

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
Casa Civil da Presidência da República



**PLANO
CLIMA**
Mitigação

Plano Setorial de Indústria



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

Vice-Presidente

GERALDO ALCKMIN

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA

Ministra de Estado

MARINA SILVA

SECRETARIA-EXECUTIVA

Secretário-Executivo

JOÃO PAULO RIBEIRO CAPOBIANCO

SECRETARIA NACIONAL DE MUDANÇA DO CLIMA

Secretário

ALOISIO LOPES PEREIRA DE MELO

DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS DE MITIGAÇÃO E INSTRUMENTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Diretora

LIDIANE ROCHA DE OLIVEIRA MELO

COORDENAÇÃO-GERAL DE MITIGAÇÃO E PROTEÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

Coordenador-Geral

LEANDRO GOMES CARDOSO

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Ministra de Estado

LUCIANA SANTOS

SECRETARIA-EXECUTIVA

Secretário-Executivo

LUIS MANUEL REBELO FERNANDES

SECRETARIA DE POLÍTICAS E PROGRAMAS ESTRATÉGICOS

Secretária

ANDREA BRITO LATGÉ

DEPARTAMENTO PARA O CLIMA E SUSTENTABILIDADE

Diretor

OSVALDO LUIZ LEAL DE MORAES

COORDENAÇÃO-GERAL DE CIÊNCIA DO CLIMA

Coordenador-Geral

MÁRCIO ROJAS DA CRUZ

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS

Ministro de Estado
GERALDO ALCKMIN

SECRETARIA-EXECUTIVA

Secretário-Executivo
MÁRCIO FERNANDO ELIAS ROSA

SECRETARIA DE ECONOMIA VERDE, DESCARBONIZAÇÃO E BIOINDÚSTRIA

Secretária
JULIA CORTEZ DA CUNHA CRUZ

DEPARTAMENTO DE DESCARBONIZAÇÃO E FINANÇAS VERDES

Diretor
JOÃO FRANCISCO PAIVA AVELINO
COORDENAÇÃO-GERAL DE FINANÇAS VERDES
Coordenador(a)-Geral
ARTUR SILVA BOARETTO

CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Ministro de Estado
RUI COSTA

SECRETARIA-EXECUTIVA

Secretária-Executiva
MIRIAM APARECIDA BELCHIOR

SECRETARIA DE ARTICULAÇÃO E MONITORAMENTO

Secretária
JULIA ALVES MARINHO RODRIGUES

SECRETARIA ADJUNTA III

Secretário Adjunto
ADRIANO SANTHIAGO DE OLIVEIRA
Gerente de Projeto
RAFAEL MARTINS DIAS

**Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
Casa Civil da Presidência da República**

Plano Clima Mitigação Plano Setorial de Indústria

**Brasília/DF
MMA, MCTI, MDIC, CC/PR
2026**

Equipe técnica

MDIC

Alessandra Muller Suzarte, André Luis Ribeiro Barbosa, Demetrio Florentino de Toledo Filho, Gustavo Dutra de Sousa, Gustavo Saboia Fontenele e Silva, João Francisco Paiva Avelino, José Ribamar Araújo, Leonardo Belvino Póvoa, Luiz Camargo de Miranda, Maruska Ferreira de Aguiar

MMA

Álfe Boernerges de Oliveira Campos, Ana Livia Kasseboehmer, Daniel Felipe Rocha Melo, Klenize Chagas Fávero, Lamarck Alves da Cunha, Leandro Gomes Cardoso, Lidiane Rocha de Oliveira Melo, Renata Freitas Crispim

MCTI

Marcio Rojas da Cruz, Ricardo Vieira Araujo

Casa Civil

Diogo Santos, Ellen Lemos, Livia Marques Borges, Rafael Martins Dias

Apoio técnico

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)

Clarine Ovando, Denis Desgain, Edenise Garcia, Eric Fernando Boeck Daza, Kesia Braga, Marina Bortoletti, Raphael Esteves, Rebeca Tricarico Orosco, Renata Freitas Chamarelli Mac-Culloch, Rosangela Karine da Silva, Vitor Leal Pinheiro

Eos Consultoria em Sustentabilidade e Estratégia Ambiental S/S Ltda

William Wills, Carolina Grangeia, Renzo Solari, Isadora Mendes, Isabelle Westin

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH - PoMuC

Camila Camara Pianca, Carolina Coelho, Dalva Távora, Jens Treffner, Juliana Rocha, Leandra Fatorelli, Letícia Abreu, Rachel Benedet Martins

Representantes de outros órgãos do governo federal, de governos subnacionais, da sociedade civil, da comunidade científica e do setor privado também contribuíram com a elaboração deste Plano Setorial

Revisão de Texto

Laura Nicoli Pereira e Silva, Laura Massunari

Projeto Gráfico, Diagramação e Arte

Ana Krebs, Dupla Ideia Design

O Plano Setorial de Indústria, elaborado no âmbito do Plano Clima Mitigação, é coordenado pelo Departamento de Descarbonização e Finanças Verdes, da Secretaria de Economia Verde, Descarbonização e Bioindústria do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (DCARB/SEV/MDIC). Com base na governança estabelecida no âmbito do CIM, por meio da Resolução CIM nº 3/2023, o papel de coordenação-geral da elaboração do Plano Clima Mitigação foi desempenhado conjuntamente pela Secretaria Nacional de Mudança do Clima do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (SMC/MMA), pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e pela Casa Civil da Presidência da República, a qual contou com apoio técnico do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e com apoio do Programa de Políticas sobre Mudança do Clima (PoMuC), implementado por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, bem como do Instituto Clima e Sociedade, implementado por meio do Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGVces).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

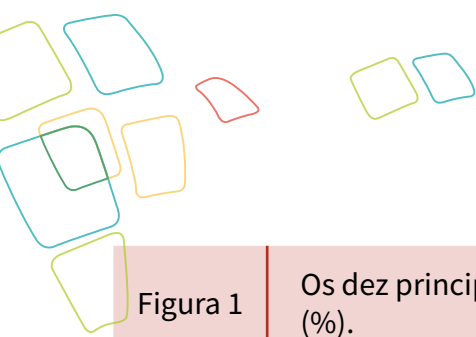
B823 Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.
Plano Clima Mitigação [recurso eletrônico] : plano setorial de indústria. –
Brasília, DF : MMA ; MCTI ; MDIC ; CC/PR, 2026.
129 p. : il. color.

Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-85-7738-583-6 (online)

1. Mudança climática. 2. Política pública. 3. Processo industrial. I. Título.

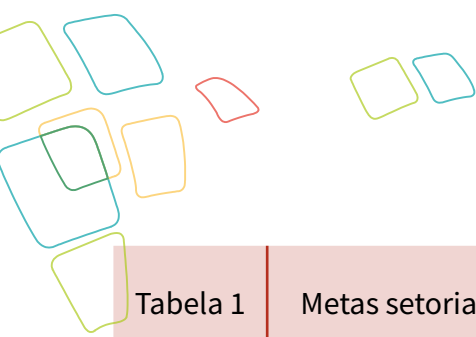
CDU 504.7

IBAMA
Biblioteca Nacional do Meio Ambiente
Júlia G. de Menezes – CRB1/3001



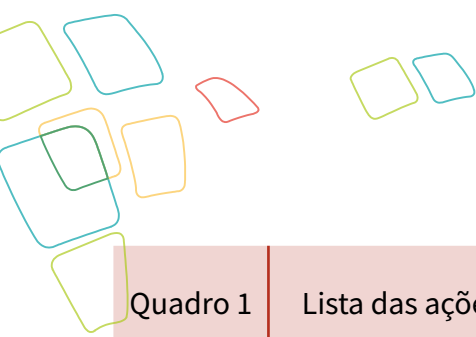
Lista de Figuras

Figura 1	Os dez principais setores da indústria (participação no PIB industrial) – 2021 (%).	23
Figura 2	Os principais estados em estabelecimentos, emprego e exportação na indústria.	24
Figura 3	Evolução das emissões da indústria de 2005 a 2022, em ktCO ₂ e (GWP-AR5).	25
Figura 4	Participação nas emissões do setor industrial (IPPU) em 2022.	26
Figura 5	Participação nas emissões de energia na indústria em 2022.	28
Figura 6	Organograma do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços.	29
Figura 7	Trajetória de emissões de GEE da indústria (entre os anos de 2022 e 2035).	46
Figura 8	Trajetória de emissões de GEE da indústria (entre os anos de 2022 e 2035).	48
Figura 9	Interação entre ações impactantes e estruturantes da indústria, seus líderes e atores envolvidos.	90
Figura 10	Governança do Plano Setorial da Indústria do Plano Clima Mitigação.	91



Lista de Tabelas

Tabela 1	Metas setoriais indicativas para a indústria para os anos 2030 e 2035	47
----------	---	----



Lista de Quadros

Quadro 1	Lista das ações impactantes identificadas para o Plano Setorial da Indústria	16
Quadro 2	Lista das ações estruturantes identificadas para o Plano Setorial da Indústria	17
Quadro 3	Políticas e instrumentos alinhados à agenda climática (lista não exaustiva)	31
Quadro 4	Análise das alavancas de mitigação para o setor industrial no horizonte do Plano Clima (2025-2035)	39
Quadro 5	Análise das tendências de mitigação para o setor industrial no horizonte de longo prazo (2050)	41
Quadro 6	Lista das ações impactantes identificadas para o Plano Setorial da Indústria	50
Quadro 7	Lista das ações estruturantes identificadas para o Plano Setorial da Indústria	52

