

OPORTUNIDADES E RISCOS DA DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

ROTEIRO PARA UMA ESTRATÉGIA NACIONAL



Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

OPORTUNIDADES E RISCOS DA DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

ROTEIRO PARA UMA ESTRATÉGIA
NACIONAL

Acesse a publicação
pelo QR Code abaixo.



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Antonio Ricardo Alvarez Alban

Presidente

Gabinete da Presidência

Danusa Costa Lima e Silva de Amorim

Chefe do Gabinete - Diretora

Diretoria de Desenvolvimento Industrial e Economia

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor

Diretoria de Relações Institucionais

Roberto de Oliveira Muniz

Diretor

Diretoria de Serviços Corporativos

Cid Carvalho Vianna

Diretor

Diretoria Jurídica

Cassio Augusto Muniz Borges

Diretor

Diretoria de Comunicação

Ana Maria Curado Matta

Diretora

Diretoria de Inovação

Jefferson de Oliveira Gomes

Diretor

OPORTUNIDADES E RISCOS DA DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

ROTEIRO PARA UMA ESTRATÉGIA NACIONAL



Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

© 2023. CNI – **Confederação Nacional da Indústria.**

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI

Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade - GEMAS

FICHA CATALOGRÁFICA

C748o

Confederação Nacional da Indústria.

Oportunidades e riscos da descarbonização da indústria brasileira : roteiro para uma estratégia nacional / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2023.

112 p. : il.

ISBN 978-85-7957-299-9

1.Descarbonização. 2. Indústria Brasileira. I. Título.

CDU: 502.131.1

CNI
Confederação Nacional da Indústria
Sede
Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3317-9000
Fax: (61) 3317-9994
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC
Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992
sac@cni.com.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reduções necessárias para manter 1,5 °C ao alcance	21
Figura 2 – Emissões de CO ₂ e nos setores de energia e processos industriais (ano-base 2021).....	23
Figura 3 – Emissões do setor PIUP, de 1990 a 2020, em CO ₂ e	24
Figura 4 – Ranking de emissões de GEE (esq) e apenas PIUP (dir), por estado.....	24
Figura 5 – Instrumentos para o atingimento dos objetivos do <i>European Green Deal (Fit to 55)</i>	27
Figura 6 – Setores cobertos por sistema de comércio de emissões.....	34
Figura 7 – Pirâmide de objetivos, normas, padrões e regulamentos	54
Figura 8 – Fluxograma da fase transitória do CBAM (2023-2025).....	64
Figura 9 – Cinco pontos que adicionam credibilidade à emissão de títulos	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custo estimado por subsetor industrial para o net-zero em 2050.....	35
Tabela 2 – Opções tecnológicas para melhoria da eficiência de setores industriais	42
Tabela 3 – Descrição dos cenários simulados.....	46
Tabela 4 – Abordagens, instrumentos e atores que podem levar os sistemas financeiros a frear o aquecimento global	56
Tabela 5 – Representação dos eixos do Novo PAC por valor total dos aportes financeiros (em milhões de R\$ e %).....	59
Tabela 6 – Origem prevista dos recursos por setor (em milhões de R\$ e %).....	59

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
RESUMO EXECUTIVO	11
INTRODUÇÃO	19
1 CENÁRIO INTERNACIONAL E ASPECTOS NACIONAIS DE DESCARBONIZAÇÃO	21
1.1 Caracterização geral do setor industrial.....	21
1.2 Estratégias/Políticas internacionais para descarbonização da indústria.....	25
1.3 Potencialidades das medidas de descarbonização no setor industrial	30
1.4 Principais experiências internacionais de precificação de carbono na indústria.....	33
1.5 Oportunidades e riscos para a indústria brasileira	39
2 CENÁRIOS PROSPECTIVOS E CUSTOS PARA A INDÚSTRIA	45
2.1 Cenários e hipóteses adotadas.....	45
2.2 Resultados e análises dos cenários.....	47
2.3 O custo da transição para o setor industrial brasileiro	48
3 CONDIÇÕES POLÍTICAS E ECONÔMICAS PARA A TRANSIÇÃO	53
3.1 O papel do setor privado na descarbonização.....	53
3.2 Modelos de negócio e financiamento.....	55
3.2.1 Oportunidades advindas do Novo PAC.....	57
3.2.2 Plano de Transição Ecológica.....	60
3.2.3 CBAM europeu.....	63
3.2.4 Títulos temáticos	66
3.2.5 Fundos de investimentos e linhas de crédito	68
4 RECOMENDAÇÕES	79
CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS	86
ANEXO A – CENÁRIOS PROSPECTIVOS E CUSTOS PARA A INDÚSTRIA	94
ANEXO B – REPRESENTAÇÃO DOS SUBEIXOS DO NOVO PAC POR SOMA DOS APORTES FINANCEIROS	104
ANEXO C – ESTRUTURA DE COMPARAÇÃO DE SETORES ABORDADOS PELO IBGE E A CNI	106
ANEXO D – DEMANDA SETORIAL DO NOVO PAC PARA OS 67 SETORES DO IBGE	108
ANEXO E – ESTIMATIVA DE GERAÇÃO MÍNIMA DE OCUPAÇÕES FORMAIS	110

APRESENTAÇÃO

A agenda climática tem se tornado cada vez mais urgente e imediata para todos os setores da economia, que, por sua vez, são atravessados pela cobrança interna e pela maior robustez do arcabouço internacional no tocante aos acordos e aos compromissos firmados, elevando o patamar dos requisitos necessários para uma transição sustentável e financiável, principalmente no que se refere à cadeia de valor da produção de um país e/ou empresas.

O setor industrial, por sua vez, além de ser um grande termômetro da economia, é um dos mais afetados pelas decisões e regulamentações supracitadas, ao mesmo tempo em que se torna peça-chave para frear o acelerado movimento do aquecimento global. Para tanto, cabe a instrumentalização de medidas de cunho regulatório e setorial (com alcance multidisciplinar) para que não só se atinja as metas de descarbonização, mas se gere emprego e renda em um ambiente cada vez mais tecnológico, competitivo e que se afaste cada vez mais práticas insustentáveis de produção.

A transição para uma economia de baixo carbono traz oportunidades e desafios para a indústria brasileira. A adoção de tecnologias para tal pode abrir novos mercados, criar empregos e reduzir a pegada de carbono. As estratégias podem incluir o uso de energias renováveis, eficiência energética, materiais sustentáveis, adoção do hidrogênio de baixo carbono e captura e armazenamento de carbono. No entanto, essa transição requer políticas e investimentos adequados, envolvendo colaboração entre governo e setor privado. Além disso, é essencial capacitar os trabalhadores para os novos empregos que surgirão no setor industrial.

Assim, tanto na esfera pública quanto privada, a incorporação de mecanismos que buscam a internalização das externalidades representadas pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e seus custos associados estão cada vez mais na pauta das decisões de negócios e relações comerciais. Nesse sentido, a transição para a neutralidade climática exige mudanças estruturais em todos os setores econômicos.

Este estudo tem como principal objetivo oferecer subsídios para o debate qualificado sobre a política climática nacional com o olhar aprofundado no setor industrial e abordagens mercadológicas, abarcando os interesses nacionais do setor de forma convergente às demandas socioeconômicas e ambientais.

Boa leitura.

Antônio Ricardo Alvarez Alban

Presidente da CNI



shutterstock

mrmohock

RESUMO EXECUTIVO

Cenário internacional e aspectos nacionais de descarbonização

Nos últimos anos, a economia global foi atingida pela pandemia da Covid-19 e conflitos geopolíticos que culminaram em interrupções na cadeia de suprimentos, além de crise energética e alta inflação, afetando tanto a oferta quanto a demanda na ótica econômica e produtiva.

A crise climática continua a se agravar em meio a reflexos prolongados da pandemia e à crescente instabilidade econômica. A pressão global pela descarbonização, em especial do setor industrial, é cada vez mais urgente para governos e o próprio setor produtivo, principalmente devido à maior robustez do arcabouço internacional no que tange a competitividade da indústria, relações comerciais e seus impactos socioambientais e econômicos.

No contexto brasileiro, o setor industrial não é o principal emissor de GEE, pois as emissões majoritárias provêm do uso da terra. No entanto, o Brasil precisa transformar sua indústria para alcançar as metas de redução de emissões de GEE e manter a competitividade diante de um movimento global de descarbonização acelerada, a exemplo da implementação de instrumentos como o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM), pela União Europeia e o *Inflation Reduction Act* (IRA), pelos Estados Unidos.

Para viabilizar a neutralidade climática em 2050, globalmente, o IPCC estima a necessidade de redução das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) em 43% até 2030 e 60% até 2035 (em relação a 2019). Algumas ações se tornam “indispensáveis”, como o aumento da geração e do uso de energias renováveis, o fim do desmatamento, a redução das emissões de metano e o financiamento climático, peça-chave dessa transição.

Observa-se movimentos direcionados à adoção de instrumentos de comando e controle (como a regulação direta, leis e decretos), mandatos e padrões, incentivos e subsídios e políticas de precificação de carbono.

O presente estudo avaliou cenários com objetivo de entender os melhores caminhos a serem percorridos pelo país para alcançar o compromisso de neutralidade climática em meados deste século. Os resultados indicam que o Brasil precisará adotar instrumento de precificação de carbono para alcançar essa meta.

A conclusão que se chega é que é possível alcançar a neutralidade climática, em 2050, com políticas de precificação de carbono ajustadas à realidade brasileira, e, ainda assim, aumentar o nível de atividade econômica no país, reduzindo a taxa de desemprego. No entanto, é importante ressaltar que a implementação de um instrumento de precificação de carbono no Brasil deve observar os potenciais impactos sobre os setores econômicos, especialmente sobre aqueles mais intensivos em carbono.

Além disso, uma política de precificação de carbono adequada ao país deve utilizar as receitas obtidas para reduzir distorções da economia brasileira, com incentivo ao desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono e criação de empregos, aliada a uma proteção dos setores produtivos brasileiros em relação a países que não introduzam a precificação de carbono. Esses são pontos relevantes para que o Brasil preserve a sua competitividade e cumpra o Acordo de Paris sem prejuízo ao crescimento econômico e social.

Potencialidade das medidas de descarbonização no setor industrial

Cada um dos subsetores industriais possui oportunidades de mitigação específicas, a depender dos novos avanços e padrões de tecnologias limpas, algumas ainda não consolidadas.

O *Roadmap* para Neutralidade Climática da Agência Internacional de Energia sugere que o mundo deve acelerar a transição energética. Para isso, deve investir US\$ 1,8 trilhão em energia limpa em 2023 e US\$ 4,5 trilhões em cada ano seguinte até o início da década de 2030. Entre os principais destaques estão:

- O crescimento acelerado na produção de energia limpa e a necessidade do controle das emissões de metano;
- A lacuna existente entre oferta e demanda por minerais críticos como níquel e lítio. São necessários novos projetos, inovações nas técnicas de extração e maiores índices de reciclagem; e
- O uso de CCUS e hidrogênio de baixo carbono é fundamental para alcançar as emissões líquidas zero, sendo que precisam de um rápido progresso nos próximos anos.

Entre outras oportunidades de se criar negócios para a descarbonização e manter a indústria competitiva, especialmente no Brasil, estão: (i) a bioeconomia, cujo arranjo econômico contempla a geração de riqueza e renda a partir do desenvolvimento de produtos de base biológica por meio de tecnologias inovadoras; (ii) a conservação e restauração florestal, proporcionando serviços ecossistêmicos e proteção da biodiversidade; e (iii) os mercados de carbono (interno e global), vistos como uma oportunidade a ser explorada, principalmente pelo aumento dos compromissos de neutralidade climática assumidos por governos e empresas e os avanços do Artigo 6, do Acordo de Paris.

Qual é o custo dessa descarbonização?

De forma geral, o custo adicional de descarbonização para a economia brasileira, considerando os dados obtidos em conjunto com segmentos industriais neste estudo, seria de US\$ 8 bilhões de dólares, ou cerca de 40 bilhões de reais até 2050. Por custo adicional de descarbonização entende-se o custo de investimento total na tecnologia de baixo carbono subtraído do custo de investimento total da tecnologia *business as usual*.

Esse custo adicional total foi obtido a partir da revisão de estudos realizados nos últimos anos no Brasil e de consultas a especialistas, de cada segmento industrial, que apontaram medidas já implementadas pela indústria e novas medidas de mitigação necessárias. Importante ressaltar que alguns setores industriais não consideram os custos de investimentos indiretos para aumentar a oferta de energia renovável e de energias alternativas, portos, estradas e telecomunicações, necessários para estimular o crescimento de mercado e justificar os investimentos para a redução de emissões de GEE pelo lado das empresas.

Assim, esse valor potencial poderá ser significativamente maior, mesmo porque ainda existe a necessidade de melhor refinamento dos números destinados aos investimentos setoriais em mitigação.

É imperativo, também, observar que as Curvas de Custo Marginal de Abatimento (Curvas MAC) necessitam de atualizações periódicas. As mudanças tecnológicas são constantes e os custos associados a essas tecnologias também flutuam significativamente ao longo do tempo. Além disso, é imprescindível reavaliar continuamente os potenciais de abatimento de cada setor industrial para garantir que as estratégias adotadas sejam as mais eficazes e atualizadas possíveis.

Apesar das várias possibilidades de financiamento, ainda existem barreiras no cenário nacional para sua efetivação, como as dificuldades de acesso. Além disso, a indústria *hard to abate* precisará de implementação de tecnologias subsidiadas, como têm sido as políticas de descarbonização nas maiores economias do globo. Um dos gargalos no Brasil, em relação a essa questão, é a falta de definição de estratégias de redução de emissões para o país: apesar das metas definidas no âmbito das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs, na sigla em inglês) nacionais, o Brasil não conta com estratégias gerais e setoriais que desenhem o caminho para alcançar tais metas. Mesmo sendo um desafio de fácil resolução operacional para os setores interessados em reduzir emissões (que irão definir as próprias estratégias e ações), tal fato torna mais difícil captar investimentos internacionais para ações individuais, já que não existe reconhecimento da comunidade global para tais ações e tampouco verificação de alinhamento destas com as metas nacionais e com os objetivos do Acordo de Paris, principal justificativa para alocação de recursos estrangeiros.

Recomendações

Apesar de diversas tecnologias e processos necessários para enfrentar o desafio da descarbonização no setor industrial não estarem ainda disponíveis ou maduras, em especial para os setores *hard to abate*, entende-se que opções de mitigação já economicamente viáveis possuem importante potencial para descarbonização. Olhando para a realidade brasileira, a cooperação internacional e a introdução de políticas públicas que incentivem tecnologias de baixa emissão no setor industrial e mecanismos de precificação de carbono podem auxiliar no alcance de metas climáticas, ao mesmo tempo em que mantém a competitividade. No entanto, precisam ser bem delineadas e transversais às demais áreas, a exemplo do setor energético e florestal. Assim, observa-se proposições de instrumentos regulatórios e possíveis mecanismos de incentivo para que se delineie a trajetória de descarbonização mais adequada para o setor industrial do país, auxiliando no atingimento das NDCs nacionais, tais como:

MEDIDAS GERAIS

1. Instrumentalizar medidas de cunho regulatório e setorial, com alcance multidisciplinar, para atingir as metas de descarbonização e, ao mesmo tempo, gerar emprego e renda com mecanismos de proteção à competitividade e estabilidade de preços;
2. Maior engajamento do setor industrial na construção do novo Plano Setorial de Mitigação e do Plano de Adaptação;
3. Criar marcos regulatórios modernos e harmonizados, principalmente no que tange à estratégia de longo prazo e as medidas necessárias para a descarbonização da indústria e o atingimento da NDC;
4. Criar condições e regulação apropriada para redução dos riscos do setor financeiro frente ao financiamento climático (exemplo dos mecanismos de garantia), assim como destravar e/ou facilitar o acesso a financiamento, capital e recursos alternativos;
5. Incentivar instrumentos financeiros e fiscais, como tarifas *feed-in*, empréstimos, títulos verdes e classificações e padrões do mercado de títulos, incluindo padrões ESG. Da mesma forma, fomentar a criação de fundos específicos e regras para transparência financeira e proteção de investidores e consumidores;
6. Aprimorar a coleta de dados, com a elaboração de inventário de emissões, incluindo dados de fornecedores, emissões incorporadas ao produto, além de maior adoção de metas, métricas e padrões para divulgação de relatório de sustentabilidade compatíveis com requisitos nacionais e internacionais;
7. Formular mecanismos para superação das barreiras comerciais que impactem bens e serviços de origem nacional, assim como criar um sistema robusto e de longo prazo, de financiamento aos investimentos e às exportações;

8. Promover o fluxo e a economia circular de materiais e adotar medidas de melhoria e ganhos de eficiência energética, como controle de emissões, eletrificação de instalações e apoio ao uso do hidrogênio de baixo carbono, CCS e CCUS. Além disso, promover maiores investimentos em bioeconomia enquanto medida de proteção da biodiversidade e na utilização da bioenergia e biomassa renovável;
9. Investir em P&D para avaliação de opções tecnológicas com grande potencial de abatimento (CCS/CCUS, cogeração e eficiência de fornos e caldeiras); e
10. Definir um plano de implementação da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC).

Medidas específicas para instrumentos de precificação de carbono

1. Estabelecer um mercado regulado de carbono no Brasil por meio de uma lei, sob a forma de um Sistema de Comércio de Emissões (*cap and trade*) para o setor industrial. Da mesma forma, criar governança robusta, com participação do setor privado, para apoiar a regulamentação desse sistema de precificação de carbono;
2. Implantar processos concretos para monitoramento, relato e verificação (MRV) e registro nacional de emissões de GEE da atividade industrial, equivalentes à estrutura de registro internacional, garantindo a comparabilidade de dados;
3. Reforçar a necessidade de definição de arranjo institucional que viabilize a operacionalização dos mecanismos do artigo 6 do Acordo de Paris;
4. Reforçar a necessidade da definição de metodologias, fontes de geração de créditos e responsabilidades para a certificação sob o mecanismo do artigo 6.4;
5. Possibilitar uma transição justa e com segurança dos projetos e das metodologias vindas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL);
6. No âmbito do artigo 6.8, recomenda-se buscar fontes de financiamento internacional para a pesquisa e o contínuo desenvolvimento de tecnologias em larga escala, como CCS/CCUS.

Conclusão

Com as condições adequadas, a indústria brasileira pode se tornar um ator significativo na economia global de baixo carbono. Para tanto, o governo brasileiro deve desempenhar um papel fundamental na criação de condições econômicas favoráveis, fornecendo políticas claras e estáveis, atraindo investimentos e impulsionando inovações em tecnologias.

As estratégias adotadas precisam ser dinâmicas, adaptáveis e fundamentadas em dados e tecnologias atualizados. Nesse contexto, o acesso a financiamento facilitado para o setor industrial é fundamental, para fornecer o capital necessário para investimentos em tecnologias limpas e práticas sustentáveis.

No entanto, vale ressaltar que, se o Brasil não eliminar o desmatamento ilegal, não haverá viabilidade técnica para o país alcançar suas obrigações sob o Acordo de Paris, notadamente a meta de neutralidade climática até o ano de 2050.

Somente com essa abordagem mais ampla, que envolve o combate ao desmatamento, prática de agricultura sustentável e a implementação de tecnologias de ponta com financiamento apropriado, o Brasil será capaz de cumprir suas obrigações climáticas de forma eficaz e sustentável.

INTRODUÇÃO

A agenda climática tem se tornado cada vez mais urgente e imediata para todos os setores da economia, que, por sua vez, são atravessados pela cobrança interna e pela maior robustez do arcabouço internacional no tocante aos acordos e aos compromissos firmados, elevando o patamar dos requisitos necessários para uma transição sustentável e financiável, principalmente no que se refere à cadeia de valor da produção de um país e/ou empresas.

O setor industrial, por sua vez, além de ser um grande termômetro da economia, é um dos mais afetados pelas decisões e regulamentações supracitadas, ao mesmo tempo em que se torna peça-chave para frear o acelerado movimento do aquecimento global. Para tanto, cabe a instrumentalização de medidas de cunho regulatório e setorial (com alcance multidisciplinar) para que não só se atinja as metas de descarbonização, mas se gere emprego e renda em um ambiente cada vez mais tecnológico e competitivo.

A transição para uma economia de baixo carbono traz oportunidades e desafios para a indústria brasileira. A adoção de tecnologias para tal pode abrir novos mercados, criar empregos e reduzir a pegada de carbono. As estratégias podem incluir o uso de energias renováveis, eficiência energética, materiais sustentáveis, adoção do hidrogênio de baixo carbono e captura e armazenamento de carbono. No entanto, essa transição requer políticas e investimentos adequados, envolvendo colaboração entre governo e setor privado. Além disso, é essencial capacitar os trabalhadores para os novos empregos que surgirão no setor industrial.

Assim, tanto na esfera pública quanto privada, a incorporação de mecanismos que buscam a internalização das externalidades representadas pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e seus custos associados estão cada vez mais na pauta das decisões de negócios e relações comerciais. Nesse sentido, a transição para a neutralidade climática exige mudanças estruturais em todos os setores econômicos.

Este estudo tem como principal objetivo oferecer subsídios para o debate qualificado sobre a política climática nacional com o olhar aprofundado no setor industrial e abordagens mercadológicas, abarcando os interesses nacionais do setor de forma convergente às demandas socioeconômicas e ambientais.



Dilok Klaisataporn

shutterstock

ataporn

NET ZERO

Dilok Klaisataporn

stock

shutterstock

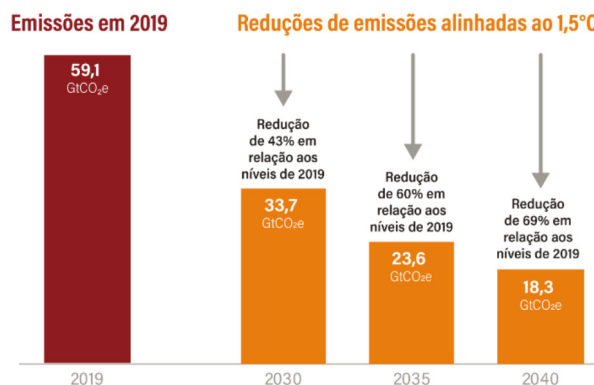
1 CENÁRIO INTERNACIONAL E ASPECTOS NACIONAIS DE DESCARBONIZAÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SETOR INDUSTRIAL

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), o mundo ainda está longe da meta do Acordo de Paris, de limitar o aquecimento global bem abaixo dos 2 °C, preferencialmente a 1,5 °C. O Sexto Relatório de Avaliação (AR6) aponta que o aquecimento global, atualmente em torno de 1,1 °C, desencadeou, no clima do planeta, mudanças sem precedentes na história recente. Os impactos do clima nas pessoas e nos ecossistemas são mais vastos e severos do que se esperava e os riscos futuros aumentam a cada fração de grau de aquecimento.

Existe uma “lacuna de implementação” entre as políticas atualmente em vigor e as NDCs. Segundo o IPCC (2023), as políticas climáticas implementadas até o final de 2020 resultam em um aumento de temperatura de 3,2 °C até o final do século, mais que o dobro do limite estabelecido no Acordo de Paris. Especificamente em um cenário de emissões extremamente altas, o relatório projeta que a temperatura global poderia atingir entre 3,3 °C e 5,7 °C até 2100. Assim, manter a meta do aquecimento global em 1,5 °C exige uma redução profunda das emissões de GEE em curto prazo. Nos cenários do IPCC que mantêm a meta, o pico das emissões de GEE acontece imediatamente antes de 2025. Em seguida, as emissões caem drasticamente – 43% até 2030 e 60% até 2035 em relação aos níveis de 2019.

FIGURA 1 – Reduções necessárias para manter 1,5 °C ao alcance

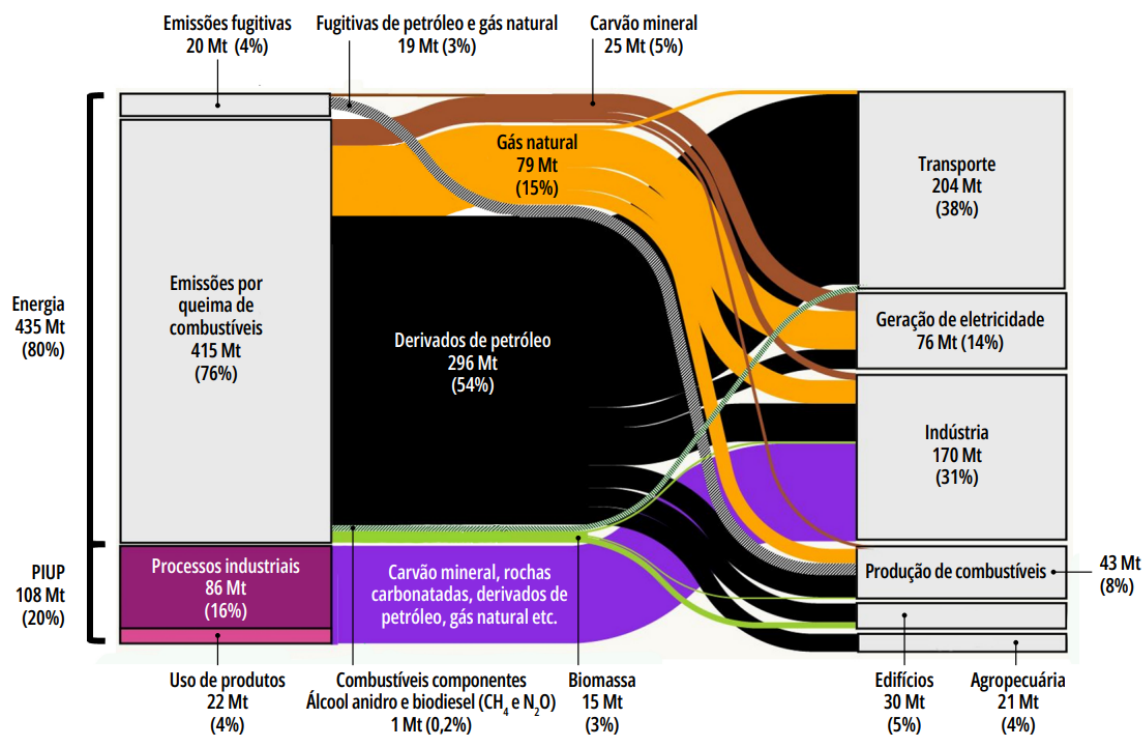


Em 2022, o mundo se deparou com um recorde de emissões de CO₂ relacionadas a energia e processos industriais, na ordem de 36,8 bilhões de toneladas, um aumento de 0,9% em relação ao ano anterior. Trata-se de um crescimento significativamente mais lento, se comparado ao crescimento econômico global de 3,2%. Nesse contexto, o setor industrial respondeu por 9,2 Gt CO₂ (IEA, 2023).

Em um ano marcado por eventos climáticos extremos cada vez mais recorrentes, choques nos preços de energia, aumento da inflação e interrupções nos fluxos tradicionais de comércio de combustíveis, o crescimento global das emissões foi menor do que o temido, apesar da substituição de gás para carvão em muitos países. Dados da Agência Internacional de Energia (IEA) demonstram que o aumento da eficiência energética e da implantação de tecnologias limpas – como renováveis, veículos elétricos e bombas de calor – ajudaram a evitar 550 Mt adicionais em emissões de CO₂. A redução da produção industrial, principalmente na China e na Europa, também evitou emissões adicionais.

O Brasil, por sua vez, ratificou o seu compromisso no combate às mudanças climáticas por meio de sua NDC, confirmando a meta de redução de GEE para 37% em 2025 e 50% em 2030, ano-base 2005 (UNFCCC, 2022). No entanto, o país emitiu 2,42 bilhões de toneladas brutas de CO₂e no ano de 2021 – um aumento de 12,2% em relação a 2020. Os setores de energia e processos industriais e uso de produtos (PIUP), por sua vez, emitiram 435 e 108 milhões de toneladas de CO₂e, representando 18% e 4% do total de emissões do país, respectivamente. Essas emissões se devem, principalmente, à queda da geração renovável de energia via hidrelétricas e consequente despacho térmico fóssil, ao aumento do consumo de combustíveis fósseis e à retomada do crescimento econômico pós-pandemia de Covid-19. Somando as emissões industriais alocadas em energia e em processos industriais e uso de produtos¹, a indústria emitiu um total de 169,9 Mt de CO₂e, conforme ilustrado na Figura 2.

