030 em setores como infraestrutura urbana (transporte, edificações, resíduos etc.), energias renováveis e indústria (IFC, 2016 in CEPAL, 2018).

Somente uma estratégia conjunta de mobilização de recursos públicos (nacionais e internacionais) e atração de investimentos privados poderá responder a este desafio. Neste contexto, será necessário:

- I. Instituir, através de legislação apropriada, um orçamento público direcionado para implementação dos investimentos previstos no Plano e que possa fazer uso de instrumentos de precificação, como os tributos de carbono, para possíveis compensações (fiscais,²³ ambientais, ou sociais). Além disso, a criação de sistemas de comércio de emissões (SCE) – havendo condições para isso – poderá ser apoiado pelo governo, em caso de sistemas híbridos de precificação (taxação e SCE), como forma de mobilizar recursos. Como se trata da introdução de um mecanismo novo no mercado brasileiro, torna-se imprescindível a criação de um marco regulatório que dê transparência, segurança jurídica e forneça as bases econômicas para o desenvolvimento do sistema de precificação de carbono.
- II. Importante destacar que a precificação tem o objetivo de dar um sinal de preço que privilegie tecnologias menos intensivas em carbono. Considerando o setor de energia, dois caminhos são possíveis: (1) atuando sobre a matriz existente ou; (2) orientando a expansão²⁴.
- III. Atrair capital público e externo. Os riscos, os benefícios e a necessidade de grandes investimentos para a expansão das fontes renováveis abrem espaço para novos modelos de financiamento do setor. Hoje, a geração de energia renovável depende fundamentalmente de financiamento público e subsídios. Desenvolver um novo contexto de negócios para ampliar a viabilidade econômica dos investimentos e diversificar os instrumentos de captação de recursos são algumas alternativas fundamentais para alavancar a presença de fontes renováveis alternativas de energia elétrica no Brasil.
- IV. É preciso também avançar nas métricas adotadas pelo sistema financeiro bem como arcabouço regulatório no que se refere aos investimentos em energia renovável e eficiência energética. Projetos como o Laboratório de Inovações Financeiras (LAB) devem ser fortalecidos para que sejam aprimoradas e ganhem escala as modalidades de financiamento. Nesse contexto, a economia pode se fortalecer com a atração de investimentos diretos no setor energético e nas indústrias de componentes (que precisarão ser desenvolvidas) e também com o aumento de competitividade resultante do barateamento das energias limpas. Avança-se, assim, em direção a um modelo de crescimento qualitativo menos intensivo em carbono.

²³ Ver em Grankow (2018) arranjo de precificação proposto para o caso do setor industrial.

²⁴ No setor de combustíveis, o Renovabio é uma ferramenta de precificação de emissões com objetivo de financiar a expansão mais sustentável do etanol, aumento sua participação na matriz vis a vis o consumo de gasolina. Entretanto, a estrutura atual do setor elétrico apresenta necessidades de aprimoramento para melhor sinalização de preços, sem a qual a precificação de carbono poderá ter impacto reduzido.

5 Considerações para um cenário desafiador de baixo carbono no horizonte do PNE

Economia de baixo carbono e Desenvolvimento Sustentável

Apesar das semelhanças e do apelo mercadológico, economia de baixo carbono tem uma definição mais precisa do ponto de vista da definição de metas e um escopo menos abrangente, muito mais associado a transformações econômicas, se comparado aos requisitos estabelecidos para o desenvolvimento sustentável. Ainda que limitado e vago, o termo desenvolvimento sustentável (Brundtland, 1987) e seu significado explícito foram consagrados por todos os países do mundo em 1992, considerando transformações profundas e convergentes nas dimensões econômicas, sociais e ambientais. Trata-se de uma quebra do paradigma em relação aos modelos de desenvolvimento existentes. A partir desta diferenciação conceitual, o desenvolvimento de mecanismos para consolidar a economia brasileira como uma economia de baixo carbono em 2050 é fundamental, porém não suficiente para o país caminhar rumo ao atingimento dos compromissos inerentes ao desenvolvimento sustentável.

Ainda que este relatório tenha recomendado mudanças estruturais na economia para que o baixo nível de emissão de GGE seja permanente e traga desdobramentos positivos na relação entre geração de riqueza e uso de recursos naturais, é preciso compreender que tais mudanças, se logradas, deverão ser acompanhadas de avanços na área social. As mudanças devem ocorrer pelo lado da oferta (tecnologia, eficiência) e pelo lado da demanda, com mudança de comportamento e exigências sobre produtos e serviços. Avanços sociais são fundamentais para conscientizar, engajar e mudar o comportamento da sociedade frente aos riscos das mudanças climáticas.

Caso os avanços socioeconômicos permeiem as transformações para uma economia de baixo carbono, tais transformações se consolidam numa trajetória perene rumo ao desenvolvimento sustentável. Numa perspectiva tendencial, políticas e planos isolados, ganhos tecnológicos, pequenos ganhos de eficiência e aumento paulatino da participação de fontes renováveis na matriz energética podem apenas mudar a relação entre o valor agregado gerado pela economia e as respectivas emissões de GEE. A intensidade de carbono na economia fica numa faixa considerada de baixo carbono, muito mais pelas condições de contorno já existentes no país do que por mudanças socioeconômicas estruturais.