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento
AE	Atores Envolvidos
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BECCS	Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (do inglês <i>Bioenergy with Carbon Capture and Storage</i>)
BEN	Balanco Energético Nacional
BIP	Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos e para a Transformação Ecológica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPEX	Despesas de Capital (sigla do inglês <i>Capital Expenditure</i>)
CBAM	Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira
CCUS	<i>Carbon Capture Use and Storage</i> , ou Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono
CGEE	Centro de Gestão de Estudos Estratégicos
CIFs	Fundos de Investimento Climático
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
CNDI	Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CRVE	Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões

ELETROS	Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos
ENDI	Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria
ENEC	Estratégia Nacional de Economia Circular
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FNDIT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico
GCF	Fundo Verde para o Clima
GEE	Gases de efeito estufa
GT/CTIBC	Grupo de Trabalho Setorial do Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono
GTT	Grupo Técnico Temporário
GWP	Potencial de Aquecimento Global (sigla do inglês <i>Global Warming Potential</i>)
HFC	Hidrofluorcarbonetos
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IPPU	<i>Industrial Processes and Product Use</i> (em português, Processos Industriais e Uso de Produtos)
LCD	Letra de Crédito do Desenvolvimento
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
MF	Ministério da Fazenda
MGI	Ministério da Gestão e Inovação em Serviços Públicos

MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
MME	Ministério de Minas e Energia
MPMEs	Micro, pequenas e médias empresas
MPO	Ministério do Planejamento e Orçamento
MRV	Mensuração, Relato e Verificação
NA	Não aplicável
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
NIB	Nova Indústria Brasil
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
OPEX	Despesa operacional (sigla em inglês para <i>operational expenditure</i>)
PAC	Novo Programa de Aceleração do Crescimento
PCVC	Poluente climático de vida curta
PD&I	Pesquisa, desenvolvimento e inovação
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PHBC	Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono
PIB	Produto Interno Bruto
PNE	Plano Nacional de Energia
PNMC	Política Nacional de Mudança do Clima
PNTE	Política Nacional de Transição Energética
PPP	Parcerias público-privadas
SBCE	Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões

SDIC	Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SEV	Secretaria de Economia Verde, Descarbonização e Bioindústria
SGE	Sistema de Gestão de Energia
UNIDO	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial



Apresentação

Este Plano Setorial de Indústria compõe o Plano Clima Mitigação, e soma-se à Estratégia Nacional de Mitigação (ENM) e aos demais sete Planos Setoriais que fazem parte da resposta brasileira para enfrentar a mudança do clima com base em ciência, participação social e coordenação interministerial.

Esses instrumentos integram o eixo de mitigação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Plano Clima), que articula a ação climática federal e orienta o país rumo ao compromisso de alcançar emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até 2050, conforme compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito internacional. O Plano Clima abrange ainda a Estratégia Nacional de Adaptação e seus dezesseis Planos Setoriais e Temáticos, e cinco Estratégias Transversais para Ação Climática, dedicadas à Transição Justa e Justiça Climática; aos Meios de Implementação; à Educação, Capacitação, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; a Mulheres e Clima; e ao Monitoramento, Gestão, Avaliação e Transparência.

A elaboração do Plano Clima Mitigação envolveu uma ampla articulação interministerial. Após a reestruturação do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) via Decreto Nº 11.550, de 5 de junho de 2023, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), por meio da Secretaria Nacional de Mudança do Clima (SMC), foi designado por aquela instância governamental como coordenador do processo de construção do Plano, juntamente com a Casa Civil da Presidência da República e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

A ENM estabelece o marco orientador das políticas federais de mitigação até 2035. O documento apresenta o panorama da ação climática internacional e nacional, analisa a trajetória brasileira de emissões a partir dos inventários nacionais de emissões e remoções de gases de efeito estufa, elaborados com base nas orientações técnicas do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, na sigla em inglês), e define princípios, diretrizes e objetivos nacionais que servem de referência para os Planos Setoriais, orientando a elaboração desses instrumentos operacionais da política climática nacional com base em princípios que incluem a justiça climática, a equidade e a promoção de uma transição justa para uma economia de baixo carbono, articulando mitigação e desenvolvimento econômico com redução de desigualdades.

A elaboração da ENM e dos Planos Setoriais contou com um amplo processo de diálogo com a sociedade. Além da consulta pública realizada na Plataforma Brasil Participativo, diferentes momentos de engajamento foram promovidos ao longo do processo, incluindo oficinas abertas para participação social, oficinas técnicas com especialistas, representantes de setores econômicos, academia e organizações da sociedade civil. Esse conjunto de iniciativas

permitiu testar premissas, colher contribuições qualificadas e aprimorar o conteúdo dos planos, reforçando o caráter colaborativo da construção do Plano Clima Mitigação, além da transparência e legitimidade de todo o processo.

As metas setoriais foram subsidiadas pelo modelo integrado BLUES, que utilizou como referência as metas brasileiras para 2025, 2030 e 2035, alinhadas ao compromisso de neutralidade climática até 2050. Esse exercício permitiu distribuir de maneira consistente os esforços de mitigação entre setores e orientar a definição das metas dos Planos Setoriais. Em 2022, as emissões de IPPU (*Industrial Processes and Product Use*; em português, Processos Industriais e Uso de Produtos) totalizaram 102,3 MtCO₂e, correspondendo a 5% do total de emissões do país. A indústria metalúrgica foi responsável pela maior participação, com 51% das emissões do setor, seguida da indústria mineral, com 32%. Considerando as emissões decorrentes do uso de energia pelo setor industrial (70,3 MtCO₂e), de IPPU (102,3 MtCO₂e) e de águas residuárias industriais (5,8 MtCO₂e), a indústria passa a representar cerca de 8,8% das emissões totais de GEE no país. Desse modo, a estratégia deste Plano enfatiza a coordenação interministerial como condição para assegurar coerência entre as ações e consistência na descarbonização do conjunto da economia.

Dado esse contexto metodológico e institucional, o Plano Setorial de Indústria apresenta diagnósticos, metas e ações estruturantes que orientam a trajetória de mitigação do setor, estabelecendo o teto de emissões líquidas disponível para o setor industrial entre 198 MtCO₂e, em 2030, e 203 MtCO₂e (banda inferior) e 240 MtCO₂e (banda superior) em 2035. O Plano considera que a descarbonização da indústria exige ações estratégicas que atendam às especificidades de cada segmento e aos desafios transversais comuns. Do mesmo modo, considerando a relação do setor industrial com todas as atividades econômicas do país, direta ou indiretamente, o Plano Setorial de Indústria explora tendências tecnológicas, comportamentais e estruturais da sociedade brasileira, buscando estabelecer ações que permitam o alcance das metas de descarbonização concomitantemente ao desenvolvimento do país, da infraestrutura e da qualidade de vida das pessoas.

Espera-se que este Plano fortaleça a governança climática no setor industrial, fortaleça a trajetória brasileira rumo a uma economia de baixo carbono, promovendo uma indústria mais resiliente, inovadora e estrategicamente bem-posicionada no cenário global, e amplie a transparência do processo decisório. Em conjunto com os demais Planos Setoriais de Mitigação, representa um passo fundamental para consolidar uma trajetória de desenvolvimento sustentável, inclusivo e baseado em evidências científicas.



Sumário

Sumário Executivo	13
1 O setor e a agenda de mitigação climática	22
1.1 Caracterização do setor industrial	23
1.2 Análise do perfil das emissões de GEE do setor industrial	25
1.3 Arranjo institucional do setor industrial	28
1.4 Instrumentos existentes relacionados às medidas de mitigação	30
2 Prioridades e tendências para a mitigação de emissões no setor	38
2.1 Síntese das alavancas prioritárias para descarbonização do setor	38
2.2 Descrição das tendências de mitigação	42
3 Plano de ação	44
3.1 Meta setorial e indicadores	45
3.2 Ações	49
4 Governança, implementação e monitoramento	89
4.1 Governança do plano setorial	89
4.2 Meios de implementação	92
4.3 Transição justa	97
4.4 Monitoramento e avaliação	98
4.5 Incertezas e riscos	99
5 Disposições finais	102
Referências	104
Anexos	108
ANEXO A – Alavancas e tendências por subsetores industriais	109
ANEXO B – Desafios e oportunidades das alavancas e tendências dos subsetores	126

Sumário Executivo

O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), instituído pelo Decreto nº 11.550/2023, estabeleceu o Plano Nacional de Mudança do Clima (Plano Clima) com o objetivo de orientar ações para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil. O Plano Clima buscou identificar as melhores alternativas em termos de custo-efetividade para subsidiar a definição de metas climáticas mais ambiciosas, tendo sido a base para a elaboração da segunda Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira, submetida à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) em 2024. Pela primeira vez desde a apresentação da NDC original, o Brasil dividiu de forma estruturada a responsabilidade pelo alcance da meta nacional entre os diferentes setores emissores por meio da construção participativa de Planos Setoriais de Mitigação. A indústria foi um dos setores estratégicos que elaboraram seu respectivo plano, reconhecendo sua relevância na matriz econômica e de emissões do país. A segunda NDC brasileira estabelece a meta de redução das emissões de GEE em 48% até 2025 e 53% até 2030, além da redução de 59% a 67% das emissões líquidas até 2035, com vistas à emissão líquida zero de GEE até 2050. A seguir, apresentam-se de forma resumida os principais capítulos do Plano Clima de Mitigação da Indústria.

O capítulo 1 deste plano setorial aborda a relevância da indústria, o contexto de emissões do setor e as principais políticas de mitigação existentes e em desenvolvimento no país. A indústria brasileira é um grande termômetro da economia brasileira: responde por aproximadamente 25% do PIB, emprega cerca de 11,5 milhões de trabalhadores e foi responsável, segundo o Sistema Integrado de Comércio Exterior (Siscomex), por US\$ 181,8 bilhões (53,9%) do total das exportações de bens em 2024. Em um contexto internacional marcado por mudanças climáticas, tensões geopolíticas, restrições comerciais e investimentos crescentes em digitalização, defesa e descarbonização, países desenvolvidos têm adotado políticas industriais cada vez mais protecionistas. Isso impõe novos desafios à competitividade da indústria brasileira, já pressionada por um processo de desindustrialização precoce.

Apesar dos desafios, o Brasil apresenta vantagens comparativas importantes no processo de descarbonização, como uma matriz elétrica majoritariamente renovável e uma matriz energética em transição. Soma-se a isso a existência de um canal de diálogo sólido e articulado entre o setor público e os representantes da indústria, o que contribui para a formulação e implementação de medidas alinhadas à realidade nacional, com foco na viabilidade técnica, econômica e operacional dos compromissos assumidos.

De acordo com o Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), em 2022, as emissões totais do Brasil foram de 2.039 MtCO₂e. As emissões de IPPU (*Industrial*

Processes and Product Use; em português, Processos Industriais e Uso de Produtos) totalizaram 102,3 MtCO₂e e responderam por 5% do total de emissões do país. A indústria metalúrgica (ferro e aço, ferroligas, alumínio e outros não ferrosos) foi a maior responsável e respondeu por 51% das emissões do setor (ou 2,5% do total de emissões do país), seguida da indústria mineral (cimento, cal, calcário, dolomita, cerâmica e vidro), com 32%. Destaca-se ainda que as emissões de CO₂ representaram 89% do total do IPPU (em MtCO₂e); a indústria metalúrgica e a indústria mineral contribuíram com 56% e 36%, respectivamente. Após o CO₂, os gases fluorados responderam por 9% do setor. O CH₄ teve participação de 1% nas emissões de GEE do setor, com 72% vindo do subsetor da indústria metalúrgica e 28%, do subsetor da indústria química. O N₂O representou 0,3% das emissões, distribuídas entre a indústria química, com 57%, e a indústria metalúrgica, com 43%.

As atividades industriais emitem GEE quando queimam combustíveis para a obtenção de energia; essas emissões são, então, alocadas no setor de energia. No entanto, há emissões de GEE devido a transformações físico-químicas que ocorrem durante a fabricação de materiais ou por consequência da utilização de produtos. Tais emissões são alocadas no setor IPPU. Logo, considerando as emissões decorrentes do uso de energia pelo setor industrial (70,3 MtCO₂e), de IPPU (102,3 MtCO₂e) e de águas residuárias industriais (5,8 MtCO₂e), a indústria passa a representar cerca de 8,8% das emissões totais de GEE no país.

Diante desse contexto, projeta-se que as emissões de GEE da indústria brasileira aumentem 11% até 2030 e entre 13% e 34% até 2035, em comparação aos níveis de 2022. Esse aumento concentra-se principalmente nas categorias “Queima de Combustíveis em Indústrias de Transformação e Construção” e “Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU)”. Em contrapartida, projeta-se uma redução nas emissões de “Águas Residuárias Industriais” e avanços na captura de carbono (CCUS), cuja viabilização depende de marcos regulatórios e da superação de desafios tecnológicos e financeiros. Portanto, o teto de emissões líquidas disponível para o setor industrial varia entre 198 MtCO₂e, em 2030, e 203 MtCO₂e (banda inferior) e 240 MtCO₂e (banda superior) em 2035.

O capítulo 2 aborda as principais prioridades e tendências de mitigação das emissões no setor industrial. Embora essas análises setoriais considerem as especificidades de cada segmento e evidenciem as principais tendências de mitigação e seus respectivos desafios, o Plano Clima Mitigação da Indústria adota uma abordagem integrada, definindo um plano de ação para a indústria como um todo. Assim, as alavancas para a descarbonização foram agrupadas em grandes categorias: (i) Promoção da economia circular e uso de matérias-primas alternativas; (ii) Substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes renováveis (exemplo: biomassa, biogás, H₂); (iii) Eletrificação e aumento da eficiência energética nos processos industriais; (iv) Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono (CCUS, processos inovadores); (v) Redução de HFCs de alto Potencial de Aquecimento Global (GWP, sigla em inglês) e fortalecimento da gestão de resíduos industriais; e (vi) Descarbonização de processos industriais de difícil abatimento (do inglês, *hard-to-abate*).

O capítulo também reforça que a descarbonização da indústria exige ações estratégicas que considerem tanto as especificidades de cada segmento quanto os desafios transversais comuns. Entre os principais obstáculos estão a capacitação da força de trabalho, os altos custos de modernização e operação de novas tecnologias e as barreiras de acesso ao financiamento, especialmente para segmentos industriais altamente intensivos em energia e *hard-to-abate* e empresas de menor porte.

Para alcançar as metas setoriais, investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e parcerias estratégicas são urgentes, considerando, entre outros fatores, custos de energia elétrica e de gás natural, especialmente em setores com baixa maturidade tecnológica e sujeitos

à competição internacional. Além disso, fatores externos como mudanças no comportamento do consumidor, exigências do mercado financeiro, evolução regulatória, exposição às restrições de políticas de comércio internacional, como o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM) da União Europeia, políticas tarifárias e instabilidades geopolíticas impactam a dinâmica industrial. Na questão da competição com produtos importados de outros países, é fundamental que as exigências sustentáveis às quais os produtores brasileiros estarão sujeitos não se transformem em perda de competitividade diante de países e regiões que, por não terem o mesmo tipo de regras e ambições, possam produzir mais barato com emissões mais altas.

Conforme destacado nos capítulos 1 e 2, o setor industrial é muito amplo e está intrinsecamente relacionado a todas as atividades econômicas do país, direta ou indiretamente. Dessa forma, explorar medidas de mitigação para o setor significa explorar as tendências tecnológicas, comportamentais e estruturais da sociedade brasileira como um todo e, ao mesmo tempo, estar condicionado à viabilização de meios de implementação e à superação de desafios complexos, que envolvem dinâmicas de mercado e incertezas geopolíticas. Portanto, este plano buscou estabelecer ações que não apenas permitam o alcance das metas de descarbonização, mas que conciliem descarbonização e preservação dos recursos naturais concomitantemente ao desenvolvimento do país, da infraestrutura e da qualidade de vida das pessoas.

Com base nessa perspectiva, o capítulo 3 apresenta o plano de ação para conduzir e implementar as medidas de mitigação do Plano de Mitigação à Mudança do Clima da Indústria. Trata-se de um instrumento fundamental para guiar, estruturar e impulsionar a transição para uma economia de baixo carbono de maneira estratégica e coordenada. O plano permite identificar prioridades, estabelecer metas e organizar as etapas necessárias para a execução e gestão das ações propostas. Além disso, fornece subsídios concretos para os meios de implementação por meio do detalhamento das ações previstas, garantindo maior efetividade e alinhamento com os objetivos setoriais e nacionais de mitigação.

As ações previstas no plano correspondem a medidas ou iniciativas, associadas a metas e indicadores específicos, e são classificadas em ações estruturantes e impactantes. As ações impactantes são aquelas que resultam em impactos diretos e mensuráveis sobre a redução das emissões ou o aumento da remoção/captura de GEE. No Plano Setorial da Indústria, constam ações que consideram (i) o reaproveitamento de resíduos, o uso de insumos de menor emissão de GEE e o aumento da reciclagem de materiais; (ii) a ampliação do uso de energias e combustíveis renováveis; (iii) a eletrificação e efficientização da indústria; (iv) a aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono e remoção de GEE; e (v) a redução de HFCs de alto GWP.

Quadro 1 – Lista das ações impactantes identificadas para o Plano Setorial da Indústria

Alavanca prioritária	Ação impactante	Meta norteadora		Indicador(es)	Principais ações estruturantes
		2030	2035*		
Substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes renováveis	IND.I.01 - Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.	Ampliar o consumo de energia elétrica renovável na indústria, contribuindo para garantir a renovabilidade da matriz elétrica brasileira acima de 82,7% até 2030.	Ampliar o consumo de energia elétrica renovável na indústria, contribuindo para garantir a renovabilidade da matriz elétrica brasileira entre 82,7% e 86,1% até 2035.	Consumo total (TWh); Fração renovável da matriz elétrica brasileira (%); Eletricidade renovável adquirida (%); Capacidade instalada de geração distribuída (MW); Emissões de GEE (tCO ₂ eq/ano).	IND.E.01; IND.E.06; IND.E.07; IND.E.08; IND.E.09; IND.E.11.
Eletrificação e eficiência energética em processos industriais	IND.I.02 - Eletrificar processos industriais.	Ampliar a participação da eletricidade no consumo energético da indústria para, no mínimo, 21,8% até 2030 (PDE 2034).	Ampliar a participação da eletricidade no consumo energético da indústria para, no mínimo, 24% até 2035 (PDE 2034).	Participação da eletricidade no consumo energético da indústria (%); Emissões de CO ₂ dos processos industriais; Consumo de eletricidade por tonelada de produto (kWh/t).	IND.E.06; IND.E.07; IND.E.08; IND.E.09.
Substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes renováveis	IND.I.03 - Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.	Aumentar o consumo de combustíveis renováveis e garantir a participação de fontes energéticas renováveis no consumo da indústria acima de 65% (PDE 2034 e BEN 2024).	Aumentar o consumo de combustíveis renováveis e garantir a participação de fontes energéticas renováveis no consumo da indústria acima de 65% (PDE 2034 e BEN 2024).	Participação dos combustíveis renováveis na matriz energética industrial (%); Emissões de GEE (tCO ₂ eq/ano).	IND.E.01; IND.E.02; IND.E.03; IND.E.05; IND.E.08; IND.E.11.

Alavanca prioritária	Ação impactante	Meta norteadora		Indicador(es)	Principais ações estruturantes
		2030	2035*		
Eletrificação e aumento da eficiência energética nos processos industriais	IND.I.04 - Implementar ações para aumento da eficiência energética na indústria.	Obter 2% de ganhos em eficiência energética até 2030 em relação aos níveis de 2023.	Obter entre 4% e 8% de ganhos em eficiência energética até 2035 em relação aos níveis de 2023 (PDE 2034).	Redução do consumo elétrico (TWh); Redução do consumo térmico (Tep); Economia em reais por ano (R\$/ano); Redução nas emissões de CO ₂ dos processos industriais.	IND.E.01; IND.E.04; IND.E.05; IND.E.06; IND.E.07; IND.E.08; IND.E.09.
Redução de HFCs de alto GWP e fortalecimento da gestão de resíduos industriais	IND.I.05 - Reduzir gradualmente o consumo de HFCs de alto GWP no Brasil.	Reduzir o consumo dos HFCs em 10% em 2029 em relação à linha de base (Emenda Kigali).	Reduzir o consumo dos HFCs em 30% em 2035 em relação à linha de base (Emenda Kigali).	Percentual de redução do consumo de HFCs em relação à linha de base (média do consumo de HFCs nos anos 2020, 2021 e 2022 somada a 65% da linha de base de HCFCs).	IND.E.09; IND.E.10

* Destaca-se que, para os valores da meta de 2035, considerou-se o valor projetado pelo PDE 2034 para o ano de 2034 como representativo do ano de 2035.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Já as ações estruturantes têm como objetivo criar as condições favoráveis e fundamentais para viabilizar a execução e implementação das medidas de mitigação – como o fortalecimento institucional, a criação de instrumentos de políticas públicas, a assistência técnica ou o aprimoramento de sistemas de monitoramento.

Quadro 2 – Lista das ações estruturantes identificadas para o Plano Setorial da Indústria

Alavanca prioritária	Ação estruturante	Resultado esperado	Prazo para conclusão
Promoção da economia circular e uso de matérias-primas alternativas	IND.E.01 - Implementar a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) e suas ações prioritárias para o Plano Setorial de Mitigação da Indústria.	Implantar e operacionalizar iniciativas de circularidade nos setores produtivos nacionais.	2026

Alavanca prioritária	Ação estruturante	Resultado esperado	Prazo para conclusão
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono (CCUS, processos inovadores)	IND.E.02 - Fortalecer polos (<i>hubs</i>) de inovação industrial sustentável, promovendo integração entre <i>startups</i> , universidades e indústrias para desenvolvimento e escalonamento de soluções tecnológicas de baixo carbono.	Fortalecimento e consolidação de polos (<i>hubs</i>) de inovação industrial sustentável capazes de integrar <i>startups</i> , universidades e indústrias, impulsionando o desenvolvimento e o escalonamento de soluções tecnológicas de baixo carbono.	2035
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono (CCUS, processos inovadores)	IND.E.03 - Incentivar a pesquisa e desenvolvimento (P&D), por meio de centros de excelência voltados à formação técnica especializada em projetos industriais de baixa emissão de carbono.	Fortalecimento da capacidade nacional de inovação e formação técnica especializada, com desenvolvimento e difusão de tecnologias industriais de baixa emissão de carbono, contribuindo para a descarbonização da indústria e a geração de empregos qualificados; aumento da competitividade.	2035
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono (CCUS, processos inovadores)	IND.E.04 - Implantar iniciativas de Digitalização Industrial (Indústria 4.0), utilizando tecnologias como IoT, Inteligência Artificial e Big Data para maximizar a eficiência operacional e reduzir emissões associadas a desperdícios produtivos.	Aumento da eficiência operacional e redução da intensidade de emissões na indústria por meio da adoção de tecnologias digitais (IoT, Inteligência Artificial, Big Data), promovendo processos produtivos mais inteligentes, otimizados e com menor desperdício de recursos e energia.	2035
Descarbonização de processos industriais de difícil abatimento (do inglês, <i>hard-to-abate</i>)	IND.E.05 - Apoiar o desenvolvimento de marcos regulatórios, incentivos econômicos e instrumentos de planejamento que integrem o uso transitório do gás natural como substituto gradual de fontes mais poluentes, com metas progressivas de redução de emissões, redução da demanda por insumos fósseis e diminuição da intensidade de carbono desses insumos, fomento a tecnologias de baixo carbono (como hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação e captura de carbono) e garantia de infraestrutura para diversificação energética, favorecendo o maior uso de biogás e biometano.	Coordenar ações que integrem o uso transitório do gás natural com metas progressivas de redução de emissões, fomento a tecnologias de baixo carbono (como hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação e captura de carbono) e garantia de infraestrutura para diversificação energética, favorecendo o maior uso de biogás e biometano.	2035

Alavanca prioritária	Ação estruturante	Resultado esperado	Prazo para conclusão
Eletrificação e aumento da eficiência energética nos processos industriais	IND.E.06 - Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.	Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.	2035
Descarbonização de processos industriais de difícil abatimento (do inglês, <i>hard-to-abate</i>)	IND.E.07 - Melhorar as condições de taxas e prazos para financiamento de tecnologias para descarbonização da indústria (<i>benchmark</i> : Fundo Clima).	Aprimorar as condições de financiamento oferecidas por mecanismos públicos e privados para tecnologias voltadas à descarbonização da indústria brasileira.	2035
Descarbonização de processos industriais de difícil abatimento (do inglês, <i>hard-to-abate</i>)	IND.E.08 - Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), visando retomar a produção nacional e redução de custos de produtos estratégicos, em alinhamento com a missão 5 da NIB.	Elaborar Estratégia Nacional de Descarbonização Industrial (ENDI) até o final de 2025.	2025
Promoção da economia circular e uso de matérias-primas alternativas	IND.E.09 - Implementar programa de incentivo a compras sustentáveis em compras públicas e privadas, privilegiando o uso de produtos circulares e de baixo carbono pelo mercado consumidor.	Estimular compras públicas sustentáveis e incentivar o setor privado a adotar materiais e produtos com certificação de baixo carbono, incentivando a demanda por soluções sustentáveis.	2035
Redução de HFCs de alto GWP e fortalecimento da gestão de resíduos industriais	IND.E.10 - Implementar Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs.	Implementar o Programa Brasileiro de Redução do Consumo Gradual dos HFCs de forma contínua, eficaz e efetiva até 2035.	Contínuo até 2035
Promoção da economia circular e uso de matérias-primas alternativas	IND.E.11- Promover o uso de matérias-primas alternativas e/ou combustíveis alternativos, através do reaproveitamento de resíduos de outras atividades, do redesenho de produtos ou materiais para a circularidade ou do uso de insumos de menor emissão de GEE, e aumentar a reciclagem de materiais.	Promover o uso de substitutos e insumos de menor emissão por meio do reaproveitamento de resíduos e da reciclagem na indústria.	Contínuo até 2035
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono	IND.E.12 - Investir no desenvolvimento e adoção de tecnologias e/ou soluções de redução e remoção de GEE, sejam elas tecnológicas ou baseadas na natureza (SbN).	Aumentar os investimentos e a aplicação de tecnologias e/ou soluções de redução e remoção de GEE.	Contínuo até 2035

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

O detalhamento das ações (seção 3.2.2) permite maior transparência e organização na implementação, com a definição de objetivos, responsáveis pela execução da ação, *status*, metas norteadoras, indicadores, recursos necessários, instrumentos existentes e os resultados esperados, permitindo uma visão integrada do plano de ação setorial.

Assim, o capítulo 4 trata da gestão do plano de ação, abordando os principais elementos que condicionam sua efetividade e a maneira de monitorá-los e avaliá-los. São explorados os mecanismos de governança, bem como os arranjos institucionais voltados à gestão, implementação e articulação entre diferentes atores e níveis de governo (seção 4.1). O capítulo também detalha elementos transversais fundamentais, como os meios de implementação (seção 4.2), os critérios para a promoção de uma transição justa (item 4.3) e os processos de monitoramento e avaliação (seção 4.4). Por fim, uma abordagem qualitativa dos riscos e incertezas é incorporada por meio de tabelas (seção 4.5), reconhecendo as condicionantes e os fatores que podem influenciar o sucesso do plano.

Particularmente, a seção 4.2. reforça a necessidade de mobilização de diferentes setores, fontes, canais e instrumentos financeiros. Nesse contexto, o capítulo apresenta os principais mecanismos financeiros e fontes de recursos que poderão viabilizar a implementação do plano de ação, organizados em categorias: (i) canais nacionais específicos de financiamento, como o Fundo Clima, chamadas públicas, programas de apoio a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e iniciativas voltadas à eficiência energética na indústria; (ii) instrumentos regulatórios e de política pública, a exemplo do Plano de Transformação Ecológica, do Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), da Nova Indústria Brasil (NIB) e do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE); (iii) instrumentos de políticas públicas transversais ao Plano de Mitigação da Indústria, como as políticas públicas nos Planos Setoriais de Energia e Resíduos; e (iv) a forte presença da cooperação internacional, com destaque para parcerias multilaterais e acordos bilaterais voltados à descarbonização industrial.

Destaca-se que o plano é resultado de um processo construído de forma participativa e crítica entre governo, setor privado e academia e submetido à consulta pública. Ele se estabelece como base estratégica e possui metas norteadoras com o intuito de orientar o cumprimento das metas de mitigação nacionais e impulsionar o Brasil rumo a uma economia de baixo carbono.

Ao mesmo tempo, conforme apresentado no capítulo 5, o Plano Setorial de Mitigação da Indústria evidencia barreiras técnico-financeiras e lacunas estruturais e operacionais que precisam ser enfrentadas ao longo dos anos e nos ciclos de revisão. Nesse sentido, um processo regular de revisões é fundamental para garantir efetividade, coerência e adaptabilidade do plano diante da constante evolução tecnológica, regulatória e de mercado. Ao fazê-lo, o Brasil fortalece sua trajetória rumo a uma economia de baixo carbono, promovendo uma indústria mais resiliente, inovadora e estrategicamente bem-posicionada no cenário global.

Para os próximos ciclos de revisão do plano, recomenda-se a priorização das seguintes diretrizes estratégicas:

- Continuidade e aperfeiçoamento de ações, instrumentos financeiros e políticas já implementadas, de modo a assegurar sua efetividade e coerência com as metas de longo prazo;
- Articulação e colaboração intersetorial e interministerial, a fim de evitar sobreposições de esforços;

- Fortalecimento dos sistemas de monitoramento das ações do plano, juntamente ao Grupo Técnico Temporário de Mitigação do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (GTT Mitigação/CIM) e ao Grupo de Trabalho Setorial do Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono (GT/CTIBC), de modo a garantir qualidade, veracidade e integridade dos dados apurados e utilizados;
- Garantia de fóruns permanentes de governança, com participação ativa da indústria, da academia, da sociedade civil e de diferentes esferas de governo;
- Fomento à elaboração de estudos sobre cenários de emissões, opções tecnológicas e análises de impactos regulatórios no setor;
- Avanço na definição das metas quantitativas em conjunto com o setor produtivo, alinhadas à NDC brasileira e aos compromissos internacionais, de forma clara, factível e mensurável, acompanhadas de indicadores de desempenho e revisões periódicas;
- Alinhamento de forma estratégica entre a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) e o Plano Clima de Mitigação da Indústria, com o objetivo de fortalecer a integração e o diálogo entre esses instrumentos.

Essas recomendações visam assegurar que a implementação das ações previstas neste plano setorial ocorra de forma contínua, coordenada e transparente, em alinhamento com a agenda climática global e os compromissos nacionais, além de responder às demandas por um posicionamento mais competitivo e preparado da indústria brasileira.

O Plano Setorial de Mitigação da Indústria representa um marco na trajetória climática e industrial do Brasil ao estabelecer diretrizes claras, metas ambiciosas e caminhos concretos para a transição rumo a uma economia de baixo carbono. Embora os desafios sejam significativos – especialmente no que diz respeito à viabilidade técnica, financeira e institucional das ações propostas –, o engajamento de múltiplos atores na construção deste plano reforça a disposição do país em transformar compromissos climáticos em ações efetivas e coordenadas. Trata-se de um esforço que reconhece a complexidade da indústria brasileira, mas que aposta em sua capacidade de adaptação, inovação e liderança no cenário global.

Mais do que um plano de mitigação, este é também um convite à reconstrução da competitividade industrial brasileira sobre novas bases: sustentáveis, tecnológicas e inclusivas. A convergência entre políticas climáticas, industriais e de desenvolvimento oferece ao Brasil uma oportunidade única de promover uma reindustrialização verde, capaz de gerar emprego, agregar valor às cadeias produtivas e posicionar o país como protagonista da transição energética e ecológica no mundo. Com foco em inovação, cooperação e governança eficaz, a indústria brasileira tem condições de ser parte fundamental da solução para os desafios climáticos e do motor para um futuro mais justo e resiliente.





1. O setor e a agenda de mitigação climática

O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), instituído pelo Decreto nº 11.550/2023, estabeleceu o Plano Nacional de Mudança do Clima (Plano Clima) para orientar ações de redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE) no Brasil. O Plano Clima busca identificar as melhores alternativas em termos de custos e efetividade para reduzir as emissões, subsidiando a definição de uma nova meta brasileira, cujo compromisso atual estabelece a redução de 48% das emissões de GEE até 2025 e de 53% até 2030, além da redução de 59 a 67% das emissões líquidas de GEE até 2035, em comparação com 2005. O Plano Clima também prevê o estabelecimento da meta de emissão líquida zero até 2050.

Junto ao Plano Clima, a Estratégia Nacional de Mitigação será acompanhada por sete planos setoriais com definição de ações, metas, custos de implementação, meios de financiamento, monitoramento e avaliação. Entre os setores, encontra-se o Plano Setorial de Indústria. O setor industrial é muito amplo e está intrinsecamente relacionado a todas as atividades econômicas do país, direta ou indiretamente. Dessa forma, explorar medidas de mitigação para o setor significa explorar as tendências e inovações da sociedade brasileira como um todo. É fundamental estabelecer medidas que não apenas permitam o alcance das metas de descarbonização, mas que conciliem descarbonização e preservação dos recursos naturais concomitantemente ao desenvolvimento do país, da infraestrutura e da qualidade de vida das pessoas.

No setor industrial, a Secretaria de Economia Verde, Descarbonização e Bioindústria (SEV/MDIC) coordena as atividades do Plano Setorial de Mitigação de Emissões da Indústria e o Grupo de Trabalho (GT) no âmbito do Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono (CTIBC), instituído pelo Decreto nº 11.547/2023. O GT é composto por representantes do Ministério de Minas e Energia (MME), do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e da Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços (SDIC) do MDIC, além de seis entidades dos setores energointensivos, responsáveis por 85% das emissões da indústria, e organizações como a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), a Abrace Energia, associação que representa os grandes consumidores de energia, e a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO).

O plano setorial define a contribuição do setor industrial para o cumprimento das metas nacionais de redução de emissões, alinhadas à Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil, apresentada em dezembro de 2024. Além de atender aos objetivos climáticos brasileiros, o plano setorial estará integrado à Estratégia Nacional de Descarbonização Industrial, o que viabilizará

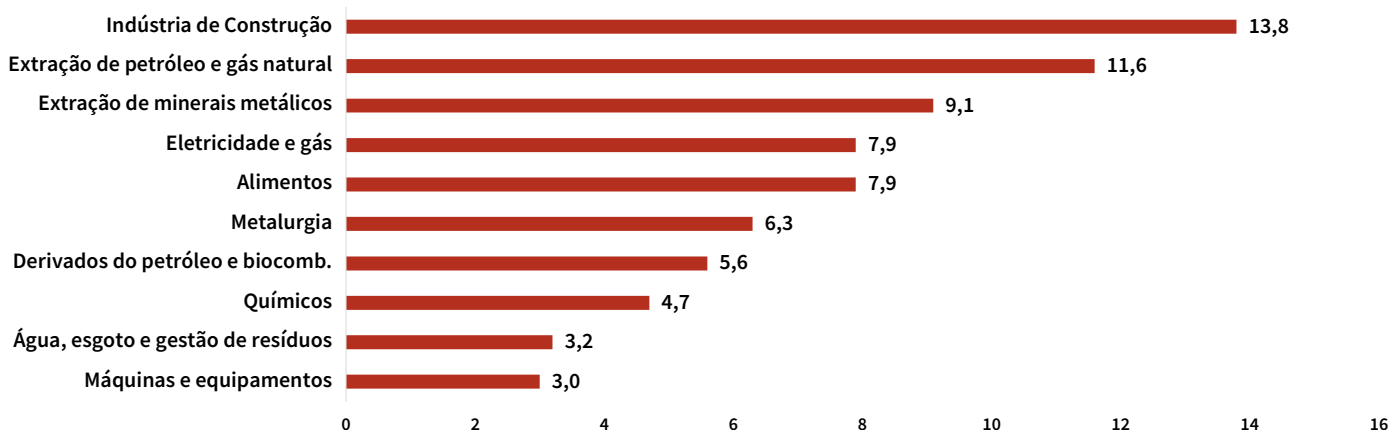
a implementação de políticas públicas e investimentos necessários para a descarbonização competitiva da indústria. Essa estratégia contribuirá diretamente para o cumprimento das metas da Nova Indústria Brasil – missão 5.

1.1. Caracterização do setor industrial

O setor industrial é um grande termômetro da economia brasileira, representa 24,7% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (CNI, 2025) e empregou cerca de 11,5 milhões de trabalhadores (Portal da Indústria, 2024) em 2024. Com relação à participação no PIB da indústria, a construção respondeu por 13,8%, seguida da extração de petróleo e gás natural, com 11,6% (Figura 1).

O setor industrial é um grande termômetro da economia brasileira, representa 24,7% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (CNI, 2025) e empregou cerca de 11,5 milhões de trabalhadores (Portal da Indústria, 2024).

Figura 1 – Os dez principais setores da indústria (participação no PIB industrial) – 2021 (%)

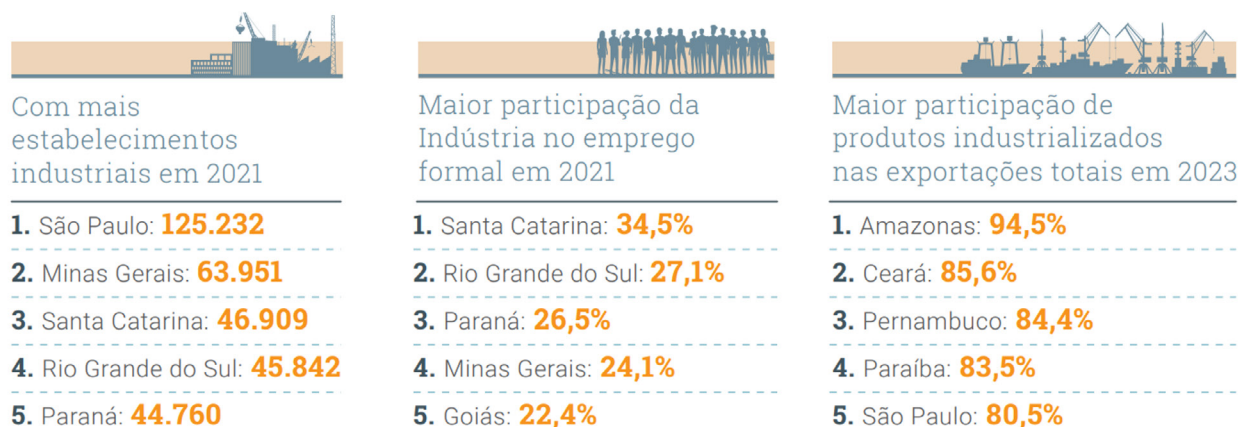


Fonte: Portal da Indústria (2024).

Com relação ao comércio exterior, a indústria foi responsável por US\$ 181,8 bilhões (53,9%) do total das exportações de bens em 2024, cujos principais destinos foram Estados Unidos, China e Argentina (Siscomex, 2024).

Regionalmente, Santa Catarina é o estado que possui maior participação da indústria no emprego formal (34%), enquanto São Paulo é o estado com maior número de estabelecimentos industriais no país, mais de 125 mil (Figura 2). Além disso, os estados com maior PIB industrial (R\$) por região, em 2021, foram São Paulo (R\$ 518,3 bilhões), Paraná (R\$ 130,1 bi), Pará (R\$ 111,3 bi), Bahia (R\$ 76,5 bi) e Goiás (R\$ 53 bi). Assim, a Bahia é a maior economia industrial do Nordeste brasileiro, assim como Goiás, no Centro-Oeste, e o Pará, no Norte do Brasil (Portal da Indústria, 2024b).

Figura 2 – Os principais estados em estabelecimentos, emprego e exportação na indústria



Fonte: Portal da Indústria (2024c).

Em relação aos processos de descarbonização industrial, o Brasil possui uma matriz elétrica limpa e uma matriz energética em transição para predominância de fontes renováveis, o que traz benefícios comparativos para as emissões nacionais em relação a outros países com energia majoritariamente dependente de combustíveis fósseis. Contudo, a atividade industrial ainda contribui para o aumento da concentração de GEE principalmente devido ao consumo de energia gerada a partir da queima de combustíveis fósseis e às emissões dos processos de transformação, sobretudo das indústrias metalúrgica e cimentícia.

Assim, em resposta à necessidade de (i) estimular o progresso técnico, a produtividade e a competitividade nacionais; (ii) reduzir emissões de GEE setoriais gerando empregos verdes e de qualidade; (iii) aproveitar as vantagens competitivas do país; e (iv) reposicionar o Brasil no comércio internacional, a indústria tem se posicionado ativamente por meio do Plano de Retomada da Indústria (CNI, 2023), do Mapa Estratégico da Indústria 2023-2032 (CNI, 2023b) e de outras iniciativas, promovendo debates frequentes junto a órgãos ministeriais, associações, representantes e sociedade civil. Enquanto isso, o governo brasileiro lançou novos planos estruturantes, como a Nova Indústria Brasil – NIB (MDIC, 2024) e o Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

A NIB, lançada em janeiro de 2024, busca estimular a neoindustrialização do país a partir de seis missões: cadeias agroindustriais sustentáveis e digitais; complexo econômico e industrial da saúde; infraestrutura, saneamento, moradia e mobilidade sustentáveis; transformação digital da indústria; bioeconomia, descarbonização e transição e segurança energéticas; e tecnologias de interesse para a soberania e a defesa nacionais. O investimento inicialmente previsto é de R\$ 300 bilhões até 2026, geridos pelo BNDES, a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), e disponibilizados por meio de linhas específicas, não reembolsáveis ou reembolsáveis, e recursos por meio de mercado de capitais (BNDES, 2025).

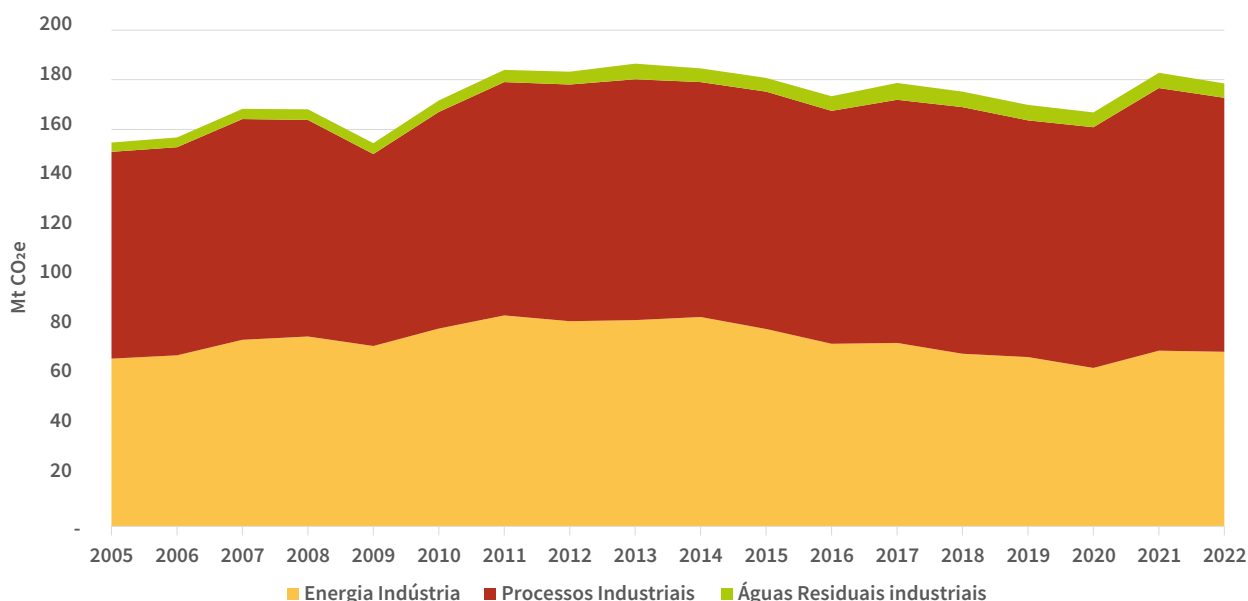
A Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI) é uma iniciativa conduzida pela Secretaria de Economia Verde (SEV/MDIC) em conjunto com a Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) com vistas a implementar as componentes de descarbonização e transição energética da missão 5 da Nova Indústria Brasil. Busca o desenvolvimento socioeconômico industrial com competitividade e será fundamentada em pilares como inovação tecnológica, energia, capacitação e formação; financiamento climático; compras públicas sustentáveis; e legislação e normas.

Já o Novo PAC, programa de investimentos coordenado pelo governo federal em parceria com o setor público nos diferentes níveis, o setor privado e os movimentos sociais, prevê o crescimento de setores estratégicos. Ele destinará R\$ 1,7 trilhão, sendo R\$ 1,4 trilhão até 2026 e R\$ 320 bilhões após 2026. O programa está organizado em Medidas Institucionais e nove Eixos de Investimento. As Medidas Institucionais se constituem em: i) aperfeiçoamento do ambiente regulatório e do licenciamento ambiental; ii) expansão do crédito e incentivos econômicos; iii) aprimoramento dos mecanismos de concessão e parcerias público-privadas (PPPs); iv) incentivos à transição ecológica; e v) planejamento, gestão e compras públicas. Já os Eixos de Investimentos são as áreas beneficiadas pelo programa: transporte eficiente e sustentável; cidades sustentáveis e resilientes; água para todos; educação, ciência e tecnologia; saúde; infraestrutura social inclusiva; transição e segurança energética; inclusão digital e conectividade; e inovação para a indústria de defesa.

1.2. Análise do perfil das emissões de GEE do setor industrial

No âmbito da elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação, foram alocadas as emissões referentes a processos industriais e uso de produtos (IPPU), consumo de combustível na indústria e águas industriais residuais. De acordo com o Inventário Nacional de Emissões para 2022 (MCTI, 2024), as emissões totais do setor correspondem a 178,5 MtCO₂e, sendo 102,3 MtCO₂e de IPPU, além das emissões associadas ao bloco uso de combustível na indústria, de 70,4 MtCO₂e, e águas residuais industriais do setor de resíduos, de 5,8 MtCO₂e.

Figura 3 – Evolução das emissões da indústria de 2005 a 2022, em MtCO₂e (GWP-AR5)

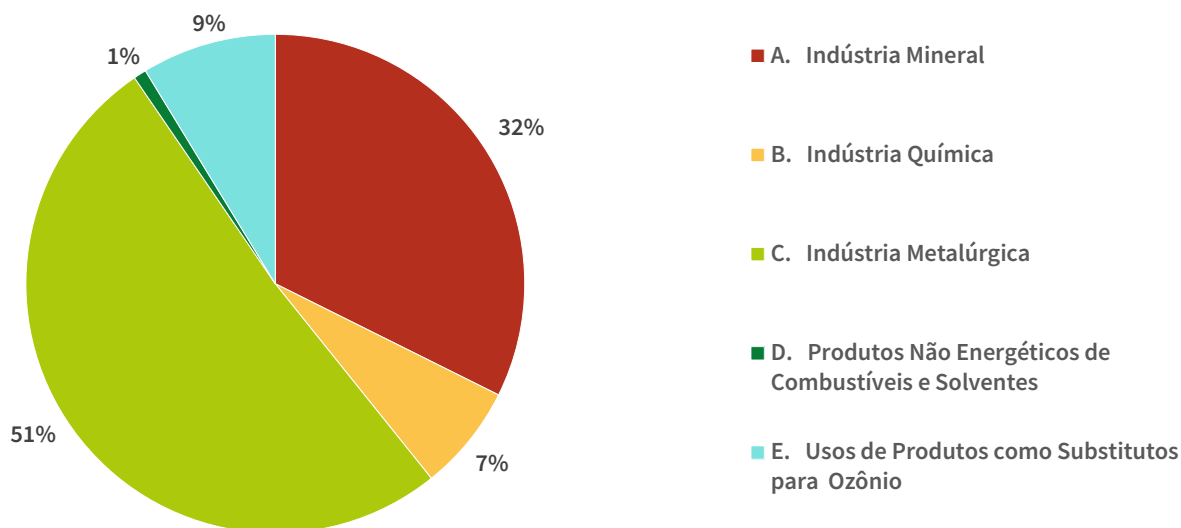


Fonte: elaboração própria, com base nos dados do MCTI (2024b).

As emissões de IPPU totalizaram 102,3 MtCO₂e e responderam por 5% do total de emissões do país. A indústria metalúrgica foi a maior responsável, com 51% das emissões do setor (ou 2,5% do total de emissões do país), seguida da indústria mineral (processos de produção de cimento, produção de cal, produção de vidro e outras utilizações de carbonatos em processos), com 32%, de acordo com o último Inventário Nacional de Emissões (MCTI, 2024). Destaca-se ainda que as emissões de CO₂ representaram 89% do total do IPPU (em MtCO₂e); a indústria metalúrgica e a

indústria mineral contribuíram com 56% e 36%, respectivamente. Após o CO₂, os gases fluorados responderam por 9% do setor, sendo que os usos de produtos como substitutos de substâncias que destroem a camada de ozônio representaram quase 100% desses gases. O CH₄ teve uma participação de 1% nas emissões de GEE do setor, com 72% vindo do subsetor da indústria metalúrgica e 28%, do subsetor da indústria química. O N₂O representou 0,3% das emissões, distribuídas entre a indústria química, com 57%, e a indústria metalúrgica, com 43%.

Figura 4 – Participação nas emissões do setor industrial (IPPU) em 2022



Fonte: elaboração própria, com base nos dados do MCTI (2024b).

Apesar do destaque da produção de ferro e aço dentro do setor industrial, esse subsetor, devido às suas características de processo, contribui com menos de 3% do total das emissões de GEE no Brasil – inferior à média de 7% dessas emissões na produção mundial de aço. A siderurgia no Brasil se divide em três rotas tecnológicas: a integrada a coque, a integrada a carvão vegetal e a semi-integrada. A primeira, mais intensiva em emissões de GEE, produz aço a partir do minério de ferro utilizando o coque de carvão metalúrgico como agente redutor na produção de ferro-gusa nos altos-fornos, que é posteriormente convertido em aço. Por sua vez, as usinas integradas a carvão vegetal utilizam o carvão vegetal no lugar do carvão metalúrgico como agente redutor, gerando menor emissão de CO₂ devido ao balanço floresta – processo produtivo. Já as usinas semi-integradas não têm a etapa de redução e usam sucata de aço e ferro-gusa para alimentar fornos de arco elétrico nos quais a sucata de metal é fundida e transformada em aço utilizando energia elétrica. Essa rota tecnológica permite redução significativa de emissões de GEE. Medidas de curto/médio prazo envolvem maior eficiência energética, uso de matérias-primas e insumos com menor intensidade de carbono (como o uso de gás natural e carvão vegetal), otimização da carga metálica, reciclagem de coprodutos e maior uso da sucata no processo. Nesse contexto, o aço é o produto mais reciclado do mundo: para cada tonelada de sucata reciclada, evita-se a emissão de 1,5 tonelada de CO₂ (IABR, 2020). Além disso, vale ressaltar que a produção de aço via rota integrada a carvão vegetal (como biorredutor) é um diferencial do Brasil em relação à siderurgia dos demais países (CNI, 2021). Destaca-se que, entre 2020 e 2022, o setor do aço no Brasil reduziu suas emissões, chegando a 1,7 t CO₂/t aço bruto, diante da média global de 1,89 t CO₂/t aço bruto.

Já a produção de cimento no Brasil, segundo maior emissor, responde por cerca de 1,2% das emissões totais de GEE nacionais. Em escala mundial, aproximadamente 90% das emissões ocorrem durante a produção de clínquer, seja na calcinação/descarbonatação da matéria-prima, seja com a queima de combustíveis no interior do forno. O restante resulta do transporte de matérias-primas e das emissões pelo consumo de energia elétrica nas fábricas. O Brasil se destaca como uma das referências entre os países com a menor emissão de CO₂ por tonelada de cimento produzida no mundo: enquanto a média global encontra-se em cerca de 620 kg CO₂e/t cimento, no Brasil esse valor é de 570 kg CO₂e/t cimento – ou 8% a menos (CNI, 2021). Cada vez mais, a indústria brasileira tem adotado melhores práticas como medidas de eficiência energética, a crescente utilização de combustíveis alternativos (queima de biomassa e de resíduos) e a busca pela ampliação do uso de adições e substitutos de clínquer (escórias siderúrgicas, cinzas de termoeletricas, pó de calcário e argilas calcinadas) (CNI, 2017).

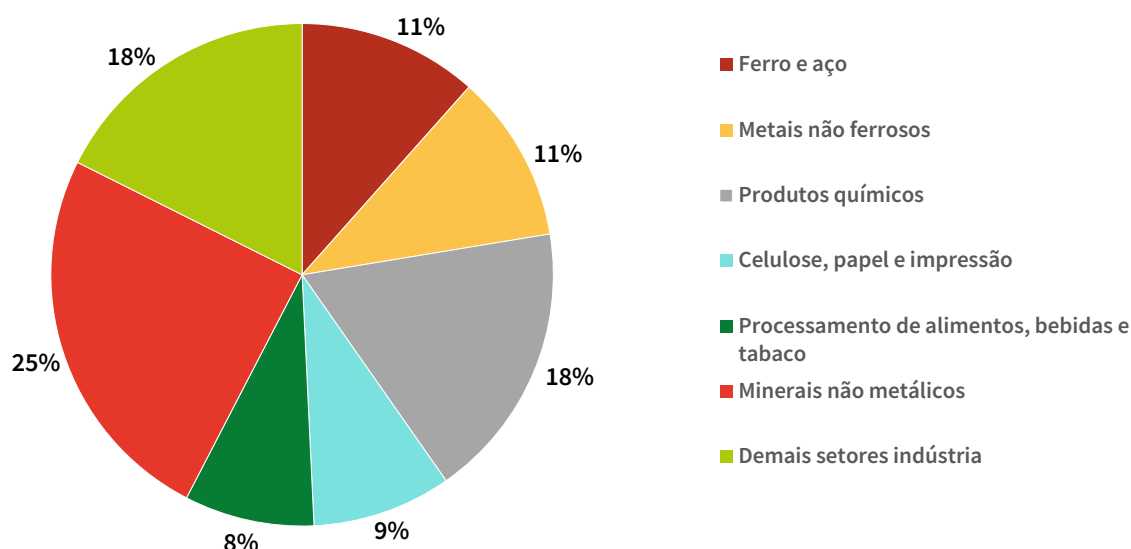
Apesar dos avanços em diversas tecnologias e processos necessários para a descarbonização, alguns segmentos industriais altamente intensivos em energia e de difícil abatimento (*hard-to-abate*) ainda carecem de soluções disponíveis, maduras ou economicamente viáveis. Esses setores também estão mais expostos às restrições de políticas de comércio internacional, como o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM) da União Europeia (EC, 2025b), mesmo com a vantagem brasileira de baixa intensidade de carbono. Portanto, é crucial que as políticas públicas apoiem não apenas os avanços do mercado interno, mas também respondam às demandas internacionais. Além disso, é necessário fornecer mecanismos financeiros mais acessíveis, incluindo a implementação de tecnologias subsidiadas, como nas maiores economias do mundo.

A substituição dessas fontes por opções de menor intensidade carbônica, como biomassa, biogás/biometano, eletrificação direta e hidrogênio de baixa emissão de carbono, representa uma das principais rotas de mitigação para o setor – especialmente no médio e no longo prazos.

Além das emissões de processos industriais (IPPU), o setor industrial brasileiro responde por volumes relevantes de emissões associadas ao consumo de combustíveis fósseis e à gestão de águas residuais industriais.

As emissões oriundas do uso de combustíveis, que totalizaram 70,4 MtCO₂e, estão concentradas principalmente nos subsetores minerais não metálicos – cimento, cal, vidro, cerâmica e outros materiais de construção que não contêm metais –, produtos químicos, ferro e aço, metais não ferrosos e outros (Figura 5). A substituição dessas fontes por opções de menor intensidade carbônica, como biomassa, biogás/biometano, eletrificação direta e hidrogênio de baixa emissão de carbono, representa uma das principais rotas de mitigação para o setor – especialmente no médio e no longo prazos. No curto prazo, medidas como aumento da eficiência energética, melhorias em caldeiras e fornos e otimização da cogeração térmica podem reduzir significativamente essas emissões, inclusive com cobenefícios econômicos.

Figura 5 – Participação nas emissões de energia na indústria em 2022



Fonte: elaboração própria, com base nos dados do MCTI (2024b).

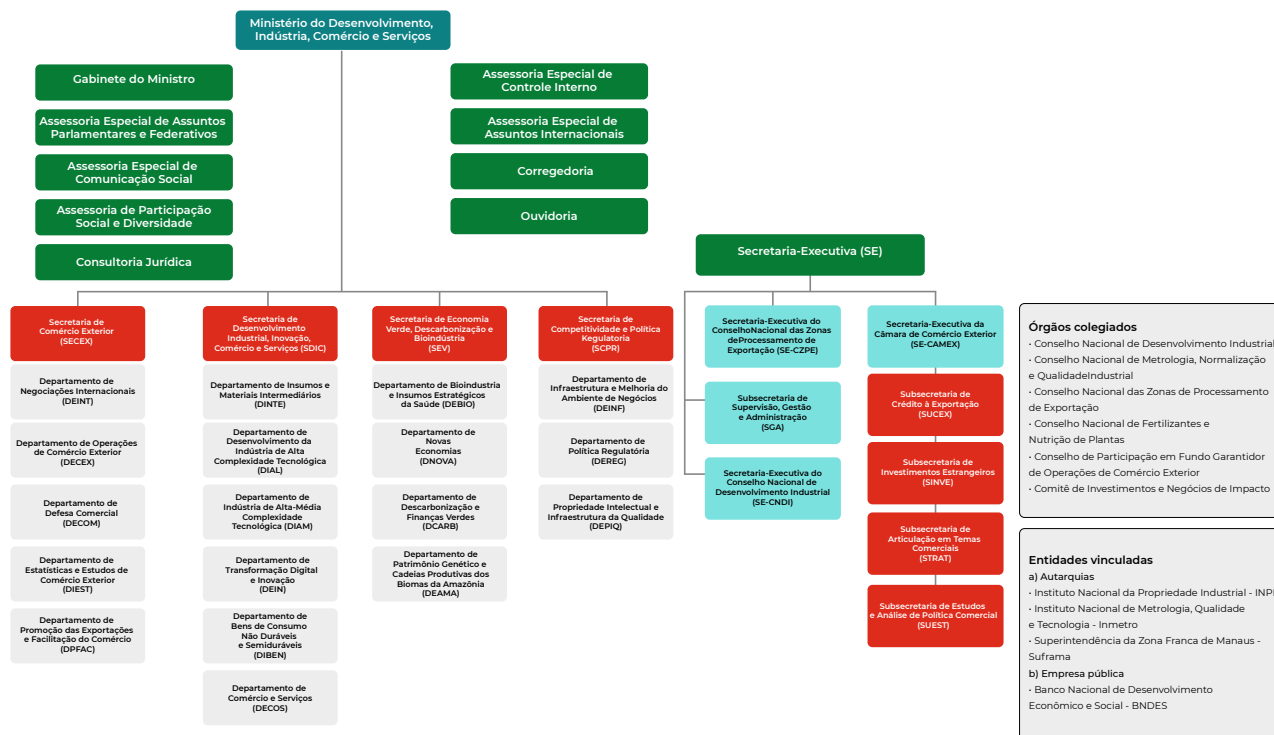
Já as emissões associadas às águas residuais industriais, 5,8 MtCO₂e, têm origem nos processos de tratamento de efluentes, em especial nas indústrias de alimentos, bebidas, papel e celulose, devido à elevada carga orgânica. A redução dessas emissões pode ser viabilizada por meio da melhoria na eficiência dos sistemas de tratamento anaeróbico, da recuperação de biogás e da adoção de tecnologias de tratamento avançado e reúso, além de incentivos à implementação de infraestrutura adequada em pequenas e médias indústrias.

1.3. Arranjo institucional do setor industrial

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) é um órgão da administração pública federal direta que tem como áreas de competência a política de desenvolvimento da indústria, do comércio e dos serviços; propriedade intelectual e transferência de tecnologia; metrologia, normalização e qualidade industrial; políticas de comércio exterior; regulamentação e execução dos programas e das atividades relativas ao comércio exterior; aplicação dos mecanismos de defesa comercial; participação em negociações internacionais relativas ao comércio exterior; e desenvolvimento da economia verde, da descarbonização e da bioeconomia, no âmbito da indústria, do comércio e dos serviços (MDIC, 2023, 2024). Assim como outros ministérios, o MDIC possui transversalidades e pautas comuns com outras pastas do governo federal. Possui órgãos colegiados, autarquias e empresas públicas vinculadas, além de instituições supervisionadas como a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (ApexBrasil) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

Entre as secretarias executivas, encontra-se o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI); recriado em 2023, é o órgão colegiado responsável pela elaboração e apresentação da nova política industrial. Além do MDIC, do corpo ministerial e do BNDES, do lado da sociedade civil participam diferentes conselheiros, setores industriais, entidades sindicais, associações, empresas e institutos de pesquisa (Portal da Indústria, 2024c).

Figura 6 – Organograma do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços



Fonte: MDIC (2023).

O arranjo institucional para a elaboração do Plano Setorial da Indústria inclui os principais atores envolvidos no processo, representantes do setor público, das associações industriais e da sociedade civil. O principal fórum de discussões e articulação institucional é o Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono (CTIBC), mas o processo também conta com a participação de representantes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI).

O Decreto nº 11.575, de 19 de janeiro de 2023, cria o Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono com o objetivo principal de fomentar a transição para uma economia de baixo carbono no setor industrial brasileiro, promovendo a redução de emissões de gases de efeito estufa e o uso sustentável de recursos naturais. O CTIBC visa implementar políticas públicas que incentivem a descarbonização da indústria, alinhadas com as metas de redução de emissões estabelecidas pelo Acordo de Paris e outras diretrizes internacionais. O CTIBC se reúne periodicamente para discutir e avaliar o progresso das iniciativas em andamento, propor novas ações e ajustar estratégias conforme necessário.

O CTIBC estabeleceu um Grupo de Trabalho de Mitigação com o objetivo de mobilizar as associações setoriais da indústria de transformação e entidades representativas do setor, como a Confederação Nacional da Indústria (CNI), as federações industriais dos estados que concentram a maior parte do PIB industrial do país e as associações nacionais da indústria de transformação, a exemplo do Instituto Aço Brasil, da ABIQUIM, da ABCP, do SNIC, da IBA e da ABIVIDRO.

Foram realizados *workshops* setoriais específicos com representantes da indústria dos segmentos de siderurgia, cimento, químicos, papel e celulose e vidro, nos quais ocorreram debates qualificados sobre as principais oportunidades e obstáculos à mitigação nos setores. Esses *workshops* setoriais complementam a Estratégia Nacional de Descarbonização Industrial (ENDI) que está sendo elaborada em conjunto pelo MDIC e o CNDI. A elaboração do plano setorial também conta com apoio e participação da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e a cooperação técnica internacional do Reino Unido e da União Europeia.

Particularmente, o Poder Legislativo tem um papel crucial na construção de um ambiente seguro para os investimentos na indústria do país, conferindo a segurança jurídica necessária. De modo a contribuir com as atividades parlamentares, a indústria se posiciona por meio de proposições legislativas visando maior impacto para decisões de investimento e no processo de neointustrialização. Além disso, a indústria possui outras áreas de atuação, que envolvem:

1) Representação, diálogo e articulação: formulação e participação de grupos de trabalho para assuntos do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM); no Fórum Nacional da Indústria (FNI) e Conselhos Temáticos Permanentes; e representação perante o governo, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), o Conselho Nacional de Previdência (CNP), Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), Conselho Curador do FGTS, Conselho Deliberativo do Fundo de Amparo do Trabalhador (Codefat), Frente Parlamentar da Mineração Sustentável (FPMIn), entre outros.

2) Agenda internacional da indústria: debates sobre competitividade, *compliance*, defesa e inserção internacional das empresas brasileiras, além do acompanhamento de negociações, compromissos e acordos comerciais, por meio do Fórum das Empresas Transnacionais (FET); Coalizão Empresarial Brasileira (CEB); International Chamber of Commerce (ICC); Conselho de Administração da Organização Internacional do Trabalho (OIT); e Organização Internacional dos Empregadores (OIE).

1.3.1. Federações e sindicatos da indústria

A base do sistema de representação da indústria no Brasil consiste em 27 federações de indústrias que reúnem mais de 1.306 sindicatos (nacionais e estaduais) e 930 mil indústrias no país (CNI, 2024). Junto à CNI, órgão máximo do sistema sindical patronal