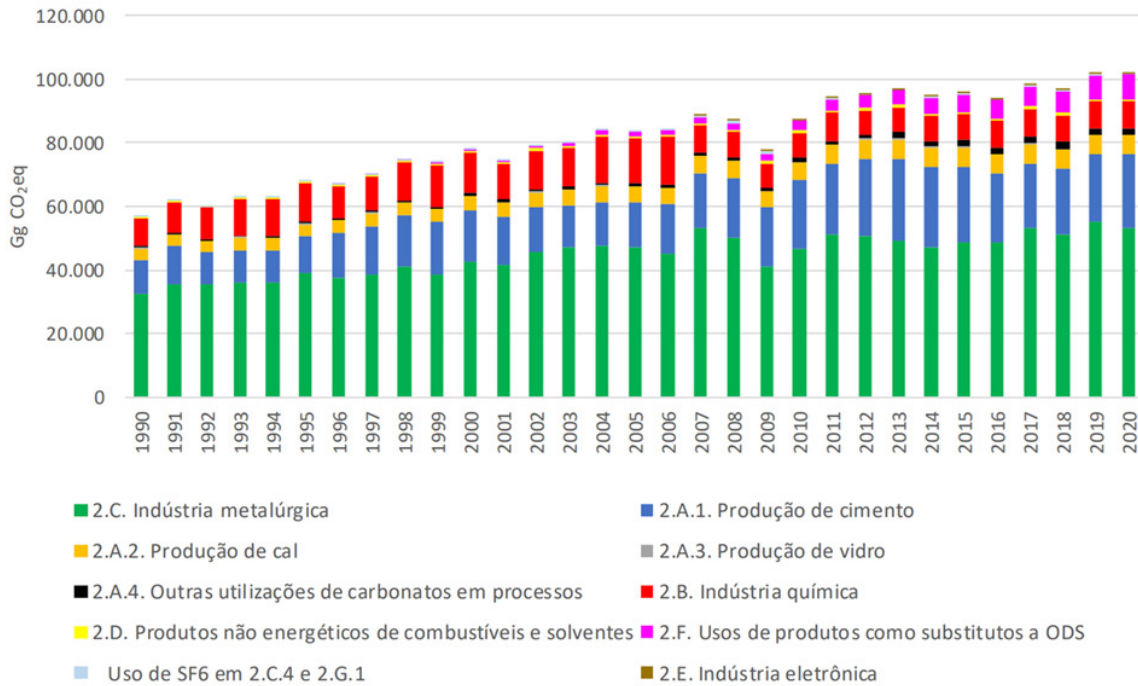
1 As emissões de GEE das atividades industriais se constituem pela queima de combustíveis, que são alocadas no setor de energia. Além disso, as emissões industriais têm origem nas transformações físico-químicas que ocorrem durante a fabricação de materiais — como o aço ou o cimento — ou por consequência da utilização de produtos, caso do uso de HFC em aparelhos de refrigeração. Tais emissões são alocadas no setor de processos industriais e uso de produtos (PIUP). Entre outros exemplos de emissões de PIUP, pode-se citar a transformação da bauxita em alumínio (SEEG, 2022).

FIGURA 2 – Emissões de CO₂ e nos setores de energia e processos industriais (ano-base 2021)

Fonte: SEEG, 2022.

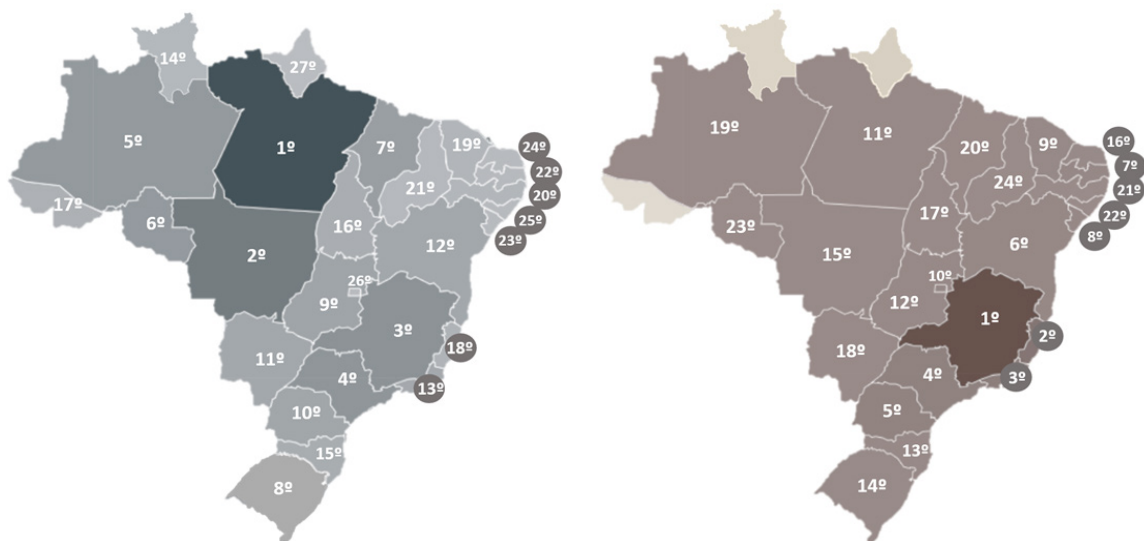
Segundo o relatório “Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil”², os subsetores que mais emitem no Brasil (Figura 3) são a indústria metalúrgica e a produção de cimento, respondendo por cerca de 52,1% e 22,7%, respectivamente. Em seguida, encontra-se a indústria química (8,2%), o uso de HFCs (7,6%) e a produção de cal (6,0%).

2 As emissões calculadas neste relatório não incluem as relacionadas à energia, com exceção das aplicações de combustíveis que são usados em altos-fornos, onde sua utilização é parte energética, parte processo químico. Apenas nesse caso, as emissões estão integralmente contabilizadas no presente setor.

FIGURA 3 – Emissões do setor PIUP, de 1990 a 2020, em CO₂e

Fonte: MCTI, 2022.

A Figura 4 ilustra as emissões totais de GEE e, somente do setor PIUP, estão desagregadas por estado no ano de 2021³.

FIGURA 4 – Ranking de emissões de GEE (esq) e apenas PIUP (dir), por estado

Fonte: Elaboração própria.

3 SEEG. Plataforma SEEG. 2023. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/map>. Acesso em: 16 out. 2023. Os dados PIUP de Roraima, Acre e Amapá não se encontram disponíveis na plataforma.

Por fim, no que tange às contribuições para a economia, a indústria respondeu por 23,9% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, empregando cerca de 10,3 milhões de trabalhadores. Responde também por 69,3% das exportações brasileiras de bens e serviços e por 66,4% do investimento empresarial em pesquisa e desenvolvimento no ano de 2022 (CNI, 2023).

1.2 ESTRATÉGIAS/POLÍTICAS INTERNACIONAIS PARA DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

A pressão global pela descarbonização do setor industrial é cada vez mais reiterada pelos governos, locais ou em nível nacional, principalmente devido à maior robustez do arcabouço internacional no que tange a competitividade da indústria, relações comerciais e seus impactos socioambientais e econômicos, além da ampliação de agendas socioambientais em resposta aos compromissos firmados entre países.

Sob a ótica do regulador, observam-se movimentos direcionados à adoção de instrumentos de comando e controle (como a regulação direta, leis e decretos), mandatos e padrões, incentivos e subsídios e políticas de precificação de carbono, sendo este último item explorado mais adiante.

Em termos práticos, é possível identificar uma lista⁴ (não exaustiva) de programas, iniciativas e leis que possuem interface com políticas de descarbonização do setor industrial globalmente. Foram elencadas algumas das mais recentes iniciativas dos principais emissores de GEE no mundo e que possuem interface com o setor industrial. O Reino Unido foi adicionado, pois é a primeira grande economia do mundo a apresentar uma robusta estratégia de descarbonização para a indústria, com diferentes abordagens de avaliação e monitoramento e mecanismos de financiamento, incluindo a regulação do setor em seu recente sistema de comércio de emissões (ETS, na sigla em inglês)⁵.

Estados Unidos

- ***Infrastructure Investment and Jobs Act⁶ – IJA (2021)***: destina US\$ 1,2 trilhões para a restauração e modernização de infraestruturas públicas básicas, como transporte, geração de energia limpa, remediação ambiental, água e infraestrutura de banda larga – importantes para a indústria e para a economia, sendo US\$ 550 bilhões desse valor destinados a novos investimentos e programas.

4 A lista encontra-se na ordem das iniciativas e políticas mais recentes. A lista completa se encontra em: IEA. **Policies database**. 2023. Disponível em: [https://www.iea.org/policies?sector\[\]=Industry](https://www.iea.org/policies?sector[]=Industry). Acesso em: 10 maio 2023.

5 ICAP, 2023; IEA, 2022; UK, 2021; IEA, 2022b; EC, 2023; EPA, 2023.

6 THE WHITE HOUSE. **Updated fact sheet: bipartisan infrastructure investment and jobs act**. 2021. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/08/02/updated-fact-sheet-bipartisan-infrastructure-investment-and-jobs-act/>. Acesso em: 10 maio 2023.

- **Chip and Science Act⁷ (2022)**: autoriza US\$ 280 bilhões para aumentar a competitividade e fortalecer a segurança nacional, fornecendo apoio para projetos de P&D e para a produção de semicondutores avançados.
- **Inflation Reduction Act⁸ (2022)**: a Lei de Redução da Inflação (IRA, na sigla em inglês) tem por objetivo reduzir a inflação doméstica – notadamente trazida pela crise global de energia – e, ao mesmo tempo, combater a mudança climática, de modo a reduzir a emissão de carbono em cerca de 40% até 2030. Além disso, permitirá a extensão do programa *Affordable Care Act* até 2025 (investimento de US\$ 64 bilhões) e, entre outras medidas, trará incentivos fiscais, programas de subsídios e empréstimos para tecnologias da transição energética (painéis solares, turbinas eólicas, veículos elétricos), investindo cerca de US\$ 369 bilhões em programas de segurança energética e alterações climáticas e cerca de US\$ 4 bilhões em novos financiamentos para resiliência à seca (pacote de reconciliação devido à seca do Oeste dos Estados Unidos).
- Dos vários dispositivos fiscais e programas de subvenções e empréstimos para apoiar a implantação de tecnologias limpas, aliviar os altos custos da energia e diminuir as contas de serviços públicos, destacam-se: (i) US\$ 2 bilhões em subsídios à indústria nacional; (ii) US\$ 3 bilhões para equipamentos com emissões zero e planos de ação climática nos portos; (iii) US\$ 9,7 bilhões para uma melhor fiabilidade e resiliência nas zonas rurais; (iv) US\$ 9 bilhões em programas de descontos de energia residencial; (v) repasse de US\$ 27 bilhões para o Fundo de Redução de Gases de Efeito Estufa, monitorado pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), que objetiva mobilizar financiamento e alavancar capital privado para financiar projetos verdes, com ênfase em projetos que beneficiem comunidades de baixa renda; e (vi) US\$ 19,5 bilhões para práticas agrícolas climaticamente inteligentes (*climate-smart agriculture*).

União Europeia

- **European Climate Law (2021)**: a Lei Climática Europeia transformou em lei a meta estabelecida no Acordo Verde Europeu (*Green Deal*), objetivando a neutralidade climática europeia até 2050. A lei também estabelece a meta intermediária de reduzir as emissões líquidas de GEE em pelo menos 55% até 2030, em comparação com os níveis de 1990, conhecido como o pacote *Fit to 55*⁹.

7 THE WHITE HOUSE. **Fact sheet**: chips and science act will lower costs, create jobs, strengthen supply chains, and counter China. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>. Acesso em: 10 maio 2023.

8 THE WHITE HOUSE. **Building a clean energy economy**: a guidebook to the inflation reduction act's investments in clean energy and climate action. 2023. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/12/Inflation-Reduction-Act-Guidebook.pdf>. Acesso em: 10 maio 2023.

9 EUROPEAN COUNCIL. **Fit for 55**. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>. Disponível em: Acesso em: 10 out. 2023.

FIGURA 5 – Instrumentos para o atingimento dos objetivos do *European Green Deal (Fit to 55)*

Fonte: Adaptado de EC (2023).

O pacote estabelece um conjunto de propostas para revisar e atualizar a legislação da UE: (i) revisão do ETS Europeu, aumentando as metas de redução de emissões de 43% para 62% abaixo dos níveis de 2005; (ii) novo ETS (ETS II) para transportes e edifícios; (iii) implementação do fundo social a partir da receita do novo sistema; (iv) implementação do Mecanismo de Ajuste de Fronteira de Carbono (CBAM); (v) mudanças da Partilha de Esforços¹⁰, aumentando para 40% a meta de redução das emissões de GEE para 2030 nos setores de transportes, edifícios e agricultura; (vi) incremento da meta de LULUCF, de forma a atingir remoções de 310 Mt CO₂ e até 2030; (vii) introdução de metas progressivas para redução de emissões para carros e vans a nível da EU; (viii) novas regras para as emissões de metano; (ix) introdução do *ReFuelEU Aviation*, que visa reduzir a pegada ambiental do setor da aviação; (x) *FuelEU*, que visa reduzir a intensidade de GEE da energia utilizada a bordo dos navios; (xi) implementação do regulamento de infraestrutura para combustíveis alternativos (AFIR); e (xii) revisão dos regulamentos relativos à tributação da eletricidade e energias renováveis, aumentando para 42,5% a meta de energias renováveis para 2030, com o objetivo de alcançar 45% e reforçando as metas de eficiência energética.

- ***Green Deal Industrial Plan*¹¹ (2023)**: o Plano Industrial do Acordo Verde busca complementar os esforços do *Green Deal*, aumentar a competitividade do setor e apoiar a rápida transição para a neutralidade climática. Ele se baseia em quatro pilares: ambiente regulatório previsível e simplificado; acesso acelerado ao financiamento (por exemplo, *REPowerEU*, *InvestEU*, *Innovation Fund*, *European Sovereignty Fund*); desenvolvimento e aprimoramento das competências necessárias para uma transição verde centrada nas pessoas; e cooperação mundial e abertura do comércio para cadeias de suprimento resilientes. Sob o guarda-chuva do acordo, estão:

¹⁰ Estabelece, para cada Estado-Membro da UE, uma meta nacional para a redução das emissões até 2030 nos setores não cobertos pelo ETS. Inicialmente, foi adotado em 2018, quando sofreu revisão em 2023. Com as suas novas metas nacionais, os países contribuirão coletivamente para uma redução das emissões, nos setores da partilha de esforços, de 40% em comparação com os níveis de 2005. O regulamento também reconhece as diferenças de capacidade e rendimentos de cada país, diferenciando as metas de acordo com o Produto Interno Bruto (PIB) per capita entre eles. Para garantir isonomia e evitar que as metas de alguns Estados-Membros aumentem muito mais do que a meta coletiva, o regulamento impõe limites percentuais de aumento.

¹¹ EUROPEAN COMMISSION. **The green deal industrial plan**: putting Europe's net-zero industry in the lead. 2023. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_510. Acesso em: 11 maio 2023.

- **Lei da Indústria Net Zero**¹²: visa expandir a capacidade de produção de tecnologias com emissões líquidas zero na UE e aumentar a resiliência do seu sistema energético. Para isso, estabelece um quadro regulatório para cobrir a fabricação nacional de, pelo menos, 40% das tecnologias de baixo carbono. A lei identifica oito tecnologias estratégicas que foram escolhidas por meio de três critérios de avaliação: (i) o seu nível de prontidão tecnológica; (ii) a sua contribuição para a descarbonização e competitividade; e (iii) a existência de um risco de segurança no fornecimento.
- **Lei de matérias-primas críticas**¹³: busca reforçar todas as fases da cadeia de valor de matérias-primas críticas da EU, ampliando o acesso do bloco às cadeias de suprimento, aprimorando a capacidade de extrair, refinar, processar e reciclar matérias-primas críticas, em busca da redução das dependências de importação e da melhoria a capacidade de monitorar riscos na cadeia de fornecimento e sustentabilidade.
- **Reforma do mercado da eletricidade**: tem como objetivo proteger os cidadãos de picos de preço, acelerar a utilização de fontes de energia renováveis e tornar o bloco mais independente em termos de fornecimento de energia.

Reino Unido

- **Net Zero Industrial Decarbonization Strategy**¹⁴ (2021): a estratégia de descarbonização da indústria *net zero* abrange todos os setores da indústria do Reino Unido que, juntos, respondem por cerca de um sexto de suas emissões (excluindo energia): metais e minerais, produtos químicos, alimentos e bebidas, papel e celulose, cerâmica, vidro, refinarias de petróleo e manufatura com uso menos intensivo de energia. Além disso, e como parte primordial da iniciativa, foram mapeados *clusters* industriais, seus respectivos setores, emissões e desafios, para maior clareza e priorização nas ações.

De modo geral, pode-se relacionar os principais fundamentos da estratégia: (i) reduzir as emissões do setor em pelo menos dois terços até 2035 e em pelo menos 90% até 2050, por meio de captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS, na sigla em inglês), substituição de combustíveis, uso do hidrogênio de baixo carbono, ações de eficiência energética e aceleração da inovação industrial; (ii) avançar nos mecanismos de financiamento, precificação de carbono e endereçar os riscos de vazamento, por meio de estudos

12 EUROPEAN PARLIAMENT. **Net-zero industry act**. 2023. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747903/EPRS_BRI\(2023\)747903_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747903/EPRS_BRI(2023)747903_EN.pdf). Acesso em: 11 maio 2023.

13 EUROPEAN COMMISSION. **Critical raw materials**: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future. 2023. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1661. Acesso em: 11 maio 2023.

14 HM GOVERNMENT. **Industrial decarbonisation strategy**. 2021. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6051cd04e90e07527f645f1e/Industrial_Decarbonisation_Strategy_March_2021.pdf. Acesso em: 10 maio 2023.

de avaliação de impactos; (iii) fomentar o consumo de produtos de baixo carbono, evitando o risco de produtos intensivos mais baratos por meio da criação de padrões e rotulagem, obrigações de transparência de informações e maiores incentivos para as escolhas sustentáveis; e (iv) destravar e/ou facilitar o acesso a recursos voltados para a efetivação da estratégia de descarbonização industrial.

Por fim, a UE planeja discutir o vazamento de carbono com os membros da Organização Mundial do Comércio, incluindo o Reino Unido. Para isso, o país incluiu, em sua estratégia, a avaliação de como a indústria seria afetada pelas novas diretrizes da UE e a possibilidade de, no longo prazo, adotar mecanismos para mitigação dos riscos de vazamento de carbono.

- **Estratégia Net Zero – UK Net Zero Strategy¹⁵ (2021):** posterior à Estratégia Industrial Net Zero, trouxe metas detalhadas e, em alguns casos, ainda mais rigorosas para a indústria. Define políticas e propostas para descarbonização em todos os setores da economia do Reino Unido, visando à neutralidade de emissões até 2050. A estratégia define o caminho de descarbonização até 2037 (CB6¹⁶), e são previstos mais de £ 700 bilhões em investimentos públicos e privados, dos quais o setor industrial conta com pelo menos £ 14 bilhões adicionais até 2037.

China

- **Interim rules for carbon emissions trading:** Para que a implementação do maior sistema de comércio de emissões do mundo (ETS chinês) referente à cobertura de emissões de GEE fosse possível, regras provisórias foram criadas, incluindo: os critérios de escolha dos entes regulados, a definição e alocação de licenças totais, entidades comercializadoras, métodos de verificação, relato e divulgação de informações e supervisão e penalidades por não cumprimento. Inicialmente, o ETS chinês regula o setor de energia, mas se baseia em mercados-piloto regionais na China, que continuam operando e cuja abrangência inclui setores não regulados no sistema nacional, como indústria, edificações, transporte e aviação. Nesse sentido, à medida que a cobertura do sistema nacional se expande, espera-se que as entidades abrangidas pelos sistemas regionais, como a indústria, sejam integradas no ETS nacional.

15 REINO UNIDO. **Net-zero strategy:** build back greener. 2022. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/net-zero-strategy>. Acesso em: 12 maio 2023.

16 Sexto orçamento (CB6) de carbono (2033–37).

1.3 POTENCIALIDADES DAS MEDIDAS DE DESCARBONIZAÇÃO NO SETOR INDUSTRIAL

Olhando para os subsetores industriais, é possível afirmar que cada um deles possui oportunidades de mitigação específicas, a depender dos novos avanços e padrões de tecnologias limpas, algumas ainda não consolidadas. Para isso, faz-se necessário apoio na ampliação de infraestrutura de baixo carbono, acesso a financiamento, recursos e políticas públicas voltadas para a descarbonização da indústria, entre elas a precificação de carbono, na forma de um sistema de comércio de emissões. Assim, o setor industrial começa a enxergar novas alternativas de criar negócios e se manter competitivo (CNI, 2022):

Transição energética e descarbonização da indústria pesada

De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2023b), o mundo deve acelerar a transição energética. Para isso, deve investir US\$ 1,8 trilhão em energia limpa em 2023 e US\$ 4,5 trilhões em cada ano seguinte até o início da década de 2030. Entre os principais destaques estão:

- O crescimento acelerado na produção de energia limpa junto a outras medidas pode reduzir as emissões de CO₂ no setor de energia em até 35% até 2030 em comparação ao ano de 2022;
- O controle das emissões de metano oferece uma ótima relação custo-benefício devido ao baixo custo, além das perdas evitadas representarem uma oportunidade de receita com a venda do metano capturado. Segundo o relatório, a redução das emissões de metano em 75% até 2030 é essencial para limitar o aquecimento global. Reduzir esse percentual nas operações de O&G custa cerca de US\$ 75 bilhões em gastos cumulativos, o equivalente a 2% da receita líquida recebida pelas petrolíferas em 2022;
- Ainda existe uma lacuna entre oferta e demanda por minerais críticos, como níquel e lítio. São necessários novos projetos, inovações nas técnicas de extração e maiores índices de reciclagem; e
- O uso de CCUS, hidrogênio e bioenergia sustentável é fundamental para alcançar as emissões líquidas zero, sendo que é necessário um rápido progresso nos próximos anos. Além disso, tem papel importante a desempenhar na redução de emissões da indústria pesada e transportes de longa distância.

Em particular, o CCUS pode complementar medidas de eletrificação e eficiência, tornando-se peça-chave para a descarbonização da indústria pesada enquanto tecnologia complementar, reduzindo também as emissões residuais. Nesse sentido, a tecnologia é atualmente muito promissora e, em alguns casos, a única maneira viável de remover as emissões remanescentes da indústria de cimento, aço, produtos químicos e fertilizantes (IEA, 2021; Bloomberg, 2023). O CCUS pode auxiliar, também, na produção de hidrogênio de baixo carbono, em particular a partir do gás natural. Pode também ser combinado com a produção de bioenergia junto com a captura e o armazenamento, o BioCCS (BECCS, sigla em inglês para *Bioenergy with carbon capture and storage*), ou até pela captura direta do ar (DACCS, sigla em inglês para *Direct air capture and storage*), de forma que tais combinações ajudam a equilibrar as emissões que são inevitáveis ou mais difíceis de reduzir (THE CCUS HUB, 2022). Entretanto, a IEA (2023b) sinaliza que o desempenho ainda é insatisfatório. Embora o recente aumento de projetos seja encorajador, a maioria ainda não chegou à decisão final de investimento e necessita de mais apoio político para impulsionar a demanda e facilitar novas infraestruturas.

Com relação aos setores de difícil abatimento das emissões – como aço, cimento, amônia e etileno – a IEA (2022) destaca que: (i) muitas tecnologias necessárias para esses setores ainda estão em fase de protótipo ou demonstração e ainda não estão prontas para implantação em escala; (ii) novos processos de produção com intensidades de carbono substancialmente mais baixas terão, pelo menos inicialmente, custos mais elevados; (iii) muitos produtos das indústrias pesadas, como o aço, são comercializados internacionalmente em mercados competitivos, com margens muito reduzidas para absorver custos de produção elevados e encorajar a adoção de novas tecnologias; e (iv) as instalações de indústria pesada têm uma longa vida útil e alto investimento de capital, o que mantém a inércia das emissões. Portanto, para que esses desafios sejam superados, é necessária uma resposta tecnológica e política, que abranja a inovação, as infraestruturas e as cadeias de abastecimento.

Conservação e restauração florestal

As florestas nativas atuam como “prestadoras” de serviços ecossistêmicos e proteção da biodiversidade, seja no equilíbrio do balanço das emissões de GEE, seja na proteção de corpos hídricos. Nesse sentido, a conservação e restauração florestal e a recuperação de áreas degradadas são fundamentais na manutenção e recuperação da funcionalidade ambiental de determinada região. As emissões devidas à mudança e ao uso da terra, que incluem o desmatamento, precisam ser evitadas. Nesse sentido, as cadeias produtivas devem adotar princípios e modelos de uso sustentável, desde a extração da matéria-prima,

valorizando a manutenção da floresta em pé. Como exemplo de ações que buscam garantir a conservação e o uso sustentável de recursos florestais e da biodiversidade, as companhias estão adotando métricas para monitorar seus impactos e, assim, estabelecer estratégias que impulsionem ganhos positivos à natureza.

Além disso, créditos de carbono e demais pagamentos por serviços ambientais ganham cada vez mais espaço. Outro caminho em ascensão é a bioeconomia¹⁷, cujo arranjo econômico contempla a geração de riqueza e renda a partir do desenvolvimento de produtos de base biológica por meio de tecnologias inovadoras (CNI, 2020). Vale ressaltar que, de acordo com o Fórum Econômico Mundial, mais da metade dos PIB global depende da natureza.

Mercado de carbono

Segundo o relatório *State and Trends (2023)*, a parcela de cobertura das emissões globais por precificação de carbono (taxação e sistemas de comércio de emissões – ETS) cresceu de 7% para cerca de 23% nos últimos dez anos e as receitas do governo com esses programas cresceram quase cinco vezes, à medida que as políticas evoluíram e se diversificaram para refletir o aumento da ambição. Além disso, a ação voluntária em torno dos mercados de carbono se expandiu para atender a uma crescente demanda das empresas por créditos de carbono (World Bank, 2023).

Observa-se um aumento do interesse das empresas por compensações voluntárias, nas quais os compradores mais ativos são os setores de energia, bens de consumo, finanças e seguros. Nesse contexto, novos investidores, produtos financeiros, plataformas tecnológicas e provedores de serviços estão lançando bases para promover a padronização e transparência dos créditos de carbono – encorajando o crescimento desse mercado e a integridade da ação corporativa, conferindo valor e diferencial de mercado. Além disso, algumas organizações usam preços internos de carbono para gerenciar os riscos comerciais relacionados ao clima e se preparar para a transição para a neutralidade climática, atribuindo um preço teórico por unidade de emissão, de modo a auxiliar nos seus processos de tomada de decisão em relação aos seus negócios (Ecosystem Marketplace, 2021; World Bank, 2023).

Verifica-se, portanto, uma oportunidade a ser explorada, principalmente pelo aumento dos compromissos de neutralidade climática assumidos por governos e empresas e a finalização do Livro de Regras do Acordo de Paris, cujo arcabouço inclui regras para reger as transações internacionais de créditos de carbono no âmbito do acordo. Essa realidade fomenta novos negócios que, eventualmente, poderão se beneficiar desse mercado.

17 CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Bioeconomia e a Indústria Brasileira**. 2020. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/cd/ed/cded4159-a4c5-474d-9182-dd901b317e1c/bioeconomia_e_a_industria_brasileira.pdf. Acesso em: 01 maio 2023.