Inserir o Brasil numa trajetória de economia de baixo carbono significa reconhecer os custos ambientais das emissões de GEE, também conhecidos como externalidades, na economia, assim como planejar e executar políticas para eliminá-los ou mitigá-los.

No âmbito da elaboração de políticas públicas que conduzam o país ao desenvolvimento sustentável e da criação de um marco regulatório que engendre transformações permanentes na estrutura produtiva, torna tema estratégico direcionar esforços para o aperfeiçoamento constante da capacidade de internalização dos custos externos gerados pelos agentes econômicos.

A utilização de metodologias de valoração se configura como importante instrumento de gestão ambiental que pode, no caso específico de setores intensivos em emissões de GEE, atuar de forma antecipada para internalizar os custos de emissão e adaptação do processo produtivo do setor econômico.

Atualmente, métodos de valoração econômica têm sido utilizados no mundo inteiro, inclusive no Brasil, para sinalizar a escassez de bens e serviços ambientais que removem CO₂ da atmosfera, assim como atribuir corretamente o preço da tonelada de CO_{2eq} em todos os bens e serviços da economia. Mesmo com várias limitações, as diversas metodologias trazem uma proxy dos custos de mitigação dos impactos das mudanças climáticas importantes para reduzir as externalidades das atividades intensivas em carbono.

Ressalta-se, porém, que a internalização dos custos externo se traduz, pelo menos no curto prazo, no aumento do custo marginal de produção. Dessa forma é importante que as metas universais que incentivem a adoção de práticas de mitigação das emissões sejam adotadas em âmbito internacional para não comprometer a competitividade da indústria de países de forma isolada.

Numa trajetória de longo prazo para uma economia de baixo carbono, adicionalmente aos mecanismos de mercado, é necessária a implementação de políticas públicas para garantir um nível de emissão de GEE, que contribua para limitar o aquecimento global dentro dos parâmetros estabelecidos pelo IPCC e que estabeleça a intensidade de carbono na economia em consonância com os requisitos de uma economia de baixo carbono.

Importante ressaltar a necessidade de integração entre sociedade e os setores públicos e privados na intenção de colocar o Brasil na rota de baixo carbono. Centralizar a busca da baixa

intensidade de carbono sobre o mercado, com instrumentos e abordagens mercadológicas tem papel importante, porém limitado.

A transição no longo prazo para uma economia de baixo carbono requer de forma prioritária e estratégica mudanças na estrutura econômica do país. Os setores indústria, serviços e agricultura precisam incorporar práticas e tendências mais eficientes, ambientalmente adequadas e, sobretudo, agregar maior valor ao produto final comercializado. Ainda que o Brasil tenha melhores indicadores de intensidade energética (PIB/tep), de intensidade de carbono (PIB/CO_{2eq}), quando comparado aos países da OCDE e tenha uma grande participação do setor de serviço no PIB, em geral o produto final da economia brasileira tem baixo valor agregado, é energo-intensivo e em grande parte caracterizado pela exploração de recursos naturais.

Esse processo de transição rumo a uma economia de baixo carbono é compatível com o comportamento esperado de maturação industrial, como ocorreu em alguns países desenvolvidos. No entanto, nas economias desenvolvidas esse movimento foi acompanhado pelo crescimento nos setores de serviços modernos, cujas atividades se relacionam com a produção industrial, como marketing, telecomunicações, desenvolvimento de softwares, etc. Dessa forma, os setores da indústria e de serviços ainda têm muito a avançar na direção do fortalecimento de cadeias produtivas com produtos de maior valor agregado, menor intensidade energética e menor intensidade de carbono.