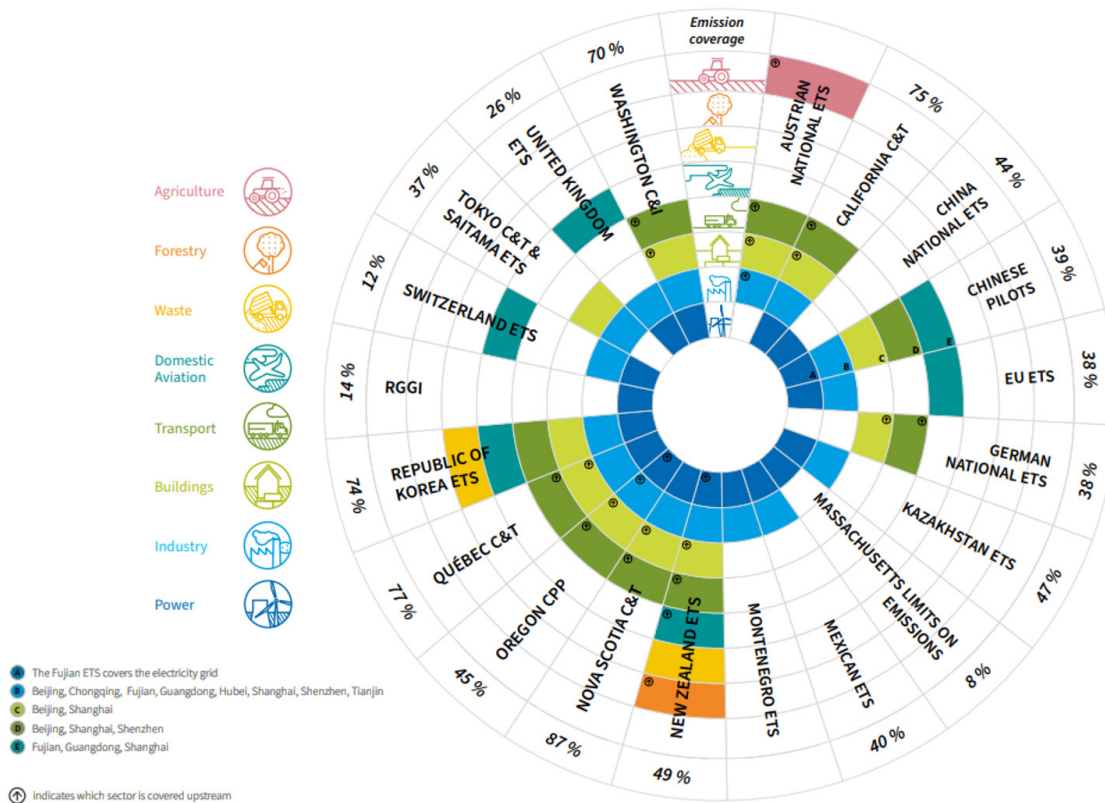
No entanto, desafios para a garantia de credibilidade, padronização, transparência e desenvolvimento de capacidade administrativa ainda se fazem presentes e vêm sendo discutidos (Ecosystem Marketplace, 2021).

1.4 PRINCIPAIS EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO NA INDÚSTRIA

O estabelecimento de um preço do carbono é um dos instrumentos mais poderosos disponíveis para orientar as economias para trajetórias de baixas emissões (Banco Mundial, 2022). O Fundo Monetário Internacional (FMI) destaca que os instrumentos de precificação de carbono (IPC) desempenham um papel fundamental na transição de baixo carbono, por meio de impostos sobre o carbono (*carbon tax*), sistemas de comércio de emissões (ETS), modelos híbridos ou mesmo modelos internos de precificação de carbono usados por empresas e analistas financeiros.

De modo geral, um imposto sobre o carbono é implementado como um imposto direto sobre o conteúdo de carbono, ou seja, um preço por tonelada de CO₂e (tCO₂e) emitida (obrigação tributária), e a quantidade de GEE emitida é definida pelos agentes econômicos, de acordo com seus custos internos de mitigação. No ETS, é definida uma quantidade máxima de emissões agregadas aos agentes regulados e são geradas permissões de emissão em montante equivalente (*cap*). Tais direitos são, então, distribuídos aos agentes regulados (gratuitamente ou por meio de leilões) e estes podem transacioná-los no mercado (*trade*).

A Figura 6 apresenta os setores cobertos por diferentes sistemas de comércio de emissão em vigor em 2023. Em sentido horário, os números no anel mais externo indicam a parcela de emissões agregadas cobertas pelo ETS. A cobertura a montante em um setor é indicada por uma seta. Os setores são considerados cobertos quando pelo menos algumas entidades do setor têm obrigações de conformidade explícitas. Normalmente, nem todas as instalações de um setor são regulamentadas, assim como nem todos os gases ou processos de um determinado setor podem ser cobertos.

FIGURA 6 – Setores cobertos por sistema de comércio de emissões

Fonte: ICAP, 2023.

Pode-se observar alguns sinais positivos sobre a agenda de precificação de carbono, particularmente em relação aos preços mais elevados do carbono, ao aumento das receitas e à adoção de novas regras para os mercados internacionais de carbono (no âmbito do artigo 6 do Acordo de Paris). No entanto, tal como em anos anteriores, os progressos registrados estão longe de ser adequados: existem aproximadamente 73 instrumentos diretos de precificação de carbono em operação, entre impostos sobre o carbono e sistemas de comércio de emissões (referência Abril 2023) e, apesar dos preços recorde em algumas jurisdições, o preço na maioria delas permanece muito abaixo dos níveis necessários para cumprir os objetivos do Acordo de Paris (ICAP, 2023; *World Bank*, 2023).

A título de informação, o *Net-Zero Industry Tracker 2022*, do Fórum Econômico Mundial (WEF, na sigla em inglês), estimou o preço do carbono necessário para que os subsectores industriais atinjam o zero líquido até 2050 (Tabela 1).

TABELA 1 – Custo estimado por subsetor industrial para o net-zero em 2050

Subsetor Industrial	Preço do carbono (US\$/tCO ₂ e)
Aço	180-360
Cimento	60-110
Alumínio	210
Amônia	36-360

Fonte: Adaptado de WEF (2022).

Segundo o Banco Mundial (2023), a introdução de um sinal de preço para a mitigação climática impulsiona investimentos e a mudança de comportamento. No entanto, o FMI destaca que a precificação do carbono pode apresentar riscos para os setores que fazem uso intensivo de carbono, como o setor industrial e seus subsetores (IMF, 2022). Os altos preços do carbono podem levar a custos mais altos e, logo, a uma redução na produção e nos lucros das empresas dos setores mais energointensivos. Ou seja, um preço de carbono no setor industrial pode resultar em custos adicionais diretos e indiretos para as empresas, afetando suas receitas e seus custos operacionais. De acordo com a UNEP FI (2023), os impactos diretos de um preço de carbono sobre as empresas incluem custos fiscais relacionados a combustível e energia usados na produção. Já os efeitos indiretos são os custos incorridos durante os processos de produção devido à implementação de um imposto sobre o carbono, por exemplo, em estágios anteriores da produção.

A seguir são apresentadas as principais experiências internacionais de precificação de carbono na indústria nos seguintes países/regiões selecionados: China, União Europeia (UE), Califórnia (EUA) e México.

China

A China abriga o maior mercado de carbono do mundo (*China National ETS*) em termos de emissões. Estima-se que o ETS cubra cerca de 4,5 bilhões de tCO₂e por ano – mais de 40% das emissões totais de GEE da China, onde regula mais de 2.100 usinas de energia com emissões anuais acima de 26.000 tCO₂. Além disso, é um sistema baseado em intensidade, com licenças alocadas livremente usando *benchmarks* e com base em níveis de produção reais. Atualmente, as obrigações de conformidade são limitadas e variam entre os diferentes tipos de geração de energia. A cobertura do sistema será expandida para outros setores ao longo do tempo. Espera-se que o escopo seja gradualmente expandido para abranger sete outros setores: petroquímico, químico, materiais de construção, aço, metais não ferrosos, papel e aviação doméstica. Não há um cronograma específico para essa expansão (ICAP, 2023).

O ETS da China se baseia na experiência bem-sucedida dos mercados-piloto de carbono implementados em oito regiões (Beijing, Chongqing, Shanghai, Shenzhen, Tianjin, Fujian, Guangdong e Hubei). Os pilotos continuarão a operar em paralelo ao ETS nacional, abrangendo os setores e as entidades não incluídos no sistema nacional, entre eles o setor industrial, responsável por cerca de 75% das emissões totais do país em 2014, quando foi incluído o uso de energia para a indústria e processos industriais *per se* (ICAP, 2023). À medida que a cobertura do sistema se expande, espera-se que as entidades cobertas pelos sistemas regionais sejam integradas ao ETS nacional.

União Europeia (UE)

Operando desde 2005, o *European Union Emissions Trading System* (EU ETS) é o sistema mais antigo em vigor. É um instrumento fundamental da estrutura política da UE para combater as mudanças climáticas e reduzir as emissões de GEE. O sistema abrange cerca de 10.000 instalações fixas, nos setores de energia e indústria, e companhias aéreas que operam na UE (ICAP, 2023). Isso representa cerca de 38% do total de emissões da UE.

Relativamente ao setor industrial, o EU ETS, em sua atual quarta fase, cobre os seguintes subsetores: usinas de energia e outras instalações de combustão com potência nominal térmica >20 MW, refinarias de petróleo, fornos de coque e usinas de ferro e aço, bem como produção de cimento, vidro, cal, tijolos, cerâmica, celulose, papel e papelão. Além disso, considera-se também instalações de captura e armazenamento de carbono (CCS), produção de produtos petroquímicos, amônia, metais ferrosos e não ferrosos, gesso, alumínio, bem como ácido nítrico, adípico e glioxílico (ICAP, 2023). A alocação das licenças é gratuita com base em padrões de referência, os quais foram calculados com base nos níveis de atividade de 2007-2008 e definidos como a média das 10% instalações mais eficientes do (sub)setor. Nesse sentido, os setores considerados em risco de vazamento de carbono (*carbon leakage*) receberam alocação gratuita de 100%, enquanto os subsetores considerados sem risco de vazamento de carbono tiveram a alocação gratuita reduzida gradualmente de 80% em 2013 para 30% até 2020 (ICAP, 2023).

O maior mercado de carbono em termos de valor negociado registrou atividade de negociação e preços recordes nos mercados à vista e de futuros em 2021. Mais de 15 bilhões de permissões de emissão foram negociadas na Intercontinental Exchange, a maior plataforma de mercado secundário para permissões da UE, com os preços à vista aumentando quase três vezes (Banco Mundial, 2022). A Lei Climática da UE entrou em vigor em julho de 2021, estabelecendo a nova meta climática obrigatória em toda a UE para reduzir as emissões de GEE em 55% em 2030, comparativamente aos níveis de 1990, e alcançar emissões líquidas zero até 2050. O pacote *Fit for 55* inclui a adição de um novo ETS (ETS II) abrangendo transporte e edifícios, que coexistirá com o EU ETS, atualmente abrangendo os setores de energia, indústria e aviação.

Em dezembro de 2022, o Parlamento e o Conselho da UE chegaram a um acordo sobre a reforma do EU ETS, fortalecendo sua ambição para 2030. A reforma inclui um limite mais rigoroso para o ETS existente para eletricidade, indústria e aviação, além da introdução gradual do setor marítimo a partir de 2024 (ICAP, 2023). Além disso, a eliminação gradual da alocação gratuita para alguns setores industriais será acompanhada pela introdução de um mecanismo de ajuste de carbono na fronteira – *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM, na sigla em inglês), que tem por objetivo controlar a entrada de produtos intensivos em carbono na UE, exigindo a compra de certificados CBAM¹⁸, e servir como principal medida para combater o vazamento de carbono (*carbon leakage*) no EU ETS. O detalhamento do instrumento e demais considerações serão apresentados no Capítulo 3 deste relatório.

Califórnia (EUA)

O *California Cap-and-Trade*, implementado sob a autoridade do *California Air Resources Board* (CARB), começou a operar em 2012 com a abertura de seu sistema de rastreamento para alocação, distribuição de leilões e negociação de instrumentos de conformidade. A Califórnia faz parte da *Western Climate Initiative* (WCI) desde 2007 e vinculou formalmente seu programa ao de Quebec (Canadá) em janeiro de 2014.

As obrigações de conformidade começaram em janeiro de 2013 e o programa abrange cerca de 75% das emissões de GEE do estado (ICAP, 2023), cobrindo cerca de 400 instalações e emissões dos setores de energia, industrial, transporte e construção. As permissões são distribuídas por meio de uma combinação de leilão, alocação gratuita e alocação gratuita com consignação¹⁹. Ademais, os setores cobertos incluem aqueles que têm um ou mais dos seguintes processos ou operações: grandes instalações industriais (incluindo cimento, vidro, hidrogênio, ferro e aço, chumbo, fabricação de cal, ácido nítrico, petróleo e gás natural, refino de petróleo e fabricação de papel e celulose, incluindo instalações de cogeração de propriedade conjunta/operadas em qualquer uma dessas instalações); geração de eletricidade; importações de eletricidade; outras combustões estacionárias; e fornecedores de CO₂.

18 A quantidade de certificados CBAM necessários para cada importador dependerá das emissões incorporadas nos produtos importados. 1 Certificado CBAM = 1 ton de emissões de CO₂ e incorporadas nos produtos importados. Mais informações em: CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Regulamento da União Europeia estabelece mecanismo de ajuste de carbono na fronteira (CBAM). *Análise de política comercial*, v. 2, n. 9, jun. 2023. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/34/aa/34aaaf7c9-494a-49d3-8926-cf38d59d437f/apc_9_cbam.pdf. Acesso em: 10 out. 2023.

19 Método híbrido que combina elementos de leilão e alocação gratuita. Esse modelo devolve o valor financeiro das licenças aos seus titulares originais, ao mesmo tempo em que revela os preços e direciona as licenças para uma utilização específica. Também pode ser utilizado para apoiar um preço mínimo quando as licenças são distribuídas gratuitamente. Um dos objetivos é que tomadores de decisão tenham a opção de introduzir leilões e, ao mesmo tempo, dar prioridade à amortização dos efeitos econômicos, aumentando a transparência e o funcionamento do mercado.

Durante o primeiro período de conformidade (2013-2014), as instalações industriais receberam licenças gratuitas para minimizar o risco de vazamento de carbono. Já no segundo período (2015-2017), as instalações com risco médio de vazamento obtiveram uma redução do fator de assistência para 75% no segundo período de conformidade e para 50% no terceiro (2018-2020). Já para instalações com baixo risco, incluiu-se uma redução do fator de assistência para 50% no segundo período de conformidade e 30% no terceiro (ICAP, 2023).

México

Desde 2014, o México possui um imposto sobre o carbono criado a partir de sua reforma tributária, incidindo sobre a comercialização nacional ou importação de combustíveis fósseis, com exceção do gás natural, e cuja receita é revertida em eficiência energética, tecnologias e melhorias no transporte público. Vale ressaltar que, em março de 2022, o país anunciou isenções ao imposto sobre o carbono aplicado à gasolina e ao diesel. Paralelamente, a instituição do programa-piloto de comércio de carbono se deu pela alteração da Lei Nacional de Mudanças Climáticas. Assim, o piloto do ETS mexicano, o primeiro da América Latina, teve início em janeiro de 2020 (ICAP, 2023).

Ele iniciou sua operação como um programa-piloto com duas fases: uma fase-piloto entre 2020 e 2021 e uma fase de transição em 2022. Visava implementar seus principais componentes como um instrumento de mitigação de política pública e contribuir para as NDCs e outras metas nacionais de mitigação, além de melhorar a qualidade dos dados de emissões e desenvolver a capacidade de comércio de emissões. O México ainda trabalha na regulamentação para iniciar a sua fase operacional.

O ETS abrange as emissões diretas de CO₂ de fontes fixas nos setores de energia e indústria que emitem, pelo menos, 100.000 tCO₂ por ano, cobrindo cerca de 40% das emissões nacionais de GEE e 90% das emissões relatadas no Registro Nacional de Emissões (RENE). Em termos de cobertura durante o programa-piloto, o setor industrial, responsável por cerca de 45% das emissões totais do país em 2019 (incluindo energia para a indústria e processos industriais), inclui fabricação de automóveis, cimento, cal, produtos químicos, alimentos e bebidas, vidro, ferro e aço, metais, mineração, petroquímicos e papel e celulose, bem como outros subsetores industriais que geram emissões diretas de CO₂ de fontes estacionárias (ICAP, 2023; World Bank, 2022).

1.5 OPORTUNIDADES E RISCOS PARA A INDÚSTRIA BRASILEIRA

Panorama geral brasileiro

O ano de 2023 foi marcado pela criação de novas instâncias na estrutura federal, e cada pasta desenhou (ou ainda está processo) atribuições explícitas ou implícitas relacionadas à mudança do clima.

Segundo o estudo “Clima e desenvolvimento: Visões para o Brasil 2030”, o Brasil pode se tornar o primeiro país em desenvolvimento a zerar suas emissões antes de 2050, com a oportunidade de reduzi-las drasticamente até o fim desta década entre 66% e 80%. Para isso, se faz necessária uma governança clara para efetivar a Política Nacional sobre Mudança do Clima²⁰ (PNMC) com respaldo da sociedade e da Federação, e uma estratégia transversal de longo prazo, além de, no mínimo, duas políticas setoriais implementadas: redução radical do desmatamento e aumento de sumidouros florestais e precificação das emissões.

O país tem a oportunidade de se tornar pioneiro na transição para uma economia de baixo carbono. No entanto, é preciso que haja não só uma estruturação de uma estratégia nacional, mas também uma sinergia entre o arcabouço regulatório nacional e o internacional, evitando que haja duplicidade entre tais estruturas e/ou impactos na competitividade dos setores da economia brasileira.

Implicações de leis e regras internacionais

É possível observar discussões acerca dos movimentos estratégicos de determinados países, como os Estados Unidos e a União Europeia. O primeiro anunciou, recentemente, o *Inflation Reduction Act* (IRA). Conforme já apresentado, ele objetiva reduzir a inflação doméstica e combater a mudança climática, de modo que estabeleceu uma série de compromissos de redução de emissões de GEE. No entanto, surgem discussões acerca de isonomia na competitividade com outros *players* do mercado, como preocupações com a transferência da fabricação de componentes-chave para a transição energética, atualmente controlados pela China, e a desindustrialização na Europa, frente aos benefícios norte-americanos. Além do IRA, é importante observar outros esforços do governo norte-americano no sentido de prover base regulatória para que outras atividades econômicas também prosperem, como

²⁰ Entre as resoluções recentemente aprovadas pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) está a criação de um Grupo Técnico de Natureza Temporária para elaborar proposta de atualização da PNMC, instituída pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. **Comitê realiza primeira reunião e cria grupo para atualizar política nacional sobre mudança do clima.** 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/setembro/comite-realiza-primeira-reuniao-e-cria-gtt-para-atualizar-politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>. Acesso em: 09 nov. 2023

o *Growing Climate Solutions Act*, que ajudará os agricultores, pecuaristas e silvicultores a entender e acessar os mercados de carbono.

Enquanto isso, a União Europeia aprovou recentemente um plano industrial no âmbito do seu “pacote verde”. Ademais, além do CBAM, a UE aprovou recentemente a lei que proíbe a venda de produtos oriundos de desmatamento. Tal legislação pode ter ampla repercussão sobre a produção de commodities em áreas desmatadas em regiões como a Amazônia (EU, 2023b).

Especialmente para os subsetores industriais mais expostos ao comércio internacional, em termos de exportações, levanta-se discussões acerca da isonomia competitiva frente ao lançamento dessas iniciativas por parte desses países. Com relação ao CBAM, destaca-se que tal medida traria um impacto direto às indústrias de fora da UE. Os países em desenvolvimento, em especial, estariam em risco. Para melhor entendimento desses impactos, são necessários estudos e análises visando identificar estratégias para minimizar esses impactos e evitar que os parceiros comerciais da UE sejam afetados de forma desproporcional²¹.

Implicações das definições do Acordo de Paris

O reforço para um melhor fluxo e direcionamento do financiamento climático, principalmente devido à Iniciativa *Bridgeton*²², chama a atenção particularmente dos bancos de fomento e multilaterais, o que pode reforçar a disponibilidade de recursos para países em desenvolvimento, como o Brasil. Já a inclusão de SBNs e o reforço da importância das florestas também representam uma grande oportunidade para o país, pois as transações de créditos de carbono de base florestal já vêm ocorrendo, tanto no âmbito privado quanto entre países, antecipando possíveis transações no âmbito do artigo 6.2. Além disso, a retomada do Fundo Amazônia sinaliza um reforço no combate ao desmatamento na região, medida de enorme relevância para o atingimento das NDCs brasileira.

Seja por financiamento para atividades de baixa emissão, cooperação técnica ou outra via, devem surgir oportunidades benéficas ao país. Para tanto, um grande desafio é o combate ao desmatamento. Além disso, se faz necessária a implementação de um registro nacional de emissões que atenda aos requisitos de integração com a estrutura de registro internacional.

21 SANTOS, Luan; SANTOS, Thauan. **Mecanismo de ajuste de carbono na fronteira europeia e seu impacto no comércio internacional**. 2021. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2021/03/31/mecanismo-de-ajuste-de-carbono-europa-impactos/>. Acesso em: 10 maio 2023.

22 Lançada em Setembro de 2022 pela primeira-ministra de Barbados, a Iniciativa *Bridgetown* desenha uma agenda de reformas no setor financeiro internacional, envolvendo principalmente mecanismos multilaterais como o Banco Mundial e o Fórum Econômico Mundial (FMI), de modo a “construir uma arquitetura financeira de desenvolvimento mais equitativa”. Disponível em: PMO. **Urgent and decisive action required for an unprecedented combination of crises: the 2022 Bridgetown initiative for the reform of the global financial architecture**. 2022. <https://pmo.gov.bb/wp-content/uploads/2022/10/The-2022-Bridgetown-Initiative.pdf>. Acesso em: 10 maio 2023.

Ainda, no que tange à implementação de um instrumento de precificação de carbono no Brasil, deve-se observar os potenciais impactos sobre os setores econômicos, especialmente sobre aqueles mais intensivos em energia e/ou carbono.

Por exemplo, o projeto *Partnership for Market Readiness* (PMR Brasil), coordenado pelo então Ministério da Fazenda, em parceria com o Banco Mundial, estudou a viabilidade da implementação de instrumentos de precificação de carbono (IPC), em diversos setores econômicos no Brasil, a partir da análise dos impactos macroeconômicos e sociais. O projeto teve início em 2016 e teve seus resultados apresentados em 2020, ocasião na qual concluiu que, entre os cenários avaliados, aqueles com IPC tiveram performance superior à dos cenários regulatórios alternativos, de modo que parece ser desejável ter um sistema de comércio de emissão (mercado de carbono) compondo a política climática nacional (PMR Brasil, 2020). Esse sistema cobriria o setor industrial nacional.

Assim, mais do que a avaliação dos impactos micro e macroeconômicos, é importante que o país tenha um arranjo institucional robusto, principalmente no que tange a mapear suas próprias emissões, e que viabilize a operacionalização dos novos mecanismos do artigo 6 e demais instrumentos de precificação. Nesse sentido, o Projeto de Lei, em discussão no Congresso, que estabelece diretrizes para operacionalizar um Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) no estilo *cap and trade*, segue em tramitação.

O desenvolvimento de um mercado regulado de carbono no país encontra desafios como a falta de regulamentação e a complexidade legislativa e tributária brasileira, o que pode gerar insegurança jurídica e institucional para que os setores consigam definir suas estratégias de modo a contribuir efetivamente para as metas. Espera-se, portanto, que qualquer novo instrumento referente à criação de um mercado regulado de carbono no Brasil se torne um instrumento de fato operacional para os planos setoriais.

Por fim, é importante ressaltar que até a ratificação do Acordo de Paris, nenhum setor da economia global contava com tecnologias maduras para descarbonização. De lá para cá, houve um crescimento exponencial das tecnologias, como baterias para veículos elétricos, energia solar e eólica e sistemas agroflorestais mais modernos. Tal crescimento se deu principalmente pelo maior desenvolvimento técnico-científico e o consequente aprofundamento sobre os reais impactos das mudanças climáticas, além do acesso a mecanismos financeiros e instrumentos de mercado.

Oportunidades para a cadeia produtiva

De modo geral, pode-se afirmar que as soluções para o atendimento dos compromissos do Brasil no âmbito do Acordo de Paris devem vir de maneira transversal entre todos os setores da economia, a saber: combate ao desmatamento, transição energética, agropecuária de baixo carbono e precificação de carbono, além da adaptação climática.

Atualmente, o Brasil conta com uma iniciativa para a comercialização de créditos de descarbonização – a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). Criada em dezembro de 2017, tem por objetivo expandir o uso de biocombustíveis na matriz energética brasileira. Sua operacionalização se iniciou em 2019, utilizando mecanismos de avaliação de ciclo de vida e comercialização de créditos de descarbonização, os CBIOS. Vale ressaltar que não se trata de um mercado regulado padrão, como o explorado no âmbito deste relatório.

No âmbito do mercado voluntário, os projetos registrados junto ao VCS (*Verified Carbon Standard*), *Gold Standard* e MDL no Brasil são predominantemente compostos por energia renovável e florestal. Tratamentos de resíduos e pecuária estão na terceira e quarta posição, na frente de transportes e indústria. Já a demanda por créditos de projetos brasileiros foi composta majoritariamente por empresas do setor de serviços, empresas do setor de O&G e geradoras de energia (ICC, 2022).

Para além de instrumentos de precificação, melhorias de eficiência energética e de processo e uso de tecnologias de produção mais avançadas contribuem para a descarbonização do setor industrial e alavancam a economia. A Tabela 2 apresenta opções tecnológicas de controle e eficiência para alguns setores.

TABELA 2 – Opções tecnológicas para melhoria da eficiência de setores industriais

Papel e celulose	Indústria Química	Cimento	Ferro-gusa e aço	Alumínio
<ul style="list-style-type: none"> • Caldeira auxiliar com controle de processo • Caldeira auxiliar com recuperação de vapor • Caldeira auxiliar com retorno de condensado • Manutenção da caldeira auxiliar • Modificações no forno de cal • Caldeira de papel com controle de processo • Caldeira de papel com recuperação de vapor • Caldeira de papel com retorno de condensado 	<ul style="list-style-type: none"> • Adoção de biomassa em fornos e caldeiras • Recuperação de calor em caldeiras • Pré-reformador na produção de amônia e metanol • Adoção de gás natural em caldeiras • Produção de olefinas via tratamento catalítico da nafta • Produção de olefinas via metanol • Melhoria de sistemas motores • Eletrocatalise 	<ul style="list-style-type: none"> • Queima melhorada utilizando mineralizadores • Otimização de controle e processos/ recuperação de calor • Geração de eletricidade a partir de recuperação de calor • Substituição de moinhos de bolas por FPGR ou moinhos horizontais • Pré-moagem com moinhos de bolas • Classificadores de elevada eficiência • Otimização da operação da planta de cimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de controle avançado • Preaquec. <i>Scrap</i> • UTE avançada • Drives dos ventiladores • Queimadores <i>oxy fuel</i> • Recuperação de calor sensível BOF • Recuperação de calor das fornalhas • Injeção de carvão pulverizado • Controle da umidade do carvão 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle de motores e inversores de frequência • Caldeiras a gás natural • Troca de <i>smelter soderberg</i> por <i>prebake</i> • Otimização da utilização dos anodos • Otimização do fluxo de ar da combustão • Controle de pressão em fornos • Isolamento em fornos • Recuperação de calor

Papel e celulose	Indústria Química	Cimento	Ferro-gusa e aço	Alumínio
<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção da caldeira de papel • Secadores <i>condebelt</i> • Prensas mais eficientes 	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclo de condensado • Captura e armazenamento de carbono 	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclones de baixa queda de pressão nos preaquecedores 		

Fonte: PMR, 2020.

Por fim, é preciso observar o arcabouço político, regulatório e fiscal do país para que tais oportunidades se consolidem e confirmem a trajetória de descarbonização da indústria brasileira, e que possam vir apoiadas por mecanismos importantes de incentivo, como financiamentos e instrumentos de mercado como IPCs, para que haja manutenção e proteção da competitividade do mercado brasileiro (CEBRI, 2021).



shutterstock

2 CENÁRIOS PROSPECTIVOS E CUSTOS PARA A INDÚSTRIA

Neste capítulo, serão apresentados resultados de três cenários testados no modelo de equilíbrio geral computável – IMACLIM-BR. O objetivo é apontar os caminhos mais interessantes a serem percorridos pelo país em seu objetivo de chegar ao compromisso de neutralidade climática em meados deste século. Maiores informações sobre a modelagem de Equilíbrio Geral Computável (CGE, na sigla em inglês) e o modelo IMACLIM-BR poderão ser encontrados no Anexo A.

Em geral, a maior parte dos setores simulados neste estudo tem potencial importante de mitigação das suas emissões de GEE no médio e longo prazos, destacando-se entre eles os setores de cimento, siderurgia, alumínio e florestas plantadas. Esse último setor possui a vantagem de, além de contabilizar a redução das suas emissões de GEE na parte fabril (plantas de produção), pode contabilizar o carbono estocado nos sumidouros das florestas comerciais e nativas protegidas. Os setores com maior potencial de redução de emissões nos seus processos produtivos seriam florestal, cimento e siderúrgico. Os dois últimos são os mais intensivos em carbono e, somados, poderiam chegar a 499 milhões tCO₂ acumulados até 2050, seguidos pelos setores químico e alumínio.

2.1 CENÁRIOS E HIPÓTESES ADOTADAS

A seleção dos cenários a serem testados é um ponto crucial na busca pelas respostas a respeito do impacto da precificação de carbono sobre o setor industrial no Brasil.

TABELA 3 – Descrição dos cenários simulados

Cenários analisados	
Cenários/Características	Comentários
Cenário de Referência UE adota CBAM e Brasil não precifica carbono, mas cumpre sua NDC com outras medidas (foco em AFOLU)	Cenário em que os compromissos e as tendências atuais são mantidos, sem a adoção de uma política de precificação de carbono. Não há aumento de ambição após 2030.
Cenário 1 UE adota CBAM e Brasil adota imposto de carbono (cumpre NDC)	Cenário em que se avalia os impactos da adoção de um imposto de carbono (receitas vão para o orçamento geral da União) para o cumprimento da NDC, tendo em vista o CBAM europeu. Desmatamento não chega a zero e acrescenta 200 Mt CO ₂ e por ano.
Cenário 2 UE adota CBAM e Brasil adota mercado de carbono (cumpre NDC)	Cenário no qual se avalia os impactos da adoção de um mercado de carbono no Brasil para o cumprimento da NDC, tendo em vista a adoção do CBAM europeu.

Fonte: Elaboração própria a partir de discussões com a CNI.

O Cenário de Referência (REF) é um cenário em que os compromissos hoje assumidos pelo Brasil são mantidos, sem a introdução de uma política de precificação de carbono no país. Entretanto, nesse cenário é simulada a introdução do CBAM pela UE. O Brasil cumpre sua NDC em 2025 e em 2030, mas não amplia seus esforços de mitigação e, assim, não atinge a neutralidade climática em 2050.

O Cenário 1 é um cenário em que o Brasil adota uma política de precificação de carbono por meio de uma taxa de carbono. As receitas obtidas pelo pagamento dessa taxa pelos agentes econômicos vão para o orçamento geral da União. Nesse cenário, é considerada a implementação do CBAM pela UE, mas este é descontado pelo respectivo nível de precificação de carbono em vigor no Brasil ao longo dos anos nesse cenário. O Brasil atinge a NDC em 2025 e 2030, e atinge a neutralidade climática em 2050. É simulado, também, o impacto de não conseguirmos atingir a meta de desmatamento zero em 2030, e é assumido que são adicionados 200 MtCO₂e ao ano devido a esse fator. Como resultado, é necessário aumentar a taxa de carbono de forma incentivar que mais medidas de mitigação sejam implementadas pelos setores taxados, e assim alcançar as metas prometidas pelo país à UNFCCC.

O Cenário 2 difere do 1 ao simular a implementação de um mercado de carbono em que as receitas auferidas pelos leilões são utilizadas para reduzir encargos trabalhistas e, assim, reduzir o impacto recessivo da precificação de carbono no país. Nesse cenário, é considerado o CBAM pela UE, mas este é descontado pelo respectivo nível de precificação de carbono em vigor no Brasil ao longo dos anos nesse cenário. O Brasil atinge a NDC em 2025 e 2030, e atinge a neutralidade climática em 2050.

2.2 RESULTADOS E ANÁLISES DOS CENÁRIOS

O Cenário de Referência segue a tendência de ações de mitigação em andamento. Suas emissões chegam a 1,2 Gt CO₂e em 2030, atendendo à meta da NDC brasileira²³. Nesse cenário, não há aumento de ambição. Entre 2030 e 2050, as emissões do Cenário de Referência permanecem nesse mesmo patamar e o país não alcança a neutralidade climática.

Os demais cenários simulam a introdução de uma política de precificação de carbono no Brasil e, além de cumprirem a meta do país para 2030 relativa aos compromissos assumidos em sua NDC, atingem o objetivo de chegar à neutralidade climática em 2050. Nesses dois cenários, o foco foi avaliar o impacto dos instrumentos econômicos específicos escolhidos para a precificação de carbono, a forma de reciclagem das receitas obtidas com a precificação de carbono e o impacto do CBAM aplicado pela UE. Nesses dois cenários, as emissões brasileiras chegariam a 1,0Gt CO₂e em 2030 e seriam neutras em 2050 (emissões líquidas zero). O preço do carbono chegou a US\$ 25/t CO₂e em 2030, nível acima da faixa de US\$ 10/t CO₂e encontrada em estudos como o PMR Brasil e o Opções de Mitigação devido, principalmente, ao objetivo de longo prazo de se chegar a emissões líquidas zero em 2050. Para alcançar o ambicioso objetivo de chegar a emissões líquidas zero em 2050, é necessário um maior esforço desde a presente década, evitando *lock-ins* tecnológicos, o que está em linha com os resultados apresentados pelo último relatório do WG3 (mitigação) do IPCC²⁴, publicado em 2022.

A evolução do PIB e do PIB per capita brasileiros se mostrou sensível à precificação de carbono e à forma de reciclagem das receitas da precificação. O cenário 2 se apresenta como o mais interessante. Nesse, com a introdução de um mercado de carbono e a utilização das receitas para redução de encargos trabalhistas, o PIB cresceu em relação ao Cenário de Referência, chegando a 9,66 trilhões de reais em 2030 (+1,0%) e 14,13 trilhões de reais em 2050 (+ 1,8%). A utilização das receitas de carbono para redução dos encargos trabalhistas ajuda a diminuir distorções do sistema tributário, estimulando a economia e favorecendo a criação de empregos.

A taxa de investimentos em relação ao PIB se mostrou bastante estável, sendo que os cenários com precificação de carbono apresentaram um nível de investimentos superior ao Cenário de Referência, sem precificação de carbono. As taxas de desemprego variaram em linha com o esperado em cada cenário, dados os níveis de PIB encontrados. No Cenário 2, com a utilização das receitas de carbono para redução dos custos de mão de obra e

23 Em abril de 2022, o governo brasileiro apresentou nova NDC, atualizando a meta de 2030 para uma redução de 50% em relação ao ano-base 2005, cujas emissões foram novamente atualizadas no 4º Inventário Nacional de Emissões de GEE. Como resultado, tendo em vista essas recentes atualizações, a atual meta brasileira de emissões para 2030 equivale a cerca de 1,28 GtCO₂e.

24 IPCC. **Climate change 2022: mitigation of climate change**. 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>. Acesso em: 20 set. 2023.

incentivo a novas contratações, a taxa de desemprego se mostrou menor em relação ao Cenário de Referência, mesmo com a precificação de carbono. Esses resultados evidenciam a importância da política de reciclagem das receitas de carbono com o objetivo de alcançar uma transição mais adequada, tanto do ponto de vista macroeconômico quanto do social, aumentando a aceitação do instrumento de precificação de carbono pela sociedade brasileira.

Com o PIB variando marginalmente entre os cenários e as emissões alcançando a neutralidade em 2050, nos cenários com precificação de carbono, a intensidade de emissões do PIB cai drasticamente. Assim, é possível dizer que há uma importante dissociação entre o crescimento econômico e as emissões de carbono nos Cenários de 1 e 2 e, mais do que isso, pode-se afirmar que é possível chegar à neutralidade climática em 2050 e ainda assim aumentar o nível de atividade econômica no país, reduzindo a taxa de desemprego com políticas de precificação de carbono ajustadas à realidade brasileira.

Em suma, uma política de precificação de carbono adequada ao país, que utilize as receitas obtidas para reduzir distorções da economia brasileira (no caso, a redução de encargos trabalhistas) e incentive a criação de empregos, aliada a uma proteção dos setores produtivos brasileiros em relação a países que não introduzam a precificação de carbono (preservando a competitividade), parece estar entre as melhores alternativas para o Brasil cumprir o Acordo de Paris sem prejuízo ao crescimento econômico e social.

2.3 O CUSTO DA TRANSIÇÃO PARA O SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO

A transição do setor industrial brasileiro para uma economia de baixo carbono, visando conformidade com as metas de redução de emissões de gases de efeito estufa, apresenta desafios consideráveis, tanto em termos técnicos quanto financeiros. O elevado custo de capital no Brasil, combinado com o chamado “Custo Brasil” – um termo que engloba a complexa matriz tributária, burocracia, infraestrutura precária e outros obstáculos que afetam negativamente os negócios no país –, torna os investimentos em novas tecnologias e processos de produção mais limpos especialmente onerosos. Ademais, o processo de desindustrialização observado nas últimas décadas pode comprometer a capacidade da indústria brasileira de se adaptar às exigências ambientais crescentes, dado que muitas empresas podem não ter o capital necessário para implementar as mudanças requeridas. Esses desafios impactam particularmente as pequenas e médias empresas e podem afetar a competitividade do setor industrial brasileiro no cenário global, especialmente em face de países que podem não estar adotando medidas semelhantes de redução de carbono.

De forma geral, o custo adicional de descarbonização para a economia brasileira, considerando os dados obtidos em conjunto com segmentos industriais neste estudo, seria de US\$ 8 bilhões de dólares, ou cerca de 40 bilhões de reais até 2050. Por custo adicional de descarbonização entende-se o custo de investimento total na tecnologia de baixo carbono subtraído do custo de investimento total da tecnologia *business as usual*.

Esse custo adicional total foi obtido a partir da revisão de estudos realizados nos últimos anos no Brasil, a partir de consultas a especialistas de cada segmento industrial, que apontaram quais medidas indicadas em estudos anteriores não são aplicáveis no país, e quais medidas já foram implementadas pela indústria, assim como pelo apontamento de novas medidas de mitigação que não foram consideradas em estudos anteriores.

É importante ressaltar que alguns setores industriais, como o do cimento, não consideram os custos de investimentos indiretos para aumentar a oferta de energia renovável e de energias alternativas, portos, estradas e telecomunicações, que são necessários para estimular o crescimento de mercado e justificar os investimentos para a redução de emissões de GEE pelo lado das empresas. Assim, esse valor potencial poderá ser significativamente maior, mesmo porque ainda existe a necessidade de melhor refinamento dos números destinados aos investimentos setoriais em mitigação. Vale destacar que não foram analisados neste estudo as seguintes barreiras potenciais à descarbonização da indústria:

- Burocracias envolvendo licenciamentos ambientais;
- Barreiras para importação e implantação das tecnologias de baixo carbono e acesso a financiamentos para ações voltadas à mudança do clima; e
- Avaliações sobre as alterações necessárias e seus impactos, em plantas existentes e em novos projetos, referentes à implementação das tecnologias de mitigação de emissões de GEE.

Vale ressaltar que, se o Brasil não eliminar o desmatamento ilegal, não haverá viabilidade técnica para o país alcançar suas obrigações sob o Acordo de Paris, notadamente a meta de neutralidade climática até o ano de 2050.

É imperativo, também, observar que as Curvas de Custo Marginal de Abatimento (Curvas MAC) necessitam de atualizações periódicas. As mudanças tecnológicas são constantes e os custos associados a essas tecnologias também flutuam significativamente ao longo do tempo. Além disso, é imprescindível reavaliar continuamente os potenciais de abatimento de cada setor industrial para garantir que as estratégias adotadas sejam as mais eficazes e atualizadas possíveis.

Em conclusão, o setor industrial brasileiro será relevante no cumprimento das metas climáticas do país e as estratégias adotadas precisam ser dinâmicas, adaptáveis e fundamentadas em dados e tecnologias atualizados. Nesse contexto, o acesso a financiamento

facilitado para o setor industrial, possivelmente por meio de uma reconfiguração das funções do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), é de suma importância. Esse novo papel do BNDES poderia focar especificamente na aceleração da transição brasileira rumo a uma economia neutra em carbono, fornecendo capital necessário para investimentos em tecnologias limpas e práticas sustentáveis. Somente com essa abordagem multifacetada, que envolve tanto a absorção de carbono por setores como as indústrias de base florestal quanto a implementação de tecnologias de ponta e o financiamento apropriado, o Brasil será capaz de cumprir suas obrigações climáticas de forma eficaz e sustentável. O Capítulo 3, a seguir, explora as condições políticas e econômicas necessárias para a descarbonização da indústria brasileira.

U-ST



Ecology



75%



eco



U-STUDIOGRAPHY DD50

ck

shu

3 CONDIÇÕES POLÍTICAS E ECONÔMICAS PARA A TRANSIÇÃO

Diversas tecnologias ou processos necessários para enfrentar o desafio da descarbonização no setor industrial não estão disponíveis atualmente ou ainda não estão suficientemente maduros, carecendo de desenvolvimento ou ganho de escala para se tornarem economicamente viáveis. Existe uma série de barreiras a serem superadas, como os desafios técnicos e a necessidade de aprimoramento da cadeia de inovação, com custos elevados.

3.1 O PAPEL DO SETOR PRIVADO NA DESCARBONIZAÇÃO

O setor privado tem cumprido um papel fundamental no atingimento das metas de descarbonização, impulsionado por ações voluntárias ou compromissos regulatórios que demandam reduções ou compensação de emissões, firmados para atingimento da neutralidade climática e/ou de responsabilidade social corporativa, além de práticas ESG (do inglês *environmental, social and governance*). Estas cada vez mais pressionam as empresas a dialogar de forma mais clara com seus investidores e se preocupar com questões reputacionais e de sua cadeia de valor (Ecosystem Marketplace, 2021).

Cada vez mais empresas e organizações adotam a elaboração de inventários de gases de efeito estufa como forma de estruturar suas estratégias e definir compromissos no combate às mudanças climáticas. No Brasil, grande parte das empresas adota a metodologia do Programa Brasileiro do GHG Protocol²⁵, que compreende orientações para o cálculo de estimativa de emissões de GEE, auxiliando as empresas e demais entidades a mensurar, gerenciar e reportar suas emissões²⁶.

A *Science-Based Targets initiatives* (SBTi)²⁷, por sua vez, tem o papel de orientar o setor privado no atingimento de suas metas, mobilizando as empresas na adoção de metas baseadas na ciência para a redução de suas emissões de GEE. Nesse sentido, reforça a necessidade de maior atenção ao escopo 3 de emissões, pois existe uma complexidade devido à falta de visibilidade e monitoramento dos dados pelos fornecedores, o que

25 GREENHOUSE GAS PROTOCOL. **Página principal**. 2023. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/>. Acesso em: 20 maio 2023.

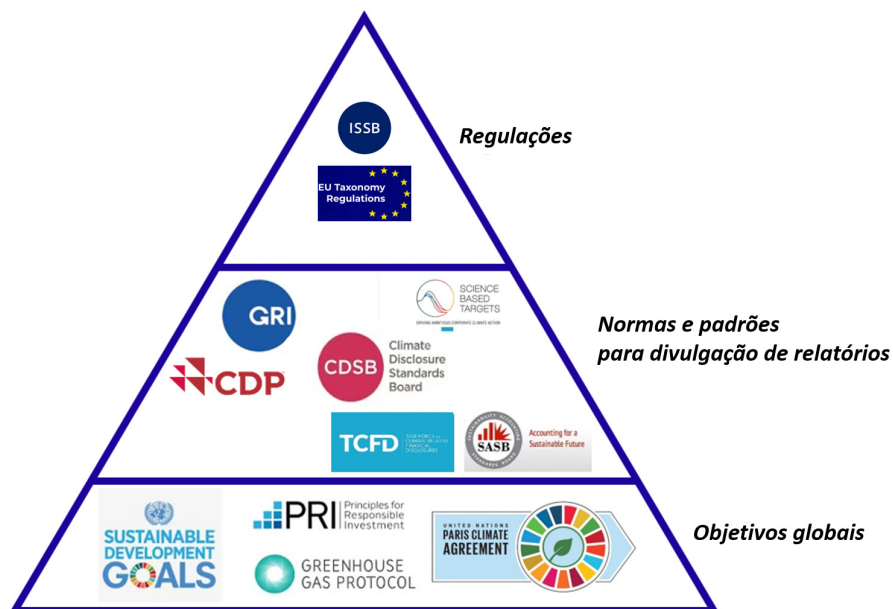
26 As emissões são categorizadas em: escopo 1, que trata das emissões diretas, a exemplo das emissões de processos produtivos; escopo 2, que envolve as emissões provenientes do uso de energia pela empresa; e escopo 3, ligado às emissões sob as quais a empresa não tem controle direto, como aquelas emitidas por fornecedores de uma cadeia produtiva.

27 SCIENCE BASED TARGETS. **Science-based net-zero: scaling urgent corporate climate action worldwide**. jun. 2022. Disponível em: <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTiProgressReport2021.pdf>. Acesso em: 20 maio 2023.

impacta a coleta de informações da companhia e as decisões sobre a materialidade. Até março de 2023, mais de 2.300 empresas tiveram suas metas aprovadas pelo SBTi, mas Ásia, África e América Latina, assim como a indústria de base no geral, continuam com pouca representatividade na adoção de tais metas (WRI, 2023b).

Diferentes instituições e iniciativas tentam medir a sustentabilidade das empresas, seja respondendo a demandas do mercado financeiro, seja com maior foco em temas específicos ou em seus mecanismos de gestão. A Figura 7 representa as principais organizações, os mecanismos e seus objetivos (Rabobank, 2022).

FIGURA 7 – Pirâmide de objetivos, normas, padrões e regulamentos



Fonte: Rabobank, 2022.

Entre os principais modelos para divulgação de relatórios de sustentabilidade, o GRI (do inglês *Global Reporting Initiative*) é uma das principais referências, sendo composto de guias e indicadores para o processo de relato. Além dele, o SASB (do inglês *Sustainability Accounting Standards Board*) também auxilia no desenvolvimento de estratégias de sustentabilidade, avaliando a materialidade e mapeando potenciais impactos na performance financeira de uma companhia, com abordagem setorial. Já o CDP tem maior foco nos investidores, auxiliando as empresas na coleta, infraestrutura de dados, mensuração e divulgação dos impactos ambientais.

O CDSB (do inglês *Climate Disclosure Standards Board*) é voltado para investidores e o mercado financeiro e busca a integração das informações de materialidade e demais informações relacionadas às mudanças climáticas nos relatórios financeiros. Já a Força

Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (*Task Force on Climate-related Financial Disclosures* - TCFD, na sigla em inglês) tem por objetivo propor princípios e recomendações para avaliar e relatar riscos relacionados a clima e governança.

Por fim, tanto os Princípios para o Investimento Responsável (PRI, na sigla em inglês), o GHG Protocol, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o Acordo de Paris são fundamentais para que as empresas tenham um norte em relação às suas metas, signatárias ou ao menos inspiradas nos objetivos globais.

Entre as principais regulações encontram-se a Taxonomia da União Europeia e o *International Sustainability Standards Board* (ISSB). A primeira estabelece um sistema de classificação europeu para definir se determinadas atividades, ativos e/ou projetos são “sustentáveis” ou “verdes”. Já o ISSB, lançado na COP26, tem por objetivo estabelecer um conjunto global de parâmetros para divulgações de sustentabilidade com foco nos mercados financeiros, consolidando padrões de divulgação já existentes, como o SASB e o CDSB, e utilizando princípios do TCFD e GRI.

Para além dessas regulações, novos estudos e regras vêm sendo elaborados, como a recente aprovação das novas regras da União Europeia para o *greenwashing* (*European new greenwashing rule*) e a proposta de atualização dos Guias Verdes (do inglês *Green Guides*) da Comissão Federal de Comércio dos EUA (FTC), ambos buscando orientar a comunicação sobre o uso da compensação de carbono (EU, 2023; FTC, 2023).

Ao entender a relevância e como esses padrões e normas funcionam, com vistas à obrigatoriedade em alguns casos em que já existe regulação, é possível observar como eles se complementam e auxiliam as empresas na criação de estratégias de sustentabilidade que atendam às necessidades das partes interessadas e vão na direção das metas nacionais de redução de emissões dos setores econômicos. No caso da indústria, existe um forte apelo para melhorias na coleta de dados, na gestão de indicadores de sustentabilidade e na divulgação de resultados, com maiores informações sobre toda a cadeia de valor, incluindo os fornecedores. Nesse sentido, fazer uso de modelos integrados e internacionalmente aceitos auxiliaria não apenas na melhor avaliação e no reporte das emissões totais da atividade industrial e seus riscos e impactos, mas também no acesso ao financiamento e aos demais recursos exclusivamente disponíveis e direcionados às práticas mais sustentáveis.

3.2 MODELOS DE NEGÓCIO E FINANCIAMENTO

Os sistemas financeiros possuem grande contribuição nas ações para frear o aquecimento global. No entanto, devem ser capazes de acompanhar as rápidas transformações, como as mudanças institucionais, regulatórias e inovações tecnológicas. Se faz necessário, portanto,

acelerar os fluxos de financiamento ao mesmo tempo em que haja respaldo regulatório e um ambiente favorável para que as finanças sejam bem aplicadas na redução da lacuna de emissões e transição de baixo carbono (UNEP FI, 2023; UNEP, 2022).

TABELA 4 – Abordagens, instrumentos e atores que podem levar os sistemas financeiros a frear o aquecimento global

	Abordagens/Instrumentos	Instituições e atores
Aumento da eficiência e eficácia dos mercados financeiros	<ul style="list-style-type: none"> • Regras de transparência financeira e proteção de investidores e consumidores • Divulgação de riscos financeiros relacionados ao clima (voluntária e obrigatória) • Taxonomias e sistemas de classificação • Finanças estruturadas, <i>venture capital</i> e <i>private equity</i> • Definições e divulgação/reconhecimento de risco de ativos ociosos (<i>stranded assets</i>) • Títulos verdes e classificações e padrões do mercado de títulos, incluindo padrões ESG • Meios para criação de capacitação 	<ul style="list-style-type: none"> • Instituições reguladoras • Bancos centrais • Agências de <i>rating</i> • Bancos e investidores institucionais • Reguladores do mercado de títulos
Introdução de precificação de carbono	<ul style="list-style-type: none"> • Impostos sobre o carbono • Sistema de comércio de emissões • Redução do subsídio aos combustíveis fósseis • Mecanismos de crédito de carbono 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministérios • Agências reguladoras • Acordos internacionais (por exemplo, UNFCCC)
Meios direcionados para a mudança de comportamento	<ul style="list-style-type: none"> • Meios de direcionar a economia comportamental para alternativas de baixa emissão de carbono • Movimentos de desinvestimento em ativos intensivos em emissões de carbono • Benefícios fiscais para acelerar investimentos de baixo carbono • Impostos sobre produtos, subsídios, regulamentos, padrões e rotulagem • Impostos sobre carbono e regulamentações sobre atividades intensivas em GEE 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministérios • Empresas/Corporações e cadeias de suprimento • Bancos multilaterais de desenvolvimento, instituições financeiras de desenvolvimento e agências de crédito à exportação
Criação de mercados	<ul style="list-style-type: none"> • Parcerias público-privadas e <i>blended finance</i> • Habilitar o suporte a políticas (tarifas <i>feed-in</i>, leilões reversos, etc.) • Regulações e normas para o mercado de produtos • Contratos de compra pública e garantias de compra • Impostos e subsídios • Investimento em pesquisa e desenvolvimento e inovação • Títulos públicos e emissões de garantias nacionais, 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministérios e Bancos de desenvolvimento nacionais e regionais • Cidades e regiões • <i>Green banks</i> e Investidores de capital privado

	Abordagens/Instrumentos	Instituições e atores
Mobilização dos Bancos Centrais	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de novas classes de ativos para o clima na regulamentação bancária/de investimento/ Ativos de remediação climática de baixo carbono • Apoio do FMI para investimento climático em contextos de baixa renda • Empréstimos prioritários e cotas de crédito • Regulação prudencial de empréstimos e supervisão bancária, requisitos de garantia • Teste de estresse e estabilidade financeira • Maior suporte na liquidez do sistema financeiro 	<ul style="list-style-type: none"> • Bancos centrais • Instituições reguladoras • Bancos e investidores institucionais • Fundo Monetário Internacional (FMI)
Iniciativas financeiras transfronteiriças internacionais	<p>Os instrumentos dependem do tipo de iniciativa, mas incluem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normas e acordos voluntários sobre reduções de subsídios aos combustíveis fósseis • Iniciativas de transição justa e estruturas de apoio financeiro • Fundos climáticos multilaterais e bilaterais • Suporte soberano e outras garantias para reduzir o risco e alavancar o investimento privado 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundos climáticos • Bancos multilaterais de desenvolvimento, instituições financeiras de desenvolvimento • Instituições privadas • Acordos do G7/G20

Fonte: UNEP, 2022.

O financiamento climático, portanto, é imprescindível para levantar os recursos necessários para a transição verde. O Estado e as agências multilaterais possuem papel fundamental na viabilização desses mecanismos, em termos de regulamentação ou facilitação por meio de subsídios, benefícios fiscais e linhas de crédito especiais. Assim, os mecanismos financeiros atualmente disponíveis para financiar a trajetória de descarbonização da indústria brasileira serão apresentados, bem como as políticas econômicas mais recentes que se relacionam com o tema, e sugestões de proposição por parte da Confederação Nacional da Indústria para levantar os valores necessários para a descarbonização:

1. Oportunidades advindas do Novo PAC;
2. Plano de Transição Ecológica;
3. CBAM europeu;
4. Títulos temáticos; e
5. Fundos de investimentos e linhas de crédito.

3.2.1 OPORTUNIDADES ADVINDAS DO NOVO PAC

O Novo PAC (Plano de Aceleração do Crescimento) é um programa de investimentos coordenado pelo governo federal, em parceria com o setor privado, estados, municípios e movimentos sociais. Anunciado oficialmente em 18 de agosto de 2023, destinará R\$ 1,7 trilhão, sendo R\$ 1,4 trilhão até 2026 e R\$ 320 bilhões após.

A proposta da presente seção é subsidiar indústria e governo com dados de geração de ocupações formais e informais caso esses recursos priorizem a aquisição de insumos nacionais. A indústria, por sua vez, pode negociar com o governo ações de descarbonização, a fim de levantar os recursos necessários para sua transição, enquanto o Estado teria interesses contemplados ao gerar postos e reduzir as emissões nacionais de GEE.

Para identificar tais impactos, será aplicada metodologia fundamentada na lógica de Matriz Insumo-Produto, uma forma de organizar setorialmente os fluxos entre setores (demandantes) e produtos ofertados (ou setores ofertantes) de uma economia, preservando em cada um deles as identidades macroeconômicas. Esse registro permite conhecer o quanto cada setor consome dos demais setores/produtos no seu processo produtivo, o quanto cada setor remunera e o quanto cada categoria de demanda final consome dos setores. A partir desses registros, é possível estimar a produção necessária para atender a determinada demanda por meio da matriz conhecida como Inversa de Leontief, ou Matriz de Impacto Intersectorial, que informa o quanto é necessário produzir direta e indiretamente em cada setor para viabilizar uma demanda final.

A metodologia é baseada nas Contas Nacionais do IBGE, onde constam as Tabelas de Recursos e Usos (TRUs), base para calcular a Tabela de Oferta e Demanda da Produção Nacional e, a partir dela, calcular a Matriz Inversa de Leontief. A última versão da MIP disponibilizada pelo IBGE apresenta os fluxos referentes ao ano de 2015 e o maior nível de desagregação apresenta esses fluxos em 67 setores econômicos.

Identifica-se, portanto, quanto dos recursos do PAC irá gerar demanda por setor econômico, de forma desagregada pelos dados gerados na calculadora MIP baseada nos dados do IBGE. A metodologia aplicada nessa seção é baseada no relatório do IBGE sobre as Contas Nacionais nº 62 “Matriz Insumo-Produto” (IBGE, 2015) e tem como marco teórico o estudo “Contabilidade social: referência atualizada das contas nacionais do Brasil” (Feijó *et al.*, 2013).

Os dados do PAC levantados, referentes aos eixos, subeixos, modalidades e detalhes foram complementados com a referência a qual setor da matriz insumo-produto mais se assemelhava. Para essa relação foi aplicada a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE), disponibilizada no site do IBGE (IBGE, 2017).

Foram levantados projetos para categorização individual de cada investimento nos 67 setores abordados na matriz insumo-produto. Posteriormente, levantou-se quanto cada setor será demandado em relação ao total de PAC e quantos empregos formais e informais serão gerados por setor. Houve um esforço de associar esses setores categorizados pelo IBGE com os setores que a CNI classifica por tipo de indústria, mas como nem toda demanda setorial será refletida em demanda industrial, não é possível determinar uma correlação direta entre os valores.

Análise da demanda setorial atrelada ao Novo PAC e seus impactos

A Tabela 5 representa a distribuição dos 1,7 trilhões que serão investidos no Novo PAC²⁸.

TABELA 5 – Representação dos eixos do Novo PAC por valor total dos aportes financeiros (em milhões de R\$ e %)

Eixos do Novo PAC	Valor total (em milhões de R\$)	Porcentagem
Cidades sustentáveis e resilientes	R\$ 609.730	36,12%
Transição e segurança energética	R\$ 540.407	32,01%
Transporte eficiente e sustentável	R\$ 349.030	20,68%
Inovação para a indústria da defesa	R\$ 52.800	3,13%
Educação, ciência e tecnologia	R\$ 45.000	2,67%
Água para todos	R\$ 31.000	1,84%
Saúde	R\$ 30.522	1,81%
Inclusão digital e conectividade	R\$ 27.910	1,65%
Infraestrutura social inclusiva	R\$ 1.625	0,10%
Total geral	R\$ 1.688.024	100,00%

Fonte: Elaboração própria.

Observando os subeixos do PAC, apenas quatro dos 40 (“Minha casa, minha vida”, “Petróleo e gás”, “Rodovias” e “Financiamento habitacional”) representam 60,8% do montante total, no qual um volume considerável desses recursos será focado nas indústrias atreladas à construção (Anexo B).

Na mesma lógica, a Tabela 6 evidencia que mais da metade dos recursos será advinda do setor privado ou em conjunto.

TABELA 6 – Origem prevista dos recursos por setor (em milhões de R\$ e %)

Origem	Valor total (em R\$ milhões)	Porcentagem
Privado	R\$ 763.000	45,20%
Estatal	R\$ 328.800	19,48%
Público	R\$ 264.824	15,69%
Entidade/Privado	R\$ 201.100	11,91%
Público/Concessão	R\$ 89.000	5,27%
Estatal/Privado	R\$ 24.700	1,46%
Público/Privado	R\$ 14.400	0,85%
Privado/Público	R\$ 1.600	0,09%
Público/Estatal	R\$ 600	0,04%
Total geral	R\$ 1.688.024	100,00%

Fonte: Elaboração própria.

28 Mais informações em: BRASIL. Casa Civil. **Novo PAC**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/novopac>. Acesso em: 20 out. 2023.

A tabela anterior destaca forte participação e dependência de investimentos privados, que fogem às regras tradicionais de compras governamentais, que geralmente privilegiam a produção nacional. Assim, se faz ainda mais crítica uma articulação para que, ao menos em partes, os recursos privados atrelados ao Novo PAC também beneficiem a indústria brasileira de insumos. No entanto, várias formas de colaboração público-privadas também desempenham um papel significativo, mostrando a natureza colaborativa dos investimentos e a influência do Estado sobre esses empreendimentos.

A respeito da comparação entre os setores definidos pelo IBGE e pela CNI, não é possível associar diretamente que os valores dos setores econômicos do IBGE serão direcionados exclusivamente para a indústria, pois o setor econômico é mais amplo do que somente os processos industriais (Anexo C).

Ao aplicar a metodologia para identificar a demanda setorial dos recursos, foi calculado um valor total de R\$ 3.063.529 (Anexo D).

O valor final da demanda por setores deverá ser maior que o investimento inicial de recursos do Novo PAC. Tal efeito ocorre porque, quando um investimento de alto valor é aplicado em obras públicas, por exemplo, este valor é executado em pagamento de salários, compra de materiais, contratação de serviços, entre outros. Cada vez que esse dinheiro é gasto e regasto, parte dele é economizada e parte é reinjetada na economia. Assim, a soma total de atividades econômicas induzidas pelo gasto inicial é maior do que o investimento original.

Multiplicador contextualizado, ao se filtrar os recursos direcionados aos setores do IBGE cuja definição se inicia com “fabricação”, “metalurgia” e “refino”, chega-se a um total de R\$ 703,3 bilhões demandados em produtos industriais por parte do Novo PAC, ou 22,95% do total demandado da economia.

Por fim, ao projetarmos as ocupações geradas (Anexo E), fica claro que as indústrias atreladas ao setor de construção são as que irão gerar mais ocupações formais derivadas do Novo PAC, com 3.809.554 postos totais para o setor como um todo, ou 36% do total. Somando os demais setores associados (todos com início com “fabricação”, bem como “metalurgia” e “refino”) a indústria, chega-se a um total de 1.792.491 postos formais gerados, ou 17% do total.

3.2.2 PLANO DE TRANSIÇÃO ECOLÓGICA

Simultaneamente à divulgação do PAC, foi lançado o Plano de Transição Ecológica, que objetiva auxiliar o país a cumprir seus compromissos de redução das emissões de GEE, embasado em seis frentes: Finanças Sustentáveis; Economia Circular; Adensamento Tecnológico; Bioeconomia; Transição Energética; e Adaptação à Mudança do Clima.

A proposta do plano será sustentada por uma combinação de recursos financeiros, medidas fiscais e regulamentares, juntamente com a implementação de ferramentas administrativas, operacionais e sistemas de monitoramento e fiscalização.

Uma das medidas institucionais do plano está relacionada à implantação de uma nova matriz de investimentos estruturantes para a transição ecológica, por meio da articulação de mecanismos regulatórios, de financiamento e de estímulo econômico para orientar investimentos públicos e privados. Nesse sentido, está em discussão a elaboração de uma taxonomia nacional, para empreendimentos sustentáveis. Outras ações em andamento incluem emissões de títulos sustentáveis, ampliação dos recursos do Fundo Clima e a criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE).

O plano deverá, também, promover estímulos a tecnologias para geração e armazenamento de energia de baixo carbono. Entre as ações estão: a regulamentação das atividades relacionadas à implementação do plano nacional de hidrogênio de baixo carbono²⁹; a garantia de suprimento energético em localidades isoladas; e a regulamentação da geração de energia eólica *offshore*. Tais ações e outras relacionadas à transição energética podem impulsionar o crescimento econômico e a inovação em tecnologias de baixo carbono.

Em relação aos combustíveis de baixo carbono, o plano objetiva promover a expansão da produção e do consumo. Para isso, foi apresentada proposta de lei para o programa “Combustível do Futuro”³⁰, que dispõe sobre medidas de promoção da mobilidade sustentável, o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV)³¹, o Programa Nacional de Diesel Renovável (PNDR) e o marco normativo da Captura e Estocagem de Dióxido de Carbono. Nesse sentido, as indústrias associadas à produção de combustíveis de baixo carbono, bem como as indústrias automotiva e aeroespacial podem ser afetadas pela medida.

Serão estabelecidos mecanismos de incentivo para soluções de mobilidade e logística de baixo carbono, a partir do lançamento do segundo ciclo do Programa Rota 2030³², para atualização do Programa de Renovação de Frota de Ônibus e Caminhões (Renova Brasil) e para regulamentação do Programa Frota Verde Ferroviária. Sob a perspectiva industrial, as indústrias de fabricação de veículos mais eficientes e seus componentes, bem como as

29 Mais informações em: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa nacional de hidrogênio – PNH2**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1>. Acesso em: 20 out. 2023.

30 Mais informações em: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Combustível do futuro**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/combustivel-do-futuro>. Acesso em: 20 out. 2023.

31 Mais informações em: AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - (ANAC). **Combustíveis sustentáveis para a aviação**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/combustiveis-sustentaveis-para-a-aviacao>. Acesso em: 20 out. 2023.

32 Mais informações em: BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Rota 2030: mobilidade e logística**. Disponível em: <https://bit.ly/3rblQY8>. Acesso em: 20 out. 2023.

indústrias associadas às infraestruturas de transporte, em especial a ferroviária, tendem a ser impactadas positivamente.

Ainda, o plano abordará a descarbonização do setor de construção civil, por meio da redução da alíquota para substitutos do clínquer menos intensivos em GEE na fabricação do cimento. Indústrias associadas às inovações na fabricação do cimento, como o cimento geopolimérico ou aqueles produzidos a partir da reciclagem, contam com grande oportunidade associada.

Por fim, outra medida já divulgada é o incentivo à logística sustentável e à gestão de resíduos. Para isso, são propostas ações como o lançamento do programa Brasil+Sustentável, que visa aprimorar as práticas ESG das empresas e estimular a economia circular, e a criação de incentivos fiscais ou linhas de financiamento para indústrias destinarem seus resíduos para reciclagem.

As medidas institucionais recentemente divulgadas pelo governo refletem uma ênfase à promoção de temas cruciais, como bioeconomia, adaptação às mudanças climáticas com o uso de instrumentos financeiros “verdes” e linhas de crédito específicas, além de um compromisso com a sustentabilidade financeira e a transição energética. Esses tópicos não apenas ganham relevância, mas também delineiam um contexto de significativa importância para o setor industrial.

No momento, entre as iniciativas que integram o plano, a implementação do SBCE encontra-se em estágio mais avançado. O Brasil ainda não possui um instrumento claro de mercado de carbono como parte de sua política para o clima. O Projeto de Lei em discussão no Congresso estabelece diretrizes para operacionalizar um Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) no estilo *cap and trade*, em que são alocadas cotas de emissões e abre a possibilidade para o comércio de certificados de redução ou remoção de emissões.

O projeto torna urgente o investimento em mitigação e abre a oportunidade de, nesse processo, os setores regulados a terem a oportunidade de comercializar créditos de carbono, viabilizando o investimento feito.

Entretanto, para isso, é necessário que os recursos do SBCE sejam destinados ao fomento de pesquisa, desenvolvimento e implementação de tecnologias de baixo carbono nos setores regulados como segunda prioridade.

A participação do setor nas discussões referentes ao desenvolvimento desse mercado é de extrema importância. A indústria recomenda o fortalecimento da participação do setor nos órgãos reguladores, de forma a garantir sua representatividade no planejamento de uma transição alinhada e coordenada.

Se bem desenhada, além de viabilizar investimentos diretos por meio dos créditos, tal política pode incentivar o investimento indireto na economia com a atração de indústrias internacionais para o território nacional. O Brasil ainda pode sair na frente ao ofertar créditos de carbono de custo médio mais baixo se comparado a outros países, devido principalmente aos baixos investimentos necessários relacionados a oportunidades florestais. Nesse contexto, existe o risco de as políticas nacionais priorizarem esforços na venda de créditos de valor menos elevado, em detrimento àqueles de maior custo, que incluem uma grande parte das oportunidades de descarbonização do setor industrial.

É necessário, portanto, que a definição das diretrizes internas para gestão de créditos nacionais seja feita por meio de uma articulação entre todos os setores, de modo a balancear a temática dos créditos que serão usados para abatimento no mercado brasileiro versus aqueles que serão autorizados pelo país para comércio internacional.

Nesse balanço, existe uma oportunidade da indústria brasileira se beneficiar comercialmente ao estabelecer acordos entre setores: para abatimento interno nacional é priorizada a compra de créditos com valor menos elevado entre as indústrias, enquanto créditos de valor mais elevado são comercializados internacionalmente.

3.2.3 CBAM EUROPEU

O que é o CBAM?

O Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM, na sigla em inglês) surge no contexto da implementação do Acordo Verde Europeu (*EU Green Deal*), que visa reduzir as emissões líquidas de gases de efeito estufa em pelo menos 55% até 2030, pacto chamado de *Fit for 55*. O aumento da ambição fez com que o parlamento europeu revisitasse os mecanismos que fazem parte da política de mitigação da mudança do clima utilizados pelo grupo, a fim de implementar instrumentos que viessem a colaborar com tal aumento.

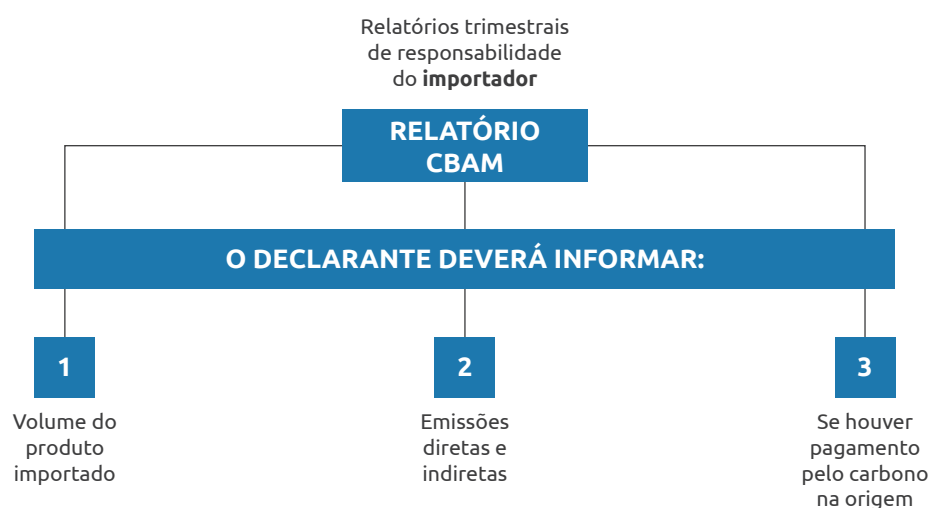
A movimentação trouxe a preocupação do risco de “fuga de carbono” (“*carbonleakage*”, no inglês), termo utilizado para caracterizar o movimento de empresas/indústrias europeias que, ao terem o custo de operação aumentado pelas novas regras para taxaço de emissão ou pela necessidade de investimentos em descarbonização, transferem a produção para países com políticas climáticas menos rigorosas, ou quando produtos europeus são substituídos na preferência pelo consumidor por produtos importados desses mesmos locais onde o custo de produção é menor, o que torna o preço do produto mais baixo.

Nesse contexto, o CBAM funciona como um mecanismo de taxaço de importações, que busca equiparar os preços de produtos importados e produtos do grupo por meio da atribuição de preço às emissões de GEE embutidas nos produtos importados.

As operações do CBAM tiveram início em outubro de 2023 e serão focadas em importações de bens primários e secundários com produção intensiva em emissões e que, consequentemente, teriam maior risco de fuga de carbono. Essa definição, na ótica europeia, se enquadra nos setores de cimento, ferro e aço, alumínio, fertilizantes, eletricidade e hidrogênio.

A implementação do CBAM ocorrerá em duas fases: transição e definitiva. A primeira durará até o final de 2025 e tem o objetivo de servir como uma fase de aprendizado. Durante essa fase, os importadores serão obrigados a comunicar trimestralmente as emissões incorporadas aos produtos, detalhando as emissões diretas e indiretas, bem como qualquer preço do carbono efetivamente pago num país terceiro (Figura 8).

FIGURA 8 – Fluxograma da fase transitória do CBAM (2023-2025)



Fonte: Adaptado de CNI, 2023b.

A metodologia de cálculo de emissões incorporadas, representadas em toneladas de emissão de CO₂ e por tonelada de cada produto, estabelece uma certa flexibilidade, quando:

- Até 31/07/2024: importações para as quais o declarante não possuir todas as informações. Este poderá utilizar outros métodos, desde que indique e referencie a metodologia seguida para estabelecer os valores; e
- Até 31/12/2024: métodos de MRV; esquema de precificação onde a instalação está localizada; esquema de monitoramento de emissões na instalação que pode incluir verificação por um verificador credenciado; e esquemas obrigatórios de monitoramento de emissões.

Já na fase definitiva, que se inicia em janeiro de 2026, apenas a metodologia de cálculo sugerida pela União Europeia será aceita para quantificar as emissões de importações. A partir da quantidade de emissões verificadas, o importador deverá comprar a quantidade

equivalente de certificados CBAM, que serão precificados conforme o valor das permissões do EU ETS no período. O reporte e a entrega dos certificados deverá ser então feita ao órgão regulador do CBAM, estando as empresas sujeitas a multas caso o processo não seja cumprido.

Diferentemente da fase de transição, na fase definitiva a obrigação de reporte das emissões indiretas será adotada apenas para os setores de cimento e fertilizantes, considerados mais críticos nesse sentido. Tanto emissões diretas quanto indiretas podem ser desobrigadas de compra de certificados CBAM caso seja comprovado que tais emissões já foram taxadas no país de origem, seguindo um sistema similar ao europeu.

A forma como está programada a fase definitiva, entretanto, pode ser alterada antes de entrar em vigor. Durante a fase de transição, será conduzido um estudo para revisão do funcionamento do mecanismo, buscando verificar a viabilidade de inclusão de outros setores-alvo, o que, caso positivo, será feito até 2030. Setores sujeitos à inclusão já apontados pela legislação europeia são o setor de transporte e o setor químico. Além disso, será verificada a obrigação de reporte das emissões indiretas para todos os setores.

Ainda é importante destacar que o Regulamento CBAM prevê isenção do mecanismo para países e territórios fora da União Europeia que possuam algum mecanismo análogo ao EU ETS, o que dependerá de uma avaliação da Comissão Europeia. Além disso, a medida também prevê a possibilidade de redução do número de certificados CBAM devidos na fase regular, desde que comprovado o pagamento pelo carbono no país de origem do produto.

Quais são as oportunidades trazidas pelo CBAM para a indústria brasileira e como potencializá-las?

A proposta do CBAM, de incentivar a produção limpa na escala mundial, pode se materializar ao induzir os países fora da União Europeia a adotar ou aumentar a ambição das políticas de precificação de emissões. No contexto do Brasil, o CBAM Europeu pode estimular a celeridade da implementação do SBCE, visto que esse mercado implica a padronização de formas de mensurar, relatar e verificar emissões, sistematização requerida pelo mecanismo.

No âmbito da revisão do CBAM, antes do início da fase definitiva, ainda pode ser incluída a utilização de parte das receitas levantadas com a venda dos certificados para financiamento de ações de descarbonização nos países terceiros. Tal possibilidade é mencionada no regulamento e pode ser incentivada por negociações políticas internacionais.

Além de se colocar frente ao posicionamento nacional no contexto internacional para garantir o investimento europeu, a indústria brasileira ainda pode adiantar o desenvolvimento de planos de mitigação/descarbonização concretos, a fim de potencializar os investimentos estrangeiros.

Quais são os riscos do CBAM para a indústria brasileira e como mitigá-los?

No atual contexto, devido à ausência de um sistema de precificação de carbono no país, o Brasil pagará o preço integral para o CBAM. Essa condição implica que os produtos brasileiros exportados não poderão se beneficiar dos descontos proporcionados por políticas de precificação de carbono, o que, por sua vez, pode representar uma ameaça à competitividade desses produtos nos mercados internacionais.

Além disso, a taxação dos produtos e serviços traz o risco de os exportadores perderem negócios e parcerias comerciais europeias, por terem a competitividade reduzida frente ao comércio internacional. O risco é válido não só para os setores considerados para a fase de transição, mas também para aqueles que podem ser incluídos a partir da fase definitiva que não tiverem se preparado até o momento.

Nesse contexto, o risco pode se tornar, na mesma medida, uma oportunidade. Exportadores brasileiros que já tenham a capacidade de monitoramento de emissões desenvolvida conforme diretrizes europeias antes do início da fase definitiva, bem como, principalmente, aqueles que já tiverem iniciado o processo de descarbonização de processos produtivos, podem se posicionar melhor frente ao mercado internacional.

Destaca-se que, caso o Brasil seja mais competitivo em trajetórias de baixo carbono que outros países, trazendo menores custos para descarbonização que a média mundial, é possível ainda atrair indústrias e investimentos estrangeiros para o solo nacional, movimentando a economia e diversificando a produção, ao passo que possibilita a chegada de novas tecnologias e o desenvolvimento científico.

A discussão internacional sobre o estabelecimento de um mecanismo de ajuste de carbono na fronteira na Europa já desperta o interesse de implementação por parte de outros países e regiões, com os mesmos objetivos europeus (risco de *carbon leakage* e incentivo à descarbonização global). Canadá, Japão e Reino Unido iniciaram estudos, o que pode trazer ainda mais risco de taxação dos produtos brasileiros no cenário internacional e reforçar a necessidade de adoção de medidas de descarbonização para mitigá-lo.

3.2.4 TÍTULOS TEMÁTICOS

Títulos temáticos podem ser emitidos por qualquer instituição e podem ser enquadrados em diversos tipos de instrumento financeiro; porém tendo como compromisso atrelado que os recursos levantados serão alocados exclusivamente para financiamento ou refinanciamento de projetos com benefícios ambientais positivos, parcialmente ou em sua totalidade. No Brasil, os instrumentos regulamentados que podem viabilizá-los são: Cotas de Fundos de Investimento em Direitos Creditórios (FIDC), Certificado de Recebíveis do

Agronegócio (CRA), Certificado de Recebíveis Imobiliários (CRI), debêntures, debêntures incentivadas, letras financeiras e notas promissórias.

Além do propósito, os títulos temáticos se diferenciam dos títulos comuns pelos processos adicionais que devem ser adotados para garantir sua integridade. Rastreamento, monitoramento e relato de uso dos recursos são necessários e elevam o custo de transação, o que tende a ser compensado em retorno de imagem e diversificação da base de investidores.

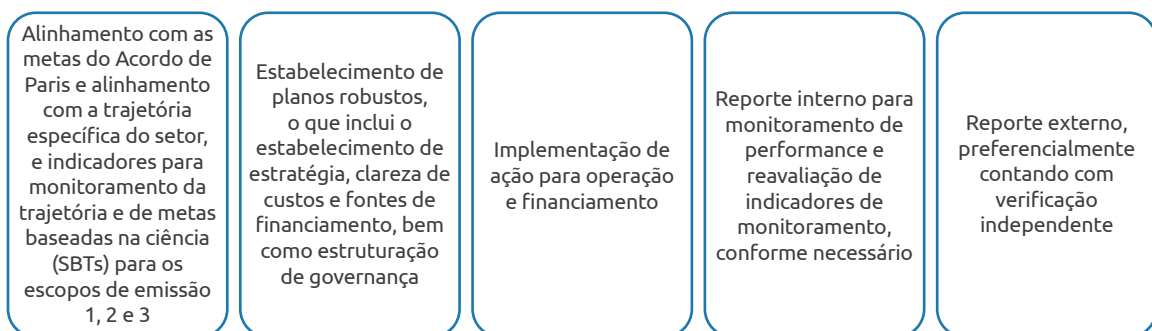
Os principais títulos temáticos comercializados atualmente são: títulos verdes, títulos para transição climática (transition bonds), títulos sociais, títulos de sustentabilidade e títulos vinculados à sustentabilidade. Destes, o que melhor se encaixa nas necessidades de descarbonização da indústria são os *transition bonds*, cujos recursos financeiros são direcionados especificamente para a transição para uma economia de baixo carbono.

Como uma forma de orientar as instituições emissoras interessadas, a Climate Bonds Initiative (2021) desenvolveu definições independentes para esse tipo de título. Estas são baseadas em dados climáticos recentes e identificam os ativos e projetos prioritários para a transição efetiva para uma economia de baixo carbono, em linha com as metas do Acordo de Paris.

Dessa forma, o documento “Taxonomia da Climate Bonds” elenca diversos exemplos de projeto para diferentes setores, entre eles a indústria. Os projetos são classificados conforme a compatibilidade ou não com a trajetória de 2 °C e conforme a disponibilidade ou não de critérios para certificação independente. (CBI, 2021).

Para a Climate Bonds Initiative, são elegíveis apenas empresas que estão alinhadas com a meta de limite de aumento de temperatura de 1,5 °C, ou estarão até 2030, ou que têm baixas emissões ou metas ambiciosas e planos de ação para atingimento. Para a instituição, existem cinco pontos que adicionam credibilidade a empresas que emitem títulos.

FIGURA 9 – Cinco pontos que adicionam credibilidade à emissão de títulos



Embora o entendimento sobre cada um dos tipos de título dê luz e mais importância à categoria de *transition bonds* no âmbito de financiamento climático, os fluxos financeiros do mercado internacional e nacional mostram que esse ainda não é endereçado como prioridade. O documento "*Finding Pathways, Financing Innovation: Tackling the Brazilian Transition Challenge*" (WEF, 2023) analisou o volume de transações de cada um dos tipos de título mencionados.

A primeira conclusão do relatório é que o volume geral de transações no Brasil em 2021 ficou bem abaixo do total mundial (R\$ 8 trilhões), representando apenas 1% das transações (R\$ 85 bilhões), o que mostra que o país ainda tem grande potencial caso sejam adotados mecanismos para impulsionar esses instrumentos. Além disso, os dados do relatório mostram que, em 2022, apenas 11% dos valores de títulos emitidos no cenário nacional correspondiam à categoria *transition bonds*, contra 37% de *sustainability* ou *sustainability-linked bonds*, 5% de *social bonds* e 46% de *green bonds*, o que reflete ainda mais o potencial de utilização de *transition bonds* para financiar a descarbonização. Diversas instituições, nacionais e internacionais, estão abrindo espaço para investir na emissão de títulos temáticos, o que pode ser aproveitado pela indústria.

3.2.5 FUNDOS DE INVESTIMENTOS E LINHAS DE CRÉDITO

Na COP26 novas iniciativas e coalizões para ações climáticas foram estabelecidas, dado o não cumprimento da promessa de canalizar US\$ 100 bilhões, por ano, para países em desenvolvimento. Podemos destacar o "Pacto de Glasgow" que enfatizou a necessidade de arrecadar fundos para atingir as metas do Acordo de Paris, incluindo um aumento significativo no apoio aos países em desenvolvimento, além dos US\$ 100 bilhões por ano e a *Glasgow Financial Alliance for Net Zero* (GFANZ), que reúne iniciativas e coalizões do setor financeiro para acelerar a transição para uma economia de baixo carbono.

Importante notar que, considerando o setor financeiro, há diversos compromissos que podem trazer reflexos nos mais diversos setores da economia:

- A campanha *Race to Zero* da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas conta com mais de 30 instituições financeiras que administram mais de US\$ 8,7 trilhões em ativos e se comprometem a "usar os melhores esforços" para eliminar os riscos de desmatamento causados por commodities em seus investimentos até 2025 (UNFCCC, 2020).
- A iniciativa *Net Zero Asset Managers* anunciou 53 novos signatários de um total de 273 investidores que administram US\$ 61,3 trilhões em ativos (NET ZERO ASSET MANAGERS, 2022).

- A Net-Zero Banking Alliance, composta por 95 bancos membros de 39 países, que representam coletivamente US\$ 66 trilhões em ativos – mais de 43% dos ativos bancários em todo o mundo –, estabeleceu um compromisso de atingir zero emissões líquidas até 2050 em alinhamento com o limite de temperatura de 1,5 °C do Acordo de Paris (UNEPFI, 2021a).

Nota-se que a arquitetura global de financiamento climático é composta por diversos canais e mecanismos de financiamento, que podem ocorrer tanto dentro do mecanismo financeiro da UNFCCC quanto por iniciativas e canais bilaterais ou regionais. Recentemente, os países também começaram a criar fundos nacionais para mudanças climáticas, que recebem financiamento de outros países contribuintes em um esforço para coordenar e alinhar os interesses com as prioridades nacionais relacionadas às mudanças climáticas. Os tipos de financiamento climático variam entre doações, empréstimos e participação societária (SCHALATEK; BIRD, 2018).

Apesar da grande diversidade de fontes de financiamento, nem todas estão disponíveis para o setor privado e nem para empresas de todos os países. Por isso, desde 2018, a CNI trabalha no levantamento de informações sobre as principais fontes aplicáveis às indústrias.

Durante a COP 27, no Egito, a CNI lançou o documento “Arcabouço Global e Guia Informativo das Fontes de Financiamento aplicáveis às indústrias brasileiras”, que traz de forma atualizada as principais informações de fontes selecionadas, incluindo linhas de financiamento de bancos de desenvolvimento nacionais e internacionais, bancos privados e públicos e programas de financiamento internacional.

Abaixo, apresentamos as novas fontes de financiamento, adicionais àquelas apresentadas no estudo da CNI, de 2022.

1) BNDES

1.1. Fundo Clima

O BNDES atua como gestor na aplicação dos recursos reembolsáveis que compõem o Fundo Nacional sobre Mudança Climática – Fundo Clima –, que objetiva apoiar a implantação de empreendimentos, a aquisição de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento tecnológico relacionados à redução de emissões de gases do efeito estufa e à adaptação às mudanças do clima e aos seus efeitos. O fundo é composto por nove linhas de ação: Mobilidade Urbana; Cidades Sustentáveis e Mudança do Clima; Máquinas e Equipamentos Eficientes; Energias Renováveis; Resíduos Sólidos; Carvão Vegetal; Florestas Nativas; Gestão e Serviços de Carbono; e Projetos Inovadores.

O subprograma “Mobilidade Urbana” financia projetos que abordam a expansão da capacidade de produção de veículos elétricos, como ônibus e outros modelos de tração elétrica, bem como o desenvolvimento de sistemas de transporte urbano sobre trilhos. Há, ainda, pesquisas e o desenvolvimento de componentes e sistemas voltados para aeronaves e embarcações movidas por fontes renováveis, assim como soluções para recarga elétrica ou baseadas em hidrogênio.

O segundo subprograma do fundo, “Cidades Sustentáveis e Mudança do Clima”, financia iniciativas como tratamento e reciclagem de resíduos da construção civil, implementação de logística e manufatura reversa, promoção da eficiência energética em prédios públicos e iluminação urbana com adoção de lâmpadas LED/OLED, estabelecimento de centros de inteligência integrados para tomada de decisões, desenvolvimento da cadeia produtiva de equipamentos para redes elétricas inteligentes e investimentos em eficiência energética em diversos setores. Podem ser apoiadas indústrias que envolvem a fabricação de dispositivos e equipamentos como medidores, sensores de rede, inversores solares, baterias de armazenamento e outros componentes da infraestrutura de redes inteligentes.

Projetos que tratam da aquisição e produção de máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para a redução de emissão de gases do efeito estufa são contemplados pelo subprograma “Máquinas e Equipamentos Eficientes”. Itens como máquinas e equipamentos com boa classificação no Programa Brasileiro de Etiquetagem ou com selo Procel, além de sistemas fotovoltaicos, aerogeradores de até 110 kW, motores a biogás, coletores/aquecedores solares, inversores/conversores de frequência e luminárias LED para iluminação pública, são elegíveis para o financiamento. Além disso, são contemplados ônibus e caminhões elétricos, híbridos e ônibus movidos a etanol.

O subprograma “Energias Renováveis” apoia investimentos em geração e distribuição local de energia renovável, no desenvolvimento tecnológico e na cadeia produtiva do setor de energias renováveis. O financiamento inclui os projetos e avanços tecnológicos nas áreas de energia solar, eólica, hidráulica, biomassa, óleos vegetais hidrotratados, resíduos sólidos urbanos e energias oceânicas, assim como a produção e aplicação de hidrogênio verde, baterias, biocombustíveis e captura e armazenamento de carbono.

O subprograma “Resíduos Sólidos”, por sua vez, financia iniciativas que abordem a implementação de sistemas de coleta seletiva ou diferenciada de resíduos, bem como sistemas de triagem automatizados ou semiautomatizados para separação eficiente de materiais, fazem parte do escopo de financiamento. Também são contemplados projetos de tratamento de resíduos orgânicos e iniciativas de remediação de áreas utilizadas para a disposição inadequada de resíduos sólidos, incluindo aproveitamento econômico dos resíduos.

Como a maioria dos processos produtivos industriais é caracterizada pela geração de resíduos, há uma série de indústrias elegíveis para financiamento. São exemplos a indústria química, de borracha e matéria plástica, de produtos têxteis, de vestuário, couro, calçados e acessórios, de impressão e reprodução, de bebidas, de alimentos, entre outras.

Já o subprograma “Carvão Vegetal” aborda investimentos voltados para a melhoria da eficiência e sustentabilidade da produção de carvão vegetal. Nesse sentido, estão incluídos sistemas de carvoejamento com fornos de alta eficiência (rendimento gravimétrico acima de 35%), bem como sistemas auxiliares para melhorar a eficiência energética no processo. Além disso, são contemplados projetos de recuperação, tratamento e aproveitamento energético relacionados.

O subprograma dedicado ao carvão vegetal abre portas para aprimoramentos na produção desse recurso de forma tanto eficiente quanto sustentável. Sob esse horizonte, uma notável candidata a se beneficiar é a indústria siderúrgica, que depende do carvão mineral como fonte de energia para a fabricação de ferro-gusa e aço. Nesse sentido, o investimento em sistemas de carvoejamento empregando fornos altamente eficientes é uma interessante via sustentável. Além desse contexto, as indústrias atuantes na produção de biomassa e biocombustíveis também têm espaço para financiamento, por exemplo, por meio da incorporação de processos eficientes de carvoejamento como parte integrante de suas operações energéticas.

No que diz respeito ao subprograma “Gestão e Serviços de Carbono”, abrange a elaboração de inventários de emissões de gases de efeito estufa, medição das emissões e melhorias nos fatores de emissão corporativos, incluindo capacitação para coleta de dados. Também são apoiados investimentos relacionados à acreditação de empresas para verificação de inventários junto ao Inmetro.

Por fim, o subprograma “Projetos Inovadores” objetiva apoiar projetos de todas as áreas discutidas anteriormente, mas com enfoque em iniciativas que buscam criar, desenvolver ou implementar novas ideias ou tecnologias. Este é especialmente interessante para a superação das barreiras de entradas tecnológicas até então discutidas.

Além dos subprogramas supracitados, em agosto de 2023, na 34ª reunião do Fundo Clima, o BNDES e o MMA anunciaram a nova fase do fundo, a partir de um aporte de R\$ 10 bilhões para 2024, com foco em projetos estruturantes e no combate às mudanças climáticas de forma articulada ao Novo PAC e ao Plano de Transição Ecológica.

O relançamento do fundo foi marcado pela aprovação do Plano Anual de Aplicação de Recursos (PAAR) 2023-2024 e das novas áreas de atuação pelo Comitê Gestor do Fundo Clima, sendo elas: desenvolvimento urbano resiliente e sustentável; indústria verde; logística de transporte, transporte coletivo e mobilidade verde; transição energética;

florestas nativas e recursos hídricos; e serviços e inovação verde. Vale mencionar que o PAAR contém informações sobre áreas, temas e regiões prioritários para aplicação do fundo, incluindo maiores detalhes sobre as novas linhas.

1.2. BNDES Crédito ASG

O programa promove o apoio direto por meio de crédito para planos de negócio empresariais, com incentivo ao desenvolvimento sustentável. O crédito é destinado às empresas que cumpram metas relacionadas aos seguintes objetivos ASG (Ambiental, Social e Governança):

- Apoiar as empresas na redução das emissões de gases de efeito estufa, visando à minimização de impactos climáticos;
- Incentivar a adoção de tecnologias e materiais ecologicamente sustentáveis;
- Expandir a utilização de fontes de energia limpa e renovável;
- Impulsionar práticas alinhadas com a economia circular, promovendo o reaproveitamento de recursos;
- Reforçar o compromisso com a responsabilidade social empresarial;
- Contribuir para o aprimoramento da infraestrutura de instituições de ensino públicas;
- Facilitar a entrada de jovens no mercado de trabalho por meio de programas de aprendizagem profissional;
- Estimular o aprimoramento profissional nas áreas de tecnologia, indústria 4.0, economia verde e habilidades socioemocionais (*soft skills*); e
- Fomentar a inclusão e diversidade no âmbito do emprego e do mercado de trabalho.

De acordo com o BNDES, indústrias que possuem as seguintes atividades, principais ou secundárias, podem solicitar o apoio:

Produção florestal;	Fabricação de produtos de refino de petróleo;
Extração de petróleo e gás natural;	Fabricação de produtos químicos;
Extração de minerais metálicos;	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico;
Extração de minerais não metálicos;	Fabricação de produtos de minerais não metálicos;
Atividades de apoio à extração de minerais;	Atividades metalúrgicas;
Fabricação de produtos alimentícios;	Fabricação de produtos de metais, exceto máquinas;
Fabricação de bebidas;	Construção de embarcações de grande porte;
Fabricação de produtos têxteis;	Produção de gás, processamento de gás natural, distribuição de combustíveis gasosos por redes urbanas
Confeção de artigos de vestuário e acessórios;	
Fabricação de produtos de madeira;	
Fabricação de celulose, papel e produtos;	

1.3. BNDES Finem

O programa BNDES Finem objetiva apoiar soluções financeiras voltadas para a redução de consumo de energia nas empresas, melhoria da eficiência do sistema energético nacional e redução de emissões de gases do efeito estufa. As sete formas de apoio são

listadas abaixo: Eficiência Energética; Planejamento e Gestão; Redução do Uso de Recursos Naturais e Materiais; Recuperação de Passivos Ambientais; Recuperação e Conservação de Ecossistemas e Biodiversidade; Ônibus e Caminhões com Tecnologias de Tração de Baixo Carbono e Equipamentos de Maior Eficiência Energética e/ou Redução de Emissões de Carbono; e Geração de Energia.

A linha “Eficiência Energética” visa apoiar empreendimentos que reduzam o consumo de energia de edificações, processos produtivos, usinas, redes elétricas, iluminação pública e/ou aumentem a eficiência do sistema energético nacional. Estrategicamente, a linha pode ser amplamente aproveitada por aquelas indústrias que apresentam maiores consumos de energia em seus processos produtivos, como metalurgia, química, alumínio, cimento e automotiva³³.

Já a categoria “Financiamento para Redução do Uso de Recursos Naturais e Materiais” tem como objetivo viabilizar projetos que impulsionem a ecoeficiência, empreguem matérias-primas obtidas de fontes recicladas ou renováveis ou se dediquem à produção e/ou utilização de biogás, biometano, hidrogênio de baixo carbono, armazenamento de energia e fabricação nacional de fertilizantes minerais e orgânicos. Nesse sentido, as indústrias mencionadas na modalidade de “Eficiência Energética” e as indústrias do ramo de fertilizantes podem se beneficiar.

Já a categoria voltada para ônibus e caminhões oferece financiamento direcionado à compra e fabricação de ônibus e caminhões, abrangendo veículos elétricos e híbridos, bem como outros modelos que operem com tração elétrica, gás natural ou biometano; além de outras máquinas e equipamentos que exibam melhores indicadores de eficiência energética ou que desempenhem um papel na redução das emissões de gases de efeito estufa. Indústrias voltadas para a fabricação de veículos elétricos, híbridos e outros modelos de tração limpa, além das indústrias de máquinas e equipamentos, podem ser beneficiadas pela linha.

Por fim, a linha “Geração de Energia e Recuperação de Passivos Ambientais” objetiva a expansão e modernização da infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis e termelétricas a gás natural no país, além de financiar empreendimentos, projetos ou estudos que objetivam recuperar áreas degradadas, mineradas ou contaminadas. As indústrias mencionadas na modalidade de eficiência energética podem ser amplamente beneficiadas.

33 Mais informações em: EPE. **Anuário estatístico de energia elétrica 2022**. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3rdNKCA>. Acesso em: 20 out. 2023.

1.4. BNDES Finame – Baixo Carbono

O programa objetiva apoiar a aquisição e o comércio de uma gama diversificada de produtos que inclui sistemas de geração de energia solar e eólica, aquecedores solares, ônibus e caminhões elétricos, híbridos e movidos exclusivamente a biocombustível, além de outras máquinas e equipamentos que se destacam por sua eficiência energética superior ou pela capacidade de contribuir para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa. É importante ressaltar que todos os produtos devem ser inéditos, fabricados nacionalmente e estar em conformidade com o Credenciamento Finame (CFI) do Sistema BNDES.

Do ponto de vista industrial, o programa emerge como uma oportunidade interessante para indústrias que almejam a incorporação de estratégias visando à diminuição do consumo energético, como a indústria de metalurgia, de alimentos, química, de produtos minerais não metálicos, de extração de minerais metálicos, de borracha e material plástico, de papel e celulose, têxtil, automotiva e de produtos metálicos.

BID Invest

Uma das principais divisões do BID é o BID Invest, que visa impulsionar o desenvolvimento sustentável por meio do apoio ao setor privado na América Latina e no Caribe. Seu financiamento exige critérios por parte do projeto:

Sob o ponto de vista ambiental, os clientes do banco devem estar alinhados com a Política de Sustentabilidade, que define a responsabilidade de identificar, gerir e reduzir os riscos e impactos ambientais e sociais das atividades financiadas. Além disso, os clientes devem considerar tais riscos e impactos durante os processos de planejamento, concepção e implementação dos projetos e estar em conformidade com leis e regulamentos.

Na avaliação dos aspectos sociais e ambientais dos projetos, a instituição emprega os Padrões de Desempenho da IFC (*International Finance Corporation*)³⁴ voltados à sustentabilidade. A aplicação dos oito padrões é exigida pelo BID Invest: avaliação ambiental e social e do sistema de gestão; condições de trabalho; prevenção e mitigação à poluição; saúde e segurança da comunidade; aquisição de terras e reassentamento involuntário; conservação da biodiversidade e gestão dos recursos naturais; população indígena; e herança cultural.

O apoio do BID Invest ao setor privado se manifesta de diferentes formas do ponto de vista financeiro, seja por meio de: empréstimos; participação no capital; financiamento para comércio e cadeia de abastecimento; financiamento combinado; garantias; e mobilização de

³⁴ Mais informações em: INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION – IFC. **IFC'S performance standards on environmental and social sustainability**. 2023. Disponível em: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/Topics_Ext_Content/IFC_External_Corporate_Site/Sustainability-At-IFC/Policies-Standards/Performance-Standards. Acesso em: 18 out. 2023.

recursos, em que todos podem ser aproveitados pelas indústrias, desde que as condições gerais e de sustentabilidade reportadas anteriormente sejam cumpridas.

O BID Invest apoia empresas na América Latina e no Caribe a acessar os mercados de capitais, promovendo o desenvolvimento do mercado, atraindo investidores e fomentando novas classes de ativos, como os títulos temáticos. A instituição contribui das seguintes formas: (i) compra de títulos: compra total ou parcial de títulos; (ii) concessão de créditos rotativos para adquirir e acumular ativos; (iii) garantia de crédito: amparo nas obrigações de pagamento dos títulos; e (iv) *bridge-to-bond*, ou criação de estruturas para mobilizar investidores institucionais.

O BID Invest pode assistir tecnicamente os emissores de títulos temáticos: na identificação de oportunidades nas carteiras para emissão de títulos; no desenvolvimento do *framework* do título; e na seleção de empresas independentes para uma segunda opinião, verificação ou certificação. De acordo com o *Sustainable Debt Framework* do BID Invest, que rege a emissão de instrumentos de dívida verde, social e de sustentabilidade, projetos verdes são aqueles relacionados a: energias renováveis; eficiência energética; transporte limpo; manejo e uso sustentável de recursos naturais; adaptação às mudanças climáticas e resiliência climática; e manejo sustentável de águas e efluentes.

A categoria de eficiência energética, da classe de projetos verdes, abarca uma gama de projetos sob o ponto de vista industrial, como soluções voltadas para a recuperação de calor para água quente, em indústrias de alimentos, de plásticos, de metais, farmacêutica e metalúrgica, que possuam sistemas de ar-condicionado ou refrigeração. Indústrias químicas, de alimento, metalúrgicas e têxteis podem se beneficiar a partir de melhorias nas eficiências de caldeiras a vapor e substituição de motores convencionais por motores mais eficientes.

De acordo com o Relatório de 2021, o BID Invest movimentou cerca de US\$ 1,61 bilhões, sendo US\$ 100 milhões em *transition bond* e US\$ 50 milhões em *decarbonization bond*, o que demonstra o espaço para crescimento que essas duas categorias apresentam. Ainda sob a perspectiva dos títulos apoiados pelo BID Invest, nota-se maior destaque para as categorias de energia sustentável e eficiência energética, com cerca de US\$ 407 milhões alocados.

Barreiras para investimento em descarbonização

Apesar das várias possibilidades de financiamento para descarbonização, ainda existem barreiras no cenário nacional para efetivação destas. O documento "*Finding Pathways, Financing Innovation: Tackling the Brazilian Transition Challenge*" (WEF, 2023) traz que as principais barreiras giram em torno da falta de desenvolvimento de uma estrutura interna no país para direcionar tais atividades.

O exemplo mais claro é a falta de definição de estratégias de redução de emissões para o país: apesar das metas definidas no âmbito da NDC nacional, o Brasil não conta com estratégias gerais e setoriais que desenhem o caminho para alcançar tais metas. Tal fato torna mais difícil captar investimentos internacionais para ações individuais, já que não existe reconhecimento da comunidade global para tais ações e tampouco verificação de alinhamento destas com as metas nacionais e com os objetivos do Acordo de Paris, principal justificativa para alocação de recursos estrangeiros.

Faz-se essencial que o Brasil desenvolva uma estratégia clara para descarbonização nacional, que conte com direcionamentos específicos para os diferentes setores da economia, levando em consideração as especificidades do país e de cada setor, principalmente daqueles de mais difícil descarbonização, como a indústria.

Além disso, é importante que sejam evidenciados os avanços fundamentais para implementação das estratégias, como desenvolvimento de novas tecnologias, rotas de produção industrial e de novos combustíveis, bem como os mecanismos necessários para viabilização de tais avanços. Entre elas estão ainda o desenvolvimento de novas formas de investimentos, fluxos e instrumentos financeiros (títulos verdes, sociais, de transição, sustentáveis e vinculados à sustentabilidade), de capacitação técnica para pessoas e instituições e infraestrutura física e de gestão (WEF, 2023).

O amadurecimento de tais frentes também demonstrará uma forma de apoio político para as ações de descarbonização setoriais ou individuais, transmitindo maior credibilidade para elas. Dessa forma, é importante que as estratégias setoriais sejam elaboradas em ação conjunta com os setores e especialistas.

Para além das ações no âmbito governamental, é importante ressaltar a importância da ação do próprio setor financeiro em prol daqueles que já estão implementando ou irão implementar estratégias de transição para uma economia de baixo carbono. Devido à falta de regulação nacional, adotar medidas de gestão para a sustentabilidade é, muitas vezes, mais caro do que a gestão tradicional, pois envolve custos para análise de especialistas, adoção de sistemas, implementação de novos processos e contratação de novos profissionais e equipes.

Ressalta-se a importância de as instituições financeiras nacionais se alinharem às discussões e recomendações a exemplo da Força-Tarefa sobre Divulgações Financeiras Relacionadas ao Clima (TCFD, na sigla em inglês), as Rede de Bancos Centrais e Supervisores para o Esverdeamento do Sistema Financeiro (NGFS, na sigla em inglês) e às novas diretrizes do Banco Central do Brasil (WEF, 2023).

A adoção geral das recomendações, além de uniformizar a atuação as empresas, traz benefícios para o sistema financeiro, já que as operações subsequentes terão menores

riscos associados, ao considerar, dimensionar e tomar ações para mitigar os riscos climáticos. Além disso, torna o ambiente financeiro nacional um ambiente de maior transparência e credibilidade para que investidores externos, ou mesmo internos, possam alocar capital, já que informações e dados sobre o desempenho climático das empresas ficam mais acessíveis, permitindo que a tomada de decisão seja baseada também em critérios climáticos.

Outra barreira que pode ser enfrentada para captação de investimentos de *players* tanto internacionais quanto nacionais é o cenário de insegurança pelo risco de *greenwashing*. Para *players* internacionais, existe a dificuldade de compreender as especificidades do contexto brasileiro, como as possibilidades de inovação com soluções baseadas na natureza.

Outra barreira a ser enfrentada está no processo de gerenciamento de instrumentos financeiros relacionados com a mitigação da mudança do clima. Muitos desses instrumentos, como os títulos temáticos, têm processo de emissão mais demorado e custoso que os tradicionais, por envolverem etapas extras como verificações e opiniões de segunda parte em diversas partes do processo, necessidade de relato e processos posteriores de monitoramento, incluindo o desenvolvimento de indicadores de desempenho (KPIs, sigla em inglês para *Key Performance Indicators*).

Os KPIs, muitas vezes utilizados como pré-requisito de instituições financeiras, ainda podem trazer desafios adicionais para as instituições emissoras, desde a coleta dos dados até os mecanismos de governança necessários, que muitas vezes são processos não desenvolvidos por algumas emissoras. Isso causa uma disparidade de alocação de recursos entre instituições, já que aquelas que já possuem mais recursos de antemão para investir no processo se sobressaem sobre as demais. Como alternativas a essas barreiras, o WEF (2023) cita em relatório cinco abordagens principais que devem ser incorporadas pelo setor financeiro:

1. Adotar uma abordagem abrangente para avaliar e gerir os riscos relacionados com o clima, incluindo riscos físicos e de transição, para tomar decisões;
2. Revisão e atualização das políticas de crédito para alinhar-se com práticas de financiamento sustentáveis;
3. Envolver e fornecer incentivos para que suas equipes comerciais priorizem o financiamento sustentável;
4. Estruturar uma gama diversificada de soluções inovadoras, produtos e serviços para atender às crescentes necessidades de financiamento sustentável; e
5. Educar gestores de relacionamento, banqueiros e corretores sobre o desafio climático e as tecnologias que oferecem soluções, e treiná-los na economia da transição climática.



3rdtimeluckystudio

shutterstock.com

shutterstock.com

4 RECOMENDAÇÕES

A Agência Internacional de Energia (IEA) enfatiza que alcançar emissões líquidas zero até 2050 exige cortes rápidos e profundos nas emissões de dióxido de carbono (CO₂) e de outros gases de efeito de estufa (GEE), especialmente metano, até 2030. Para isso, lista as principais medidas em direção ao cenário *net zero*: (i) triplicar a capacidade das energias renováveis; (ii) duplicar a taxa de melhorias na intensidade energética; (iii) acelerar a eletrificação; (iv) reduzir as emissões de metano; (v) acelerar o desenvolvimento e utilização de CCUS, bioenergia, hidrogênio e combustíveis à base de hidrogênio, principalmente para os segmentos industriais altamente intensivos em energia e de difícil abatimento; e (vi) promover melhorias de infraestrutura (IEA, 2023b). Para além das tratativas tecnológicas – entendendo que medidas já existentes possuem alto potencial para descarbonização – e olhando para a realidade brasileira, a introdução de políticas públicas que incentivem tecnologias de baixa emissão no setor industrial e mecanismos de precificação de carbono podem auxiliar no alcance de metas climáticas ao mesmo tempo em que mantém a competitividade. Entretanto, estas precisam ser bem delineadas e transversais às demais áreas, como o setor energético e o florestal. Assim, observa-se proposições de instrumentos regulatórios e possíveis mecanismos de incentivo para que se delineie a trajetória de descarbonização mais adequada para o setor industrial do país, e auxiliem no atingimento da NDC brasileira, tais como:

Medidas gerais

1. Instrumentalizar medidas de cunho regulatório e setorial, com alcance multidisciplinar, para que se atinja não só as metas de descarbonização, mas se gere emprego e renda. Nesse sentido, criar mecanismos de proteção à competitividade e estabilidade de preços, além de metas compatíveis com a contribuição de cada setor nas emissões totais do país;
2. Maior engajamento do setor industrial na construção do novo Plano Setorial de Mitigação e do Plano de Adaptação;
3. Criar marcos regulatórios modernos e harmonizados, principalmente no que tange à estratégia de longo prazo e ao detalhamento das medidas necessárias para a descarbonização da indústria e o atingimento da NDC;
4. Criar condições e regulação apropriada para redução dos riscos do setor financeiro frente ao financiamento climático (exemplo dos mecanismos de garantia), assim como destravar e/ou facilitar o acesso a financiamento, capital e recursos

alternativos. Nesse sentido, criar condições para a superação de assimetrias no acesso ao crédito e custos de transação, o que inibe ações de eficiência energética de pequenas empresas;

5. Incentivar instrumentos financeiros e fiscais, como tarifas *feed-in*, empréstimos, títulos verdes e classificações e padrões do mercado de títulos, incluindo padrões ESG. Da mesma forma, fomentar a criação de fundos específicos e regras para transparência financeira e proteção de investidores e consumidores;
6. Melhorar a coleta de dados, com a elaboração de inventário de emissões, incluindo dados de fornecedores, emissões incorporadas ao produto, além de maior adoção de metas, métricas e padrões para divulgação de relatório de sustentabilidade compatíveis com requisitos nacionais e internacionais;
7. Formular mecanismos para superação das barreiras comerciais que impactem bens e serviços de origem nacional, assim como criar um sistema robusto e de longo prazo, de financiamento aos investimentos e às exportações;
8. Obter maior firmeza governamental na fiscalização do desmatamento, visto que o atingimento da meta e a contribuição indicativa da NDC brasileira estão fortemente condicionados ao cumprimento da medida adicional do desmatamento zero. Nesse sentido, aumentar as ações de monitoramento, fiscalização e ordenamento territorial. É uma medida voltada para o setor de AFOLU, mas que influencia direcionamentos estratégicos da indústria e do governo;
9. Promover o fluxo e a economia circular de materiais e adotar medidas de melhoria e ganhos de eficiência energética, como controle de emissões, eletrificação de instalações e apoio ao uso do hidrogênio de baixo carbono, CCS e CCUS. Além disso, promover maiores investimentos em bioeconomia enquanto medida de proteção da biodiversidade e na utilização da bioenergia e biomassa renovável;
10. Investir em P&D para avaliação de opções tecnológicas com grande potencial de abatimento (CCS/CCUS, cogeração e eficiência de fornos e caldeiras), assim como P&D para avaliação dos impactos de IPCs no mercado brasileiro; e
11. Definir um plano de implementação da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC).

Medidas específicas para instrumentos de precificação de carbono

1. Estabelecer um mercado regulado de carbono no Brasil por meio de uma lei, sob a forma de um Sistema de Comércio de Emissões (*cap and trade*) para o setor industrial. Da mesma forma, criar governança robusta, com participação do setor privado, para apoiar a regulamentação desse sistema de precificação de carbono;

2. Implantar processos concretos para monitoramento, relato e verificação (MRV) e registro nacional de emissões de GEE da atividade industrial, equivalentes à estrutura de registro internacional, garantindo a comparabilidade de dados;
3. Reforçar a necessidade de definição de arranjo institucional que viabilize a operacionalização dos mecanismos do artigo 6 do Acordo de Paris;
4. Reforçar a necessidade da definição de metodologias, fontes de geração de créditos e responsabilidades para a certificação sob o mecanismo do artigo 6.4. Tal artigo permitirá que o setor privado invista em projetos de redução de emissões de GEE e gere créditos que possam ser tanto comercializados quanto servir para o abatimento das metas de redução de emissões estabelecidas por meio da NDC;
5. Definir uma estratégia nacional no âmbito do artigo 6.2, que permite que países troquem entre si as reduções de emissões ou remoções, incluindo mecanismos para a realização de ajuste correspondente, entre outras questões;
6. Possibilitar uma transição justa e com segurança dos projetos e das metodologias vindas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL);
7. Apoiar a simplificação dos processos de transação dos créditos no mercado voluntário, assim como o desenvolvimento de projetos de Soluções Baseadas na Natureza (SBN)/ Soluções Climáticas Naturais (SCN);
8. Fortalecer projetos de REDD+ (Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal), observando sua metodologia, integridade dos créditos de carbono gerados e integração com o arcabouço internacional;
9. Investir em projetos que gerem cobenefícios, transformando-se em recursos para comunidades tradicionais e pequenos produtores; e
10. No âmbito do artigo 6.8, recomenda-se buscar fontes de financiamento internacional para a pesquisa e o contínuo desenvolvimento de tecnologias em larga escala, como CCS/CCUS. Ademais, avaliar oportunidades de transferência de tecnologias e melhores práticas.



CO₂



Miha Creative



shutterstock

CONCLUSÃO

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as emissões globais de GEE devem atingir o pico até 2025 para limitar o aquecimento global a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais. Em 2022, as emissões globais do setor industrial diminuíram 1,7%, chegando a 9,2 Gt no ano passado. Entretanto, o setor ainda é um dos mais relevantes em termos de emissões de GEE no mundo. Para enfrentar a crise climática e atingir emissões líquidas zero até 2050, globalmente, é imperativo que a transição para um setor industrial descarbonizado seja acelerada para atender à urgência dos desafios climáticos. No Brasil, as emissões do setor industrial não são tão representativas, já que grande parte das emissões do país advém do desmatamento e da pecuária. De qualquer modo, para o Brasil atingir a meta de neutralidade de emissões em 2050, o setor industrial brasileiro precisará passar por uma profunda transformação, até mesmo para não perder competitividade frente a uma indústria global que está acelerando seu processo de descarbonização.

Embora o setor industrial seja grande e diversificado, a meta de descarbonizar a produção industrial global para atingir emissões líquidas zero até 2050 é viável, de acordo com diversos estudos internacionais. Inúmeros “roteiros” (*roadmaps*) (inter)nacionais para a descarbonização do setor estão disponíveis, com tecnologias conhecidas e opções de desenvolvimento de políticas públicas, incluindo a adoção de mecanismos de precificação de carbono. Entretanto, novas oportunidades surgirão à medida que as tecnologias industriais de baixa emissão se tornarem mais baratas e mais difundidas.

Entende-se que a descarbonização da indústria, especialmente dos subsetores mais energointensivos, só será bem-sucedida se houver uma abordagem multidisciplinar e abrangente, envolvendo os setores público e privado, e que tente acelerar a pesquisa, o desenvolvimento e a implantação de tecnologias transformadoras. Ou seja, tanto o esforço público quanto o esforço de entes não-governamentais são base primordial para que iniciativas voltadas à descarbonização da indústria sejam bem direcionadas, seja por meio de políticas públicas, leis ou responsabilidades em estruturas de mercado, seja por meio de práticas e estratégias empresariais regidas por ações voluntárias ou mandatárias com base legal.

Uma política de precificação de carbono bem estruturada, que destine as receitas para atenuar distorções na economia brasileira e promova a criação de empregos, aliada à proteção dos setores produtivos nacionais, surge como uma das alternativas mais

promissoras para o Brasil atender ao Acordo de Paris, sem prejudicar seu desenvolvimento econômico e social.

Os *offsets* florestais desempenharão um papel crucial na redução do custo de descarbonização da indústria, principalmente em um país com vastos recursos florestais como o Brasil. Funcionando como créditos de carbono, esses *offsets* permitem que as empresas compensem parte de suas emissões de gases de efeito estufa por meio do financiamento de projetos que promovem a redução ou a remoção de carbono da atmosfera, como o reflorestamento e a conservação florestal. Em um cenário de abundância e baixo custo desses *offsets* no Brasil, a indústria pode efetivamente reduzir sua pegada de carbono e se alinhar às metas climáticas globais de uma maneira economicamente viável. Essa estratégia, quando bem implementada, representa uma solução eficaz e custo-efetiva que beneficia não apenas a indústria e a economia, mas também a biodiversidade e a comunidade local.

A participação do governo brasileiro na criação de condições econômicas e regulatórias favoráveis é essencial para acelerar a descarbonização do setor industrial. A implementação de políticas claras e estáveis pode atrair investimentos e impulsionar a inovação em tecnologias de baixo carbono. Além disso, é imperativo que o governo desempenhe um papel ativo no financiamento dessa transição profunda. Isso pode ser feito por meio de uma participação ativa do BNDES no papel de financiador da transição, da criação de fundos públicos específicos, da facilitação do acesso ao crédito e da formação de parcerias público-privadas. Um ambiente regulatório bem estruturado, combinado com apoio financeiro direto e indireto, pode dar segurança aos investidores e às empresas, estimulando o crescimento de um setor industrial mais sustentável e resiliente, alinhado com os objetivos de desenvolvimento sustentável e as metas climáticas globais.

Os esforços necessários à redução das emissões de GEE na indústria terão semelhanças entre os subsetores, mas as complexidades de cada um exigem alguns caminhos específicos para a descarbonização, conforme apresentado ao longo deste relatório. Nesse sentido, ressalta-se a necessidade de se ter uma maior atenção relacionada à descarbonização de subsetores industriais mais expostos ao comércio internacional, como o aço e o alumínio.

Em um mundo efetivamente comprometido com a descarbonização e com condições semelhantes de competição, a indústria brasileira possui um potencial significativo para atrair grandes investimentos e impulsionar novos negócios. A baixa intensidade de carbono do setor energético brasileiro, em grande parte devido à forte presença de fontes renováveis como hidroelétricas e biomassa, confere ao país uma vantagem competitiva no cenário global de negócios sustentáveis. Além disso, com a implementação do Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM) pela União Europeia e outros, que penaliza as

importações de países com altas emissões de carbono, o Brasil se encontra numa posição vantajosa para expandir suas exportações para esses mercados.

O país tem a oportunidade de se tornar pioneiro na transição para uma economia de baixo carbono. No entanto, é preciso que haja não só a estruturação e elaboração de uma estratégia nacional, como sinergia entre o arcabouço regulatório nacional e internacional, evitando que haja duplicidade entre tais estruturas e/ou impactos na competitividade dos setores da economia brasileira.

Assim, dadas as condições corretas, a indústria brasileira pode ganhar força e participação no PIB brasileiro e desempenhar um papel significativo na economia global de baixo carbono.

REFERÊNCIAS

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Crédito ASG**. Disponível em: <https://bit.ly/44f02Z0>. Acesso em: 14 ago. 2023.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Finame**: baixo carbono. Disponível em: <https://bit.ly/45Sol1b>. Acesso em: 14 ago. 2023.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. **Finem**: Crédito Direto Meio Ambiente. Disponível em: <https://bit.ly/3KLBn7>. Acesso em: 14 ago. 2023.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. **Fundo Amazônia**: apoio ao meio ambiente. Disponível em: <https://bit.ly/3QJb45w>. Acesso em: 14 ago. 2023.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. **Fundo Clima**. Disponível em: <https://bit.ly/45g6hgz>. Acesso em: 14 ago. 2023.

BID INVEST. **Manual de Implementação da Política de Sustentabilidade Ambiental e Social**. Disponível em: https://idbinvest.org/sites/default/files/2022-11/implementatio%20manual_PORT_C.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

BID INVEST. **Política de Sustentabilidade Ambiental e Social**. 15 dez. 2020. Disponível em: https://idbinvest.org/sites/default/files/202211/idb_invest_sustainability_policy_2020_PT.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

BID INVEST. **Setores**. 2023. Disponível em: <https://www.idbinvest.org/en/sectors>. Acesso em: 18 ago. 2023.

BID INVEST. **Alocation and Impact Report, 2021**. Disponível em: https://www.idbinvest.org/sites/default/files/2022-11/SUSTAINABLE%20BONDS%20PROGRAM_2022_FINAL_compressed%20%282%29.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

BID INVEST. **Sustainable Debt Framework**. 2020. Disponível em: https://www.idbinvest.org/sites/default/files/202211/Sustainable%20Debt%20Framework%20_low.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

BLOOMBERG. **Big money rushes into carbon capture: can it deliver this time**. 2023. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-05-16/big-money-rushes-into-carbon-capture-can-it-deliver-this-time>. Acesso em: 01 mai 2023.

BRASIL. **Novo PAC**. 18 ago. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/novopac>. Acesso em: 08 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Crescimento econômico terá nova dinâmica com proposta de transição ecológica**. jul. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2023/julho/crescimento-economico-tera-nova-dinamica-com-proposta-de-transicao-ecologica>. Acesso em: 30 ago. 2023.

BRASIL. Decreto nº 11.549, de 5 de junho de 2023. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 jun. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20232026/2023/Decreto/D11549.htm#art1. Acesso em: 30 ago. 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.578, de 22 de novembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 nov. 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9578-22-novembro-2018-787358-publicacaooriginal-156777-pe.html#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%209.578%2C%20DE%2022%20DE%20NOVEMBRO%20DE,n%C2%BA%2012.187%2C%20de%2029%20de%20dezembro%20de%202009>. Acesso em: 30 ago. 2023.

BRASIL. Casa Civil. **Medidas Institucionais do Novo PAC**. ago. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/novopac/medidas-institucionais>. Acesso em: 30 ago. 2023.

BRASIL. **Parecer da Senadora Leila Barros de 2023**. Sobre o Projeto de Lei nº 412, de 2022. Brasília, DF: Senado Federal, 2023. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9436499&ts=1692641949736&rendition=stored-leg-signed-pdf&disposition=inline>. Acesso em: 21 ago. 2023.

BRASIL. Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano Anual de Aplicação de Recursos – PAAR 2022**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/apoio-a-projetos/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima/paar-2022.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2023.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 2838 de 2022**. Estabelece normas e diretrizes para o desenvolvimento e aplicação da Taxonomia Ambiental e Social de atividades econômicas, projetos de infraestrutura e tecnologias para fins de destinação de incentivos econômicos, fiscais e creditícios. Brasília: Câmara dos Deputados, 2023. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2247754&filename=Avulso%20PL%202838/2022. Acesso em: 28 ago. 2023.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 412 de 2022**. Regulamenta o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões. Brasília: Senado Federal, 2022. Disponível em: https://legis.senado.leg.br/sdleggetter/documento?dm=9076235&ts=1692660365572&disposition=inline&_gl=1*1l-mqfoo*_ga*MTI5NjgzODMzOC4xNjkyNzA2MDk3*_ga_CW3ZH25XMK*MTY5MjcxODA2OC4yLjAuMTY5MjcxODA2OC4wLjAuMA. Acesso em: 21 ago. 2023.

CBI. **Explaining Green Bonds**. 2023. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/market/explaining-green-bonds>. Acesso em: 09 ago. 2023.

CBI. **Financing credible transitions: how to ensure the transition label has impact.** 2020. Disponível em: https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_fincredtransitions_final.pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

CBI. **Taxonomia Climate Bonds.** 2021. Disponível em: https://www.climatebonds.net/files/page/files/cbi_taxonomy_tables-pt-01e.pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

CEBDS; FEBRABAN. **Guia para emissão de Títulos Verdes no Brasil.** 2016. Disponível em: https://cebds.org/wp-content/uploads/2016/10/CEBDS_Guia-emissao-titulos-verde_PT_2016.pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

CEBRI. **Programa de Transição Energética: 1º ciclo diagnóstico: tendências e incertezas da transição energética no caso brasileiro.** 2021. Disponível em: https://www.cebri.org/media/documentos/arquivos/PTE_Whitepaper_21dez_PT.pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

CGCL; MCTIC. **Acordo de Paris.** 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acesso em: 14 ago. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. 2023. **A importância da indústria para o Brasil.** Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/>. Acesso em: 10 mai 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **A precificação de carbono e seus impactos na competitividade da cadeia de valor do setor industrial Brasileiro: cenários de taxaço e de comércio de emissões.** Brasília: CNI, 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. 2020. **A precificação de carbono e os impactos na competitividade da cadeia de valor da indústria.** Brasília: CNI, 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Indústria brasileira apresenta propostas para negociações na Conferência do Clima.** 2022. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/posicionamentos/industria-brasileira-apresenta-propostas-para-negociacoes-na-conferencia-do-clima/>. Acesso em: 01 mai 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. 2023. **Portal da Indústria.** 2023a. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/>. Acesso em: 10 mai 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Regulamento da União Europeia estabelece mecanismo de ajuste de carbono na fronteira (CBAM).** 2023b. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/34/aa/34aaf7c9-494a-49d3-8926-cf38d59d437f/apc_9_cbam.pdf. Acesso em: ?? out. 2023.

EUROPEAN COMMISSION – EC. **The Green Deal Industrial Plan: putting Europe's net-zero industry in the lead**. 2023. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_510. Acesso em: 10 maio 2023.

EUROPEAN PARLIAMENT - EU. **Ecosystem marketplace insights Report: Markets in Motion: State of the Voluntary Carbon Markets, 2021**. Disponível em: <https://www.ecosystemmarketplace.com/publications/state-of-the-voluntary-carbon-markets-2021/>. Acesso em: 10 maio 2023.

EUROPEAN PARLIAMENT - EU. **Parliament backs new rules for sustainable, durable products and no greenwashing**. 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20230505IPR85011/parliament-backs-new-rules-for-sustainable-durable-products-and-no-greenwashing>. Acesso em: 23 mai 2023.

EUROPEAN PARLIAMENT - EU. **Parliament adopts new law to fight global deforestation**. 2023b. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/>. Acesso em: 21 mai 2023.

FEIJÓ, Carmen. **Contabilidade social**: referência atualizada das contas nacionais do Brasil. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2013.

FEDERAL TRADE COMMISSION - FTC. **Green guides**. 2023. Disponível em: <https://www.ftc.gov/news-events/topics/truth-advertising/green-guides>. Acesso em: 23 maio 2023.

IABR - INSTITUTO AÇO BRASIL. **Plano de Descarbonização Aço Brasil**. 2023. Apresentação de slides.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Matriz de insumo-produto**: Brasil: 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Sistema de Contas Nacionais**. [S. l.]: IBGE, 2017. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Sistema_de_Contas_Nacionais/Tradutores/. Acesso em: 08 set. 2023.

INTERNATIONAL CARBON ACTION PARTNERSHIP – ICAP. **Emissions trading worldwide**: status report 2023. Berlin: International Carbon Action Partnership, 2023.

ICC. **Oportunidades para o Brasil em mercados de carbono**. 2022. Disponível em: https://www.iccbrasil.org/wp-content/uploads/2022/10/RELATORIO_ICCBR_2022_final.pdf. Acesso em: 10 maio 2023.

ICMA. **Diretrizes para Títulos de Sustentabilidade**. 2021a. Disponível em: https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/Translations/Portuguese-SBG-2021_06.pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

ICMA. **Manual para o financiamento da transição climática:** diretrizes para emissores. 2020a. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/Translations/Portuguese-CTFH2020-12-300421.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2023.

ICMA. **Princípios de títulos vinculados à sustentabilidade:** diretrizes do processo voluntário. 2020b. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/Translations/2020/Portuguese-SLPB2020-June-280920.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2023.

ICMA. **Princípios para títulos sociais (social bond principles):** diretrizes voluntárias para emissão de títulos sociais. 2021b. Disponível em: https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/Translations/Portuguese-SBP-2021_06.pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

ICMA. **Princípios para títulos verdes:** diretrizes voluntárias para emissão de títulos verdes. 2021c. Disponível em: https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/Translations/Portuguese-GBP-2021_06.pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. 2021. **CCUS in Industry and Transformation.** Disponível em: <https://www.iea.org/reports/ccus-in-industry-and-transformation>. Acesso em: 09 ago. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Achieving net zero heavy industry sectors in G7 members.** 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/achieving-net-zero-heavy-industry-sectors-in-g7-members>. Acesso em: 09 ago. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **CO₂ Emissions in 2022.** 2023. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/3c8fa115-35c4-4474-b237-1b00424c8844/CO2Emissionsin2022.pdf>. Acesso em: 10 mai 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Net zero roadmap:** a global pathway to keep the 1.5 °c goal in reach. 2023b. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>. Acesso em: :?? set. 2023.

INTERNATIONAL MONETARY FUND - IMF. **Carbon taxes or emissions trading systems?:** instrument choice and design. 21 jul. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/staff-climate-notes/Issues/2022/07/14/Carbon-Taxes-or-Emissions-Trading-Systems-Instrument-Choice-and-Design-519101>. Acesso em: 05 mai 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2023. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES – MCTI. 2022. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil.** 6. ed. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/6a-ed-estimativas-anuais.pdf>. Acesso em: 16 maio 2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES - MCTIC. **Opções de mitigação de emissões de gases de efeito estufa em setores-chaves do Brasil:** sumário executivo: modelagens setoriais e opções transversais para mitigação de emissões de gases de efeito estufa. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; ONU Meio Ambiente, 2017a.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES - MCTIC. **Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no acordo de Paris.** Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; ONU Meio Ambiente, 2017b.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES - MCTIC. **Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de mineração e pelletização.** Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, ONU Meio Ambiente, 2017c.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES - MCTIC. **Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de óleo e gás natural.** Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, ONU Meio Ambiente, 2017d.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES - MCTIC, 2017e. **Modelagem setorial de opções de baixo carbono para o setor de metalurgia de metais não ferrosos.** Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; ONU Meio Ambiente, 2017.

PARTNERSHIP FOR MARKET READINESS BRASIL - PMR BRASIL. **Diagnóstico Setorial.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/pmr/componente-1/produto-2-diagnostico-setorial-industria.pdf/view>. Acesso em: 06 mai 2023.

Rabobank, 2022. Disponível em: <https://www.rabobank.com/knowledge/d011294242-an-introduction-to-the-sustainability-reporting-landscape>. Acesso em: 20 maio 2023.

SANTOS, L. **Proposal for the implementation of a carbon pricing instrument in the Brazilian industry:** assessing competitiveness risks and distributive impacts. 2018. Tese (Doutorado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/teses-e-dissertacoes/2018/1416-proposal-for-the-implementation-of-a-carbon-pricing-instrument-in-the-brazilian-industry-assessing-competitiveness-risks-and-distributive-impacts>. Acesso em: 05 maio 2023.

SEEG. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2021.** 2022. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2023/03/SEEG-10-anos-v4.pdf>. Acesso em: 07 maio 2023.

TALANOA. **Clima e desenvolvimento**: visões para o Brasil 2030. 2021. Disponível em: <https://www.politicaporinteiro.org/wp-content/uploads/2021/10/clima-e-desenvolvimento-11-out.pdf>. Acesso em: 07 maio 2023.

TALANOA. **Chamado à transversalidade 2023-2026**. 2023. Disponível em: <https://instituto-talanoa.org/wp-content/uploads/2023/03/transversalidade-agenda-climatica-2023-2026.pdf>. Acesso em: 07 maio 2023.

The CCUS Hub. **The CCUS hub playbook**: a guide for regulators, industrial emitters and hub developers. 2022. Disponível em: [https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/3971732/220304%20CCUS%20Playbook%20\(1\).pdf](https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/3971732/220304%20CCUS%20Playbook%20(1).pdf). Acesso em: 20 maio 2023.

UN ENVIRONMENT PROGRAMME FINANCE INITIATIVE - UNEP FI. **Sectoral risk briefings**: insights for financial institutions. 2023. Disponível em: <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2023/04/Climate-Risks-in-the-Industrials-Sector.pdf>. Acesso em: 01 maio 2023.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. 2022. **Emissions Gap Report 2022**: the closing window: climate crisis calls for rapid transformation of societies. Nairobi, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>. Acesso em: 01 mai 2023.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Federative Republic of Brazil**: Paris agreement: Nationally Determined Contribution (NDC). 2022. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Updated%20-%20First%20NDC%20-%20%20FINAL%20-%20PDF.pdf>. Acesso em: 01 mai 2023.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **COP26 Outcomes**: market mechanisms and non-market approaches (Article 6) 2021. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact/cop26-outcomes-market-mechanisms-and-non-market-approaches-article-6>. Acesso em: 14 ago. 2023.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Technical dialogue of the first global stocktake**: synthesis report by the co-facilitators on the technical dialogue. 2023. Disponível em: https://unfccc.int/documents/631600?utm_source=akna&utm_medium=email&utm_campaign=11092023-ClimaInfo-Newsletter. Acesso em: 11 set. 2023.

WILLS, W. 2013. **Modelling long term effects of greenhouse gases mitigation policies in the Brazilian economy**. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/wills.pdf>. Acesso em: 11 set. 2023.

WILLS, W.; LA ROVERE, E. L.; GROTTA, C.; NASPOLINI, G. F.; LE TREUT, G.; GHERSI, F.; LEFÈVRE, J.; DUBEUX, C. B. S. Economic and social effectiveness of carbon pricing schemes to meet Brazilian NDC targets. **Climate Policy**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1981212>WEF. Acesso em: 11 set. 2023.

OLIVER WYMAN. **Finding pathways, financing innovation**: tackling the Brazilian transition challenge. 2023. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Finding_Pathways_Financing_Innovation_2023.pdf. Acesso em: 28 ago. 2023.

WORLD ECONOMIC FORUM - WEF. **Net-zero industry tracker 2022 edition**. Jul. 2022. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_NetZero_Industry_Tracker_2022_Edition.pdf. Acesso em: 06 maio 2023.

WORLD BANK. **State and trends of carbon pricing 2023**. Washington: World Bank, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10986/39796>. Acesso em: 06 maio 2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE – WRI. **10 conclusões do relatório do IPCC sobre mudanças climáticas de 2023**. 2023a. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/10-conclusoes-do-relatorio-do-ipcc-sobre-mudancas-climaticas-de-2023>. Acesso em: 01 set. 2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE – WRI. **Science based targets initiative (SBTi)**. 2023b. Disponível em: <https://www.wri.org/initiatives/science-based-targets>. Acesso em: 01 mai 2023.

ANEXO A – CENÁRIOS PROSPECTIVOS E CUSTOS PARA A INDÚSTRIA

Para fins do presente estudo foram trabalhados três cenários, no modelo de equilíbrio geral computável, IMACLIM-BR, com as principais hipóteses consideradas e seus resultados macroeconômicos focados na indústria brasileira, até 2050. O objetivo é apontar os caminhos mais interessantes a serem percorridos pelo país em seu objetivo de chegar até chegar ao seu compromisso de neutralidade climática em meados desse século.

Modelagem de Equilíbrio Geral Computável (CGE) e o modelo IMACLIM-BR

Modelos de Equilíbrio Geral Computável (CGE, na sigla em inglês) representam uma categoria de modelos que empregam dados econômicos reais para projetar como uma economia pode responder a alterações tecnológicas, políticas ou a outros estímulos externos, em contextos de curto, médio ou longo prazo.

De forma geral, esses modelos utilizam uma ampla gama de dados econômicos, com ênfase nas Contas Nacionais (CN) da região em análise, nesse caso o Brasil. Dentre o conjunto de dados das Contas Nacionais, disponibilizado pelo IBGE, encontra-se a Matriz Insumo-Produto (MIP) brasileira, a qual elucida as interconexões entre os diversos segmentos da economia, detalhando os fluxos financeiros de bens e serviços, bem como as relações intersetoriais inerentes ao sistema econômico nacional.

Os modelos CGE fazem uso de um volumoso conjunto de equações que descrevem a evolução das variáveis ao longo dos cenários propostos. Desse modo, tais modelos são aptos para avaliar o impacto de novas políticas (a exemplo da precificação de carbono) sobre variáveis econômicas, como PIB, produção setorial, emprego, renda, importações e exportações, além dos efeitos sobre a competitividade dos setores produtivos.

No Brasil, o emprego de modelos CGE para a concepção de cenários e estudos climáticos é uma prática recente, datando dos últimos 15 anos. O modelo IMACLIM-BR (Wills, 2013), instrumentalizado neste estudo, tem sido amplamente utilizado em diversas pesquisas e publicações nos últimos 10 anos, incluindo simulações de cenários no âmbito do projeto PMR Brasil, financiado pelo Banco Mundial e coordenado pelo Ministério da Fazenda/Economia.

O modelo IMACLIM-BR distingue-se dos modelos CGE convencionais por sua natureza híbrida, que, além de mapear os fluxos financeiros entre os setores econômicos, também contempla fluxos físicos, com foco nos fluxos energéticos, calibrados conforme o Balanço Energético Nacional, elaborado anualmente pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

No que tange aos fluxos físicos, os fluxos energéticos são estreitamente vinculados às emissões de GEE, sendo passíveis de quantificação em uma métrica comum, a exemplo de toneladas de petróleo equivalente (TEP), BTU, Joules, entre outras. Adicionalmente, a EPE disponibiliza balanços energéticos anuais detalhados, especialmente para os setores energético e industrial.

Além das CNs e do BEN, a hibridização do modelo demanda a consulta a fontes de dados adicionais, tais como a Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE, dados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS), o Anuário Estatístico da ANP, bem como dados estatísticos da ANAC e da EPL. Esse aprimoramento na granularidade dos dados favorece uma descrição mais pormenorizada dos sistemas técnicos, adequada às peculiaridades setoriais.

A versão atual do IMACLIM-BR retrata a economia brasileira como um sistema aberto, compreendendo:

- 4 setores institucionais: famílias, empresas, governo e resto do mundo, com a possibilidade de subdivisão do setor de famílias em até 10 classes de renda;
- 2 fatores primários de produção: capital e trabalho; e
- 19 setores produtivos, incluindo seis setores energéticos, sete setores industriais, três setores relacionados à agropecuária, além de setores de transporte de carga e de passageiros e o setor de serviços.

Em suma, o IMACLIM-BR é um modelo de equilíbrio geral híbrido, recursivo, construído especificamente para simulações de cenários de redução de emissões em médio e longo prazo, contextos nos quais se verifica intensa inovação tecnológica e transformação nos sistemas energéticos, as quais o modelo foi construído especialmente para captar e simular.

Cenários e hipóteses adotadas

A CNI e seus associados simularam, a partir de reuniões e consultas, os três cenários descritos na tabela a seguir.

TABELA 1 – Descrição dos cenários simulados

Cenários analisados	
Cenários/Características	Comentários
Cenário de Referência UE adota CBAM e Brasil não precifica carbono, mas cumpre sua NDC com outras medidas (foco em AFOLU)	Cenário em que os compromissos e as tendências atuais são mantidos, sem a adoção de uma política de precificação de carbono. Não há aumento de ambição após 2030.
Cenário 1 UE adota CBAM e Brasil adota imposto de carbono (cumpre NDC)	Cenário em que se avalia os impactos da adoção de um imposto de carbono (receitas vão para o orçamento geral da União) para o cumprimento da NDC, tendo em vista o CBAM europeu. Desmatamento não chega a zero e acrescenta 200 Mt CO ₂ e por ano.
Cenário 2 UE adota CBAM e Brasil adota mercado de carbono (cumpre NDC)	Cenário no qual se avalia os impactos da adoção de um mercado de carbono no Brasil para o cumprimento da NDC, tendo em vista a adoção do CBAM europeu.

Fonte: Elaboração própria a partir de discussões com a CNI.

O Cenário de Referência (REF) é um cenário em que os compromissos hoje assumidos pelo Brasil são mantidos, sem a introdução de uma política de precificação de carbono no país. Entretanto, nesse cenário é simulada a introdução do CBAM pela UE. O Brasil cumpre sua NDC em 2025 e em 2030, mas não amplia seus esforços de mitigação e, assim, não atinge a neutralidade climática em 2050.

O Cenário 1 é um cenário em que o Brasil adota uma política de precificação de carbono por meio de uma taxa de carbono. As receitas obtidas pelo pagamento dessa taxa pelos agentes econômicos vão para o orçamento geral da União. Nesse cenário, é considerada a implementação do CBAM pela UE, mas este é descontado pelo respectivo nível de precificação de carbono em vigor no Brasil ao longo dos anos nesse cenário. O Brasil atinge a NDC em 2025 e 2030, e atinge a neutralidade climática em 2050. É simulado, também, o impacto de não conseguirmos atingir a meta de desmatamento zero em 2030, e é assumido que são adicionados 200 MtCO₂e ao ano devido a esse fator. Como resultado, é necessário aumentar a taxa de carbono de forma incentivar que mais medidas de mitigação sejam implementadas pelos setores taxados, e assim alcançar as metas prometidas pelo país à UNFCCC.

O Cenário 2 difere do 1 ao simular a implementação de um mercado de carbono em que as receitas auferidas pelos leilões são utilizadas para reduzir encargos trabalhistas e, assim, reduzir o impacto recessivo da precificação de carbono no país. Nesse cenário, é considerado o CBAM pela UE, mas este é descontado pelo respectivo nível de precificação de carbono em vigor no Brasil ao longo dos anos nesse cenário. O Brasil atinge a NDC em 2025 e 2030, e atinge a neutralidade climática em 2050.

Diversas outras hipóteses precisaram ser assumidas para o desenvolvimento dos cenários. Dentre elas podemos destacar:

- População: o crescimento populacional adotado nos cenários corresponde àquele apontado pelo IBGE em sua última projeção (IBGE, 2018), atualizada pelos dados do Censo de 2022 (IBGE, 2022). Nessa estimativa, a população brasileira chegaria a 212,6 milhões de pessoas em 2030 e a 220,2 milhões de pessoas em 2050;
- Crescimento potencial do PIB: nos cenários simulados já está contemplada a crise da Covid-19, que levou a uma importante redução do PIB em 2020. Entre 2021 e 2030, o crescimento potencial médio do PIB brasileiro foi estimado em 2,5% a.a.; entre 2031 e 2040, foi estimado em 2,0% a.a. e entre 2041 e 2050, foi estimado em 2,0% a.a.;
- Preço do barril de petróleo: o preço adotado foi o do cenário *Announced Pledges* da Agência Internacional de Energia (IEA, 2022), que chega a US\$ 64/barril em 2030, US\$ 62/barril em 2040 e US\$ 60/barril em 2050 (2050), o que continua viabilizando o pré-sal, mas estima a entrada de divisas no país de modo relativamente conservador, dados os preços observados em 2022 e 2023;
- Desmatamento de florestas nativas: no Cenário de Referência e no Cenário 2 foi considerada a mesma hipótese de trajetória de redução do desmatamento de florestas nativas no país, chegando a zero em 2030, conforme o atual compromisso brasileiro. No Cenário 1, foi considerado que essa meta não seria atingida e adicionaria 200 MtCO₂e ao ano às emissões brasileiras;
- Preço do CBAM da UE: foi estimado em US\$ 100/tCO₂e até 2050, final do horizonte, em linha com os valores atingidos recentemente;
- O horizonte final dos cenários é 2050, com resultados a cada cinco anos;
- Disponibilidade e custo das medidas de mitigação disponíveis ao longo do horizonte do estudo: a disponibilidade de tecnologias de mitigação em cada setor, seus custos e sua adoção ao longo do horizonte dos cenários foram extraídos de estudos como o Opções de Mitigação (Brasil, 2018) e do PMR Brasil (Wills et al, 2021; La Rovere, Wills et al, 2020), e foram consolidadas, após atualizações, nos cenários do *Deep Decarbonization Project* (La Rovere et al, 2021) e nos cenários da Iniciativa Clima e Desenvolvimento (Talanoa, 2022).

Resultados e análises dos cenários

Este estudo simulou três cenários de emissões de GEE no Brasil até 2050 utilizando o modelo IMACLIM-BR. Ele fornece estrutura para uma análise de indicadores econômicos alinhado ao objetivo geral do Acordo de Paris (emissões líquidas zero de GEE em 2050).

O Cenário de Referência segue a tendência de ações de mitigação em andamento. Suas emissões chegam a 1,2 Gt CO₂e em 2030, atendendo à meta da NDC brasileira que foi atualizada e apresentada em abril de 2022³⁵. Nesse cenário, não há aumento de ambição até o final do período simulado, a menos da redução do desmatamento, que chega a zero em 2030. Entre 2030 e 2050, as emissões do Cenário de Referência permanecem nesse mesmo patamar, por construção.

Os demais cenários simulam a introdução de uma política de precificação de carbono no Brasil e, além de cumprirem a meta do país para 2030 relativa aos compromissos assumidos em sua NDC, atingem o objetivo de chegar a emissões líquidas zero em 2050. Nesses cenários, o foco foi avaliar o impacto dos instrumentos econômicos específicos escolhidos para a precificação de carbono, a forma de reciclagem das receitas obtidas com a precificação de carbono e o impacto do CBAM aplicado pela UE. Nesses cenários, as emissões brasileiras chegariam a 1,0Gt CO₂e em 2030 e seriam neutras em 2050 (emissões líquidas zero). O preço do carbono chegou a US\$ 25/t CO₂e em 2030, nível acima da faixa de US\$ 10/t CO₂e encontrada em estudos como o PMR Brasil e o Opções de Mitigação devido, principalmente, ao objetivo de longo prazo de se chegar à neutralidade climática em 2050. Para alcançar esse ambicioso objetivo é necessário um maior esforço desde a presente década, evitando *lock-ins* tecnológicos, o que está em linha com os resultados apresentados pelo último relatório do WG3 (mitigação) do IPCC³⁶, publicado em 2022.

A tabela a seguir apresenta os principais indicadores macroeconômicos e sociais extraídos dos cenários que foram simulados neste estudo.

35 Em abril de 2022, o governo brasileiro apresentou nova NDC, atualizando a meta de 2030 para uma redução de 50% em relação ao ano-base 2005, cujas emissões foram novamente atualizadas no 4º Inventário Nacional de Emissões de GEE. Como resultado, tendo em vista essas recentes atualizações, a atual meta brasileira de emissões para 2030 equivale a cerca de 1,28 GtCO₂e.

36 Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>. Acesso em: ???

TABELA 2 – Principais indicadores macroeconômicos e sociais

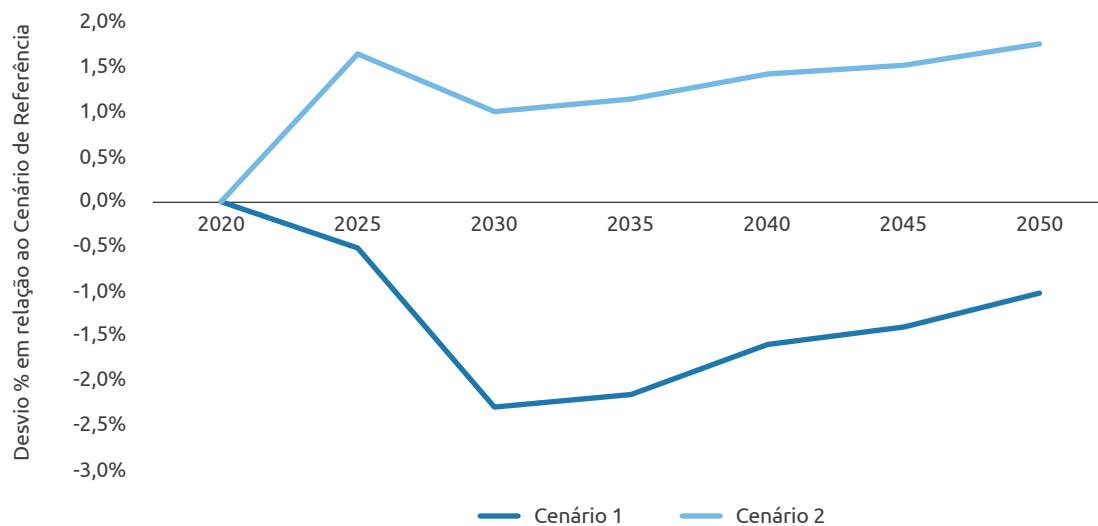
	2020	2030			2050		
	Ano Base	REF	Cenário 1	Cenário 2	REF	Cenário 1	Cenário 2
População (milhões)	201,0	212,6			220,2		
PIB (Trilhões de reais de 2020)	7,40	9,57	9,35	9,66	13,89	13,74	14,13
Diferença % PIB em relação ao Cenário de Referência	-	-	-2,3%	1,0%	-	-1,1%	1,8%
PIB per Capita (mil reais)	36,8	44,99	43,96	45,45	63,06	62,42	64,17
Balança Comercial (% do PIB)	-1,0%	0,62%	2,12%	-0,02%	0,63%	1,66%	-0,46%
Taxa de Investimento (% do PIB)	17,8%	18,2%	18,2%	18,3%	18,6%	18,6%	18,7%
Taxa de desemprego (%)	-	7,3%	8,9%	6,8%	7,8%	8,6%	6,9%
Variação no índice de preços (Em relação a REF)	-	-	-4,7%	2,7%	-	-1,7%	5,6%
Variação no poder de compra (Em relação a REF)	-	-	5,4%	0,7%	-	3,2%	0,5%
Emissões líquidas (GtCO ₂ e)	1,5	1,3	1,0		0,9	0	
Preço do carbono (USD/t CO ₂ e)	0	0	100	25	0	100	65
Intensidade de emissões do PIB (tCO ₂ e/mil reais)	0,20	0,15	0,11	0,10	0,13	-	-

Fonte: Elaboração própria.

A evolução do PIB e do PIB per capita brasileiros se mostrou sensível à precificação de carbono e à forma de reciclagem das receitas da precificação. No Cenário de Referência, sem precificação, o PIB chegou a 9,57 trilhões de reais em 2030 e a 13,89 trilhões de reais em 2050, sob influência do CBAM da UE. No Cenário 1, o PIB se mostrou reduzido em relação ao Cenário de Referência, chegando a 9,35 trilhões de reais em 2030 (-2,3%) e 13,74 trilhões de reais em 2050 (-1,0%), evidenciando que usar uma taxa de carbono para compensar uma falha no combate ao desmatamento da Amazônia tem um efeito recessivo importante e indesejável ao país. Nesse caso, as receitas de carbono foram diretamente para o orçamento geral da União e se traduziram em maiores gastos correntes por parte do governo. No Cenário 2, com a introdução de um mercado de carbono e a utilização das receitas para redução de encargos trabalhistas, um resultado interessante se apresentou,

já que o PIB cresceu em relação ao Cenário de Referência, chegando a 9,66 trilhões de reais em 2030 (+1,0%) e 14,13 trilhões de reais em 2050 (+ 1,8%), mesmo com emissões significativamente mais baixas. A utilização das receitas de carbono para redução dos encargos trabalhistas ajuda a diminuir distorções do sistema tributário, estimulando a economia e favorecendo a criação de empregos, compensando assim o componente recessivo da precificação de carbono. A figura a seguir apresenta os resultados do PIB para os cenários simulados.

FIGURA 1 – Evolução do PIB brasileiro até 2050: desvio % em relação ao Cenário de Referência



Fonte: Elaboração própria.

A taxa de investimentos em relação ao PIB se mostrou bastante estável, sendo que os cenários com precificação de carbono apresentaram um nível de investimentos superior ao Cenário de Referência, sem precificação de carbono. Os investimentos em mitigação adicional induzidos pela precificação de carbono tiveram um papel importante nesses resultados.

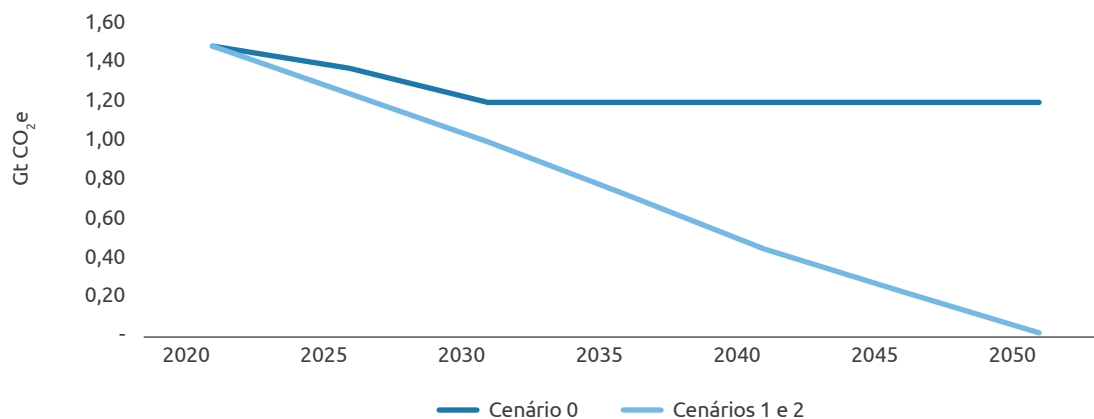
As taxas de desemprego variaram em linha com o esperado em cada cenário, dados os níveis de PIB encontrados. No Cenário de Referência, a taxa de desemprego chegaria a 7,3% em 2030 e a 7,8% em 2050. Já no Cenário 1, com o efeito recessivo devido ao tributo de carbono, a taxa de desemprego chega a 8,9% em 2030 (+1,6% em relação ao Cenário de Referência) e 8,6% em 2050 (+0,8% em relação ao Cenário de Referência). Já no Cenários 2, com a utilização das receitas de carbono para redução dos custos de mão de obra e incentivo a novas contratações, a taxa de desemprego se mostrou menor em relação ao Cenário de Referência, mesmo com a precificação de carbono. No Cenário 2,

a taxa de desemprego ficou em 6,8% em 2030 (-0,5% em relação ao Cenário de Referência) e em 6,9% em 2050 (-0,8% em relação ao Cenário de Referência). Esses resultados evidenciam a importância da política de reciclagem das receitas de carbono com o objetivo de alcançar uma transição mais adequada, tanto do ponto de vista macroeconômico quanto do social, aumentando a aceitação do instrumento de precificação de carbono pela sociedade brasileira.

A figura a seguir apresenta as emissões líquidas em cada cenário entre 2020 e 2050. Como pode-se observar, no Cenário de Referência, as emissões são significativamente mais altas do que nos Cenários 1 e 2, já que estes apresentam, por construção, um esforço adicional a partir de 2030 para se atingir emissões líquidas zero em 2050. A redução das emissões observadas no Cenário de Referência se deve ao esforço de redução do desmatamento no país e a outras medidas baseadas em políticas de comando e controle. A partir de 2030, não há aumento de ambição de mitigação no Cenário de Referência, e as emissões permanecem praticamente constantes devido a efeitos da introdução de novas tecnologias de baixo carbono em um ritmo considerado tendencial, além da manutenção das políticas que garantiriam o desmatamento zero no país.

No Cenário 1, o desmatamento foge de controle, adicionando 200 MtCO₂e ao ano. Essas emissões são neutralizadas por um engajamento mais intenso dos setores produtivos, que são impelidos a alocar recursos em estratégias de mitigação mais onerosas, como resposta ao acréscimo na taxa de carbono. Esta, por sua vez, é projetada para atingir o patamar de US\$ 100/tCO₂e já em 2030, mantendo-se nesse nível até o ano de 2050. No Cenário 2, além de alcançar o desmatamento zero em 2030, a penetração de novas tecnologias se dá em um ritmo mais acelerado se comparado ao Cenário de Referência. Essa aceleração é provocada pela política de precificação de carbono no país, que induz investimentos de baixo carbono por parte dos setores produtivos a fim de se evitar o pagamento do tributo de carbono ou a permissão de emissões no mercado.

No Cenário de Referência, as emissões chegam a 1,26 Gt CO₂e em 2030, principalmente devido à forte redução do desmatamento e de outras medidas relacionadas ao setor agropecuário. A partir de 2030, quando o desmatamento líquido chega a zero, as emissões estacionam em 1,2 Gt CO₂e e permanecem nesse nível, por construção, até 2050. Nos Cenários 1 e 2, as emissões chegam a 1,0 Gt CO₂e em 2030 e a emissões líquidas zero em 2050.

FIGURA 2 – Emissões líquidas totais por cenário até 2050 (Gt CO₂e)

Fonte: Elaboração própria.

Com o PIB variando marginalmente entre os cenários e as emissões líquidas chegando a zero em 2050, nos cenários com precificação de carbono, a intensidade de emissões do PIB cai drasticamente. Assim, é possível dizer que há uma importante dissociação entre o crescimento econômico e as emissões de carbono nos Cenários 1 e 2 e, mais do que isso, pode-se afirmar que é possível chegar à neutralidade climática em 2050 e ainda assim aumentar o nível de atividade econômica no país, reduzindo a taxa de desemprego com políticas de precificação de carbono ajustadas à realidade brasileira.

As definições dos cenários impactam diretamente a variação dos preços domésticos de cada segmento industrial, por meio de diferentes canais, como o mercado de trabalho, o preço do carbono, o CBAM, entre outros. A introdução de uma política de precificação de carbono tende a aumentar os preços domésticos, principalmente dos setores econômicos mais intensivos em carbono, como é o caso de diversos segmentos industriais energointensivos da economia. As tabelas a seguir apresentam resultados mais detalhados sobre o setor industrial.

TABELA 3 – Resultados específicos do setor industrial: Produção Total (2020 = 100)

	2020	2030			2050		
	Ano-base	REF	Cenário 1	Cenário 2	REF	Cenário 1	Cenário 2
Cimento	100	124	97	115	174	138	149
Siderurgia	100	118	111	115	150	144	146
Alumínio e não-ferrosos	100	120	110	114	161	143	148
Químico	100	117	113	115	157	149	149
Alimentos e bebidas	100	120	119	120	166	164	166
Papel e celulose	100	122	120	121	169	164	164
Resto da indústria	100	119	118	119	161	159	160

Fonte: Elaboração própria.

a. A tabela anterior apresentou a variação da produção total dos segmentos industriais no Brasil em cada cenário testado. Todos eles simularam a implementação do CBAM pela União Europeia sobre os setores siderúrgico e o de alumínio.

As tabelas a seguir apresenta os resultados das exportações e importações referentes ao setor industrial brasileiro.

TABELA 4 – Resultados específicos do setor industrial: Exportações (2020 = 100)

	2020	2030			2050		
	Ano-base	REF	Cenário 1	Cenário 2	REF	Cenário 1	Cenário 2
Siderurgia	100	119	114	115	145	158	142
Alumínio e não-ferrosos	100	127	119	121	172	165	158
Químico	100	131	130	129	182	177	173
Alimentos e bebidas	100	141	148	138	236	240	225
Papel e celulose	100	126	128	123	175	171	163
Resto da indústria	100	128	132	125	178	179	170

Fonte: Elaboração própria.

ANEXO B – REPRESENTAÇÃO DOS SUBEIXOS DO NOVO PAC POR SOMA DOS APORTES FINANCEIROS

Subeixos Novo PAC	Valor (em R\$ milhões)	Porcentagem
Minha casa, minha vida	R\$ 345.400	20,46%
Petróleo e gás	R\$ 335.100	19,85%
Rodovias	R\$ 185.800	11,01%
Financiamento habitacional	R\$ 160.000	9,48%
Ferrovias	R\$ 94.200	5,58%
Transmissão de energia	R\$ 87.800	5,20%
Geração de energia	R\$ 75.700	4,48%
Portos	R\$ 54.800	3,25%
Não categorizado	R\$ 52.800	3,13%
Mobilidade urbana sustentável	R\$ 48.800	2,89%
Esgotamento sanitário	R\$ 26.840	1,59%
Educação básica	R\$ 26.400	1,56%
Combustíveis de baixo carbono	R\$ 26.100	1,55%
Expansão do 4G e implantação do 5G	R\$ 18.500	1,10%
Prevenção a desastres: contenção de encostas e drenagem	R\$ 14.850	0,88%
Atenção especializada	R\$ 13.800	0,82%
Luz para todos	R\$ 13.600	0,81%
Periferia Viva - urbanização de favelas	R\$ 12.000	0,71%
Infraestrutura hídrica	R\$ 11.900	0,70%
Abastecimento de água	R\$ 11.700	0,69%
Aeroportos	R\$ 10.200	0,60%
Inovação e pesquisa	R\$ 10.200	0,60%
Complexo Industrial da Saúde	R\$ 8.900	0,53%
Atenção primária	R\$ 7.400	0,44%
Conectividade nas escolas e nas unidades de saúde	R\$ 6.500	0,39%
Educação superior	R\$ 4.500	0,27%
Revitalização de bacias hidrográficas	R\$ 4.300	0,25%
Hidrovias	R\$ 4.030	0,24%
Educação profissional e tecnológica	R\$ 3.900	0,23%
Água para quem mais precisa	R\$ 3.100	0,18%
Infovias	R\$ 1.900	0,11%
Gestão de resíduos sólidos	R\$ 1.840	0,11%

Subeixos Novo PAC	Valor (em R\$ milhões)	Porcentagem
Eficiência energética	R\$ 1.800	0,11%
Cultura	R\$ 1.305	0,08%
Serviços postais	R\$ 856	0,05%
Esportes	R\$ 320	0,02%
Pesquisa mineral	R\$ 307	0,02%
Preparação para emergências sanitárias	R\$ 272	0,02%
TV digital	R\$ 154	0,01%
Telessaúde	R\$ 150	0,01%
Total geral	R\$ 1.688.024	100,00%

ANEXO C – ESTRUTURA DE COMPARAÇÃO DE SETORES ABORDADOS PELO IBGE E A CNI

Setores IBGE	Setores CNI
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e à pós-colheita	Alimentos
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	
Produção florestal, pesca e aquicultura	
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	
Fabricação e refino de açúcar	
Outros produtos alimentares	
Fabricação de bebidas	Bebidas
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Borracha e material plástico
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Celulose e papel
Construção	Construção de edifícios, obras de infraestruturas & serviços especializados para construção
Refino de petróleo e coquerias	Coque e derivados do petróleo Biocombustíveis
Fabricação de biocombustíveis	
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Couro e calçados
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos	Extração de carvão mineral
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	Extração de minerais metálicos
Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos	
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	Extração de petróleo e gás natural
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Farmoquímicos e farmacêuticos
Fabricação de produtos do fumo	Fumo
Impressão e reprodução de gravações	Impressão e reprodução
Fabricação de produtos da madeira	Madeira
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Máquinas e equipamentos
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Metalurgia
Metalurgia de metais não ferrosos e fundição de metais	
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Móveis

Setores IBGE	Setores CNI
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Outros
Água, esgoto e gestão de resíduos	
Comércio por atacado e varejo	
Transporte terrestre	
Transporte aquaviário	
Transporte aéreo	
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	
Alojamento	
Alimentação	
Edição e edição integrada à impressão	
Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	
Telecomunicações	
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	
Atividades imobiliárias	
Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D	
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	
Outras atividades administrativas e serviços complementares	
Atividades de vigilância, segurança e investigação	
Administração pública, defesa e seguridade social	
Educação pública	
Educação privada	
Saúde pública	
Saúde privada	
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	
Organizações associativas e outros serviços pessoais	
Serviços domésticos	
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Outros equipamentos de transporte
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Produtos de metal (exceto máquinas e equipamentos)
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Produtos de minerais não metálicos
Fabricação de produtos têxteis	Produtos têxteis
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	Químicos
Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Veículos automotores
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	Vestuário e acessórios

ANEXO D – DEMANDA SETORIAL DO NOVO PAC PARA OS 67 SETORES DO IBGE

Setor conforme categorizado pelo IBGE	Valor total (em R\$ milhões)	% sobre valor total
Construção	R\$ 923.117	30,13%
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	R\$ 354.144	11,56%
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	R\$ 313.008	10,22%
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	R\$ 181.456	5,92%
Comércio por atacado e varejo	R\$ 139.135	4,54%
Refino de petróleo e coquearias	R\$ 91.661	2,99%
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	R\$ 89.197	2,91%
Transporte terrestre	R\$ 66.082	2,16%
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	R\$ 63.232	2,06%
Água, esgoto e gestão de resíduos	R\$ 62.674	2,05%
Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	R\$ 53.182	1,74%
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	R\$ 51.221	1,67%
Telecomunicações	R\$ 42.723	1,39%
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	R\$ 42.080	1,37%
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	R\$ 36.622	1,20%
Educação pública	R\$ 34.645	1,13%
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	R\$ 32.596	1,06%
Fabricação de biocombustíveis	R\$ 31.553	1,03%
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	R\$ 31.175	1,02%
Outras atividades administrativas e serviços complementares	R\$ 28.635	0,93%
Saúde pública	R\$ 26.937	0,88%
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	R\$ 24.822	0,81%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	R\$ 24.167	0,79%
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D	R\$ 23.467	0,77%
Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	R\$ 22.363	0,73%
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	R\$ 22.162	0,72%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e à pós-colheita	R\$ 20.060	0,65%
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	R\$ 18.707	0,61%
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	R\$ 18.183	0,59%
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	R\$ 16.944	0,55%
Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos	R\$ 16.814	0,55%
Metalurgia de metais não ferrosos e fundição de metais	R\$ 13.204	0,43%
Fabricação de produtos da madeira	R\$ 13.120	0,43%

Setor conforme categorizado pelo IBGE	Valor total (em R\$ milhões)	% sobre valor total
Atividades imobiliárias	R\$ 12.073	0,39%
Transporte aquaviário	R\$ 11.573	0,38%
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	R\$ 10.145	0,33%
Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	R\$ 8.405	0,27%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	R\$ 8.190	0,27%
Transporte aéreo	R\$ 7.607	0,25%
Administração pública, defesa e seguridade social	R\$ 7.491	0,24%
Atividades de vigilância, segurança e investigação	R\$ 7.322	0,24%
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	R\$ 5.574	0,18%
Outros produtos alimentares	R\$ 5.345	0,17%
Organizações associativas e outros serviços pessoais	R\$ 5.283	0,17%
Fabricação de produtos têxteis	R\$ 3.850	0,13%
Fabricação e refino de açúcar	R\$ 3.537	0,12%
Alimentação	R\$ 3.537	0,12%
Produção florestal, pesca e aquicultura	R\$ 3.507	0,11%
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	R\$ 3.369	0,11%
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	R\$ 3.047	0,10%
Alojamento	R\$ 2.811	0,09%
Impressão e reprodução de gravações	R\$ 2.584	0,08%
Educação privada	R\$ 2.345	0,08%
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	R\$ 2.260	0,07%
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	R\$ 2.107	0,07%
Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos	R\$ 1.986	0,06%
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	R\$ 1.826	0,06%
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	R\$ 1.704	0,06%
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	R\$ 1.581	0,05%
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	R\$ 1.452	0,05%
Edição e edição integrada à impressão	R\$ 1.241	0,04%
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	R\$ 1.189	0,04%
Fabricação de bebidas	R\$ 903	0,03%
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	R\$ 527	0,02%
Saúde privada	R\$ 58	0,00%
Fabricação de produtos do fumo	R\$ 14	0,00%
Serviços domésticos	R\$ 0	0,00%
Total geral	R\$ 3.063.529	100,00%

Fonte: Elaboração própria.

ANEXO E – ESTIMATIVA DE GERAÇÃO MÍNIMA DE OCUPAÇÕES FORMAIS

Setor conforme categorizado pelo IBGE	Ocupações formais geradas	% sobre valor total
Construção	3.809.554	36,11%
Comércio por atacado e varejo	1.329.868	12,61%
Educação pública	441.570	4,19%
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	438.597	4,16%
Transporte terrestre	417.899	3,96%
Água, esgoto e gestão de resíduos	382.460	3,63%
Outras atividades administrativas e serviços complementares	295.366	2,80%
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	275.316	2,61%
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	273.919	2,60%
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	273.291	2,59%
Saúde pública	270.286	2,56%
Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	251.922	2,39%
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	134.565	1,28%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	132.630	1,26%
Fabricação de produtos da madeira	126.833	1,20%
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	122.697	1,16%
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	118.428	1,12%
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D	100.791	0,96%
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	97.914	0,93%
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	96.763	0,92%
Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos	96.548	0,92%
Atividades de vigilância, segurança e investigação	82.359	0,78%
Organizações associativas e outros serviços pessoais	75.497	0,72%
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	68.090	0,65%
Fabricação de biocombustíveis	53.166	0,50%
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	51.812	0,49%
Administração pública, defesa e seguridade social	50.070	0,47%
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	48.118	0,46%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e à pós-colheita	47.603	0,45%
Telecomunicações	47.535	0,45%
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	46.201	0,44%
Alimentação	40.677	0,39%
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	38.778	0,37%
Fabricação de produtos têxteis	34.587	0,33%

Sector conforme categorizado pelo IBGE	Ocupações formais geradas	% sobre valor total
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	34.547	0,33%
Educação privada	27.349	0,26%
Alojamento	27.176	0,26%
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	27.039	0,26%
Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	25.952	0,25%
Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	19.241	0,18%
Transporte aquaviário	18.916	0,18%
Impressão e reprodução de gravações	17.786	0,17%
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	17.614	0,17%
Outros produtos alimentares	17.582	0,17%
Metalurgia de metais não ferrosos e fundição de metais	15.684	0,15%
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	15.299	0,15%
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	14.591	0,14%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	13.846	0,13%
Produção florestal, pesca e aquicultura	12.828	0,12%
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	12.571	0,12%
Fabricação e refino de açúcar	8.975	0,09%
Edição e edição integrada à impressão	7.757	0,07%
Transporte aéreo	7.563	0,07%
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	4.909	0,05%
Atividades imobiliárias	4.374	0,04%
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	4.309	0,04%
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	3.834	0,04%
Refino de petróleo e coquearias	3.824	0,04%
Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos	3.513	0,03%
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	3.314	0,03%
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	2.443	0,02%
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	2.174	0,02%
Fabricação de bebidas	1.533	0,01%
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	1.237	0,01%
Saúde privada	393	0,00%
Fabricação de produtos do fumo	12	0,00%
Serviços domésticos	0	0,00%
Total geral	10.549.894	100,00%

Agradecemos a contribuição das associações setoriais na construção do diagnóstico:

AçoBrasil - Instituto Aço Brasil

SNIC - Sindicato Nacional da Indústria do Cimento

Abividro - Associação Brasileira das Indústrias de Vidro

Abal - Associação Brasileira do Alumínio

Ibá - Indústria Brasileira de Árvores

Abiquim - Associação Brasileira da Indústria Química

CNI

Antonio Ricardo Alvarez Alban
Presidente

Gabinete da Presidência

Danusa Costa Lima e Silva de Amorim
Chefe do Gabinete - Diretora

DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS

Roberto de Oliveira Muniz
Diretor de Relações Institucionais

Gerência Executiva de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Davi Bomtempo
Gerente Executivo de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Gerência de Clima e Energia

Juliana Borges de Lima Falcao
Gerente de Clima e Energia

Rafaela Aloise
Erica Villarinho
William Bach
Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO - DIRCOM

Ana Maria Curado Matta
Diretora de Comunicação

Superintendência de Publicidade e Mídias Sociais

Mariana Caetano Flores Pinto
Superintendente de Publicidade e Mídias Sociais

Sarah de Oliveira Santana
Marcela Louise Moura Santana
Produção Editorial

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC

Cid Carvalho Vianna
Diretor de Serviços Corporativos

Superintendência de Administração - SUPAD

Alberico Carlos Morais de Amorim
Superintendente Administrativo

Alberto Nemoto Yamaguti
Normalização

William Wills, D.Sc.
Coordenação

Alexandre Kotchergenko Batista, M.Sc.
Carolina Grangeia, M.Sc.
Guilherme Kotchergenko Batista
Isa Alves
Larissa Farnetti Pinto
Lucas Costa
Maria Eduarda Oliveira
Consultoria

Renata Portella
Revisão Gramatical

Editorar Multimídia
Projeto Gráfico e Diagramação

 www.cni.com.br

 [/cnibrasil](https://www.facebook.com/cnibrasil)

 [@CNI_br](https://twitter.com/CNI_br)

 [@cnibr](https://www.instagram.com/cnibr)

 [/cniweb](https://www.youtube.com/c/cniweb)

 [/company/cni-brasil](https://www.linkedin.com/company/cni-brasil)



9 788579 572999



Confederação Nacional da Indústria

PELO FUTURO DA INDÚSTRIA