6 Referências Bibliográficas

- BNDES, 2016. **PANORAMAS SETORIAIS – MUDANÇAS CLIMÁTICAS.** DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WEB.BNDES.GOV.BR/BIB/JSPUI/BITSTREAM/1408/7158/2/PANORAMAS%20SETORIAIS_MUDAN%C3%A7AS%20CLIM%C3%A1TICAS_2016_P_BD.PDF](https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7158/2/PANORAMAS%20SETORIAIS_MUDAN%C3%A7AS%20CLIM%C3%A1TICAS_2016_P_BD.pdf)
- BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, 2017. **RENOVABIO** – NOTA EXPLICATIVA. DISPONÍVEL [HTTPS://BIT.LY/2J53MFJ](https://bit.ly/2J53mfj) , ACESSO EM JULHO 2018.
- BRASIL. LEI Nº 13.576, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017A. **DISPÕE SOBRE A POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS (RENOVABIO).** DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, BRASÍLIA, DF, 27 DE DEZEMBRO. 2017. DISPONÍVEL EM: [WWW.PLANALTO.GOV.BR](http://www.planalto.gov.br). ACESSO EM: 20 ABR. 2018.
- BRASIL. LEI Nº 12.187, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2009. **INSTITUI A POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA** - PNMC E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. BRASÍLIA, DF, DEZ 2009.
- CNPE – CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. RESOLUÇÃO CNPE Nº 23, DE 09 DE NOVEMBRO DE 2017. ESTABELECE A ADIÇÃO OBRIGATÓRIA DE DIESEL, EM VOLUME, DE DEZ POR CENTO DE BIODIESEL VENDIDO AO CONSUMIDOR FINAL. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, BRASÍLIA, DF, 30 DEZ. 2017. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.MME.GOV.BR/WEB/GUEST/CONSELHOS-E-COMITES/CNPE/CNPE-2017](http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe/cnpe-2017). ACESSO EM: 04 ABR. 2018.
- EPE, 2017. **MONITORANDO O PROGRESSO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL INDICADORES E ANÁLISES SETORIAIS.** NOTA TÉCNICA DEA 025/17. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.EPE.GOV.BR/SITES-PT/PUBLICACOES-DADOS-ABERTOS/PUBLICACOES/PUBLICACOESARQUIVOS/PUBLICACAO-251/TOPICO-311/DEA%20025-17%20-%20%20INDICADORES%20DE%20EFICI%C3%AANCIA%20ENERG%C3%A9TICA.PDF](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/publicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%20025-17%20-%20%20INDICADORES%20DE%20EFICI%C3%AANCIA%20ENERG%C3%A9TICA.PDF)
- IEA, 2013. **INTERNATIONAL ENERGY AGENCY-IEA. TECHNOLOGY ROADMAP – CARBON CAPTURE AND STORAGE.** OECD/IEA, 2013. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.IEA.ORG/PUBLICATIONS/FREEPUBLICATIONS/PUBLICATION/TECHNOLOGYROADMAPCARBONCAPTUREANDSTORAGE.PDF](https://www.iea.org/publications/freePublications/publication/TechnologyRoadmapCarbonCaptureandStorage.pdf) ACESSO EM: JUN/2018.
- IEA, 2014. **INTERNATIONAL ENERGY AGENCY-IEA. TECHNOLOGY ROADMAP – ENERGY STORAGE.** OECD/IEA, 2014. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.IEA.ORG/PUBLICATIONS/FREEPUBLICATIONS/PUBLICATION/TECHNOLOGYROADMAPENERGYSTORAGE.PDF](https://www.iea.org/publications/freePublications/publication/TechnologyRoadmapEnergyStorage.pdf) ACESSO EM: JUN/2018.
- IEA, 2018. **ENERGY EFFICIENCY 2018. ANAYSIS AND OUTLOOKS TO 2040.** IEA, 2018
- IPEA, 2016 - **GOVERNANÇA AMBIENTAL NO BRASIL: INSTITUIÇÕES, ATORES E POLÍTICAS PÚBLICAS.** ORGANIZADORA: ADRIANA MARIA MAGALHÃES DE MOURA/ BRASÍLIA, 2016
- IPEEC, 2016 (INTERNATIONAL PARTNERSHIP FOR ENERGY EFFICIENCY COLLABORATION). **G20 ENERGY EFFICIENCY FINANCE TASK GROUP (EEFTG): 2016 ACTIVITY REPORT.**
- FGV. 2015. **CIDADES INTELIGENTES E MOBILIDADE URBANA.** CADERNOS FGV PROJETOS. OUTUBRO DE 2015. Nº 24.
- LOW CARBONS FUEL STANDARD PROGRAM – LCFS, 2018. CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.ARB.CA.GOV/FUELS/LCFS/LCFS.HTM](https://www.arb.ca.gov/fuels/LCFS/LCFS.htm); ACESSO EM JULHO, 2018.
- MME, 2017. **FONTES DE FINANCIAMENTO CLIMÁTICO.** DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.MMA.GOV.BR/APOIO-A-PROJETOS/FONTES-DE-FINANCIAMENTO](http://www.mma.gov.br/apoio-a-projetos/fontes-de-financiamento)
- RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE – RED, 2018. EUROPEAN COMMISSION. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://EC.EUROPA.EU/ENERGY/EN/TOPICS/RENEWABLE-ENERGY/RENEWABLE-ENERGY-DIRECTIVE](https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive); ACESSO EM JULHO, 2018.
- RENEWABLE FUEL STANDARD – RFS, 2018. EPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.EPA.GOV/RENEWABLE-FUEL-STANDARD-PROGRAM](https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program). ACESSO EM JULHO, 2018.
- REN21. 2018. **RENEWABLES 2018 GLOBAL STATUS REPORT.** (PARIS: REN21 SECRETARIAT).
- WEF, 2017 [WORLD ECONOMIC FORUM]. **THE FUTURE OF ELECTRICITY NEW TECHNOLOGIES TRANSFORMING THE GRID EDGE.** IN COLLABORATION WITH BAIN & COMPANY. MARÇO DE 2017.
- WORLD BANK AND ECOFY.2018. **STATE AND TRENDS OF CARBON PRICING 2018 (MAY),** BY WORLD BANK, WASHINGTON, DC. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.ECOFYS.COM/EN/PROJECT/STATE-AND-TRENDS-OF-CARBON-PRICING/](https://www.ecofys.com/en/project/state-and-trends-of-carbon-pricing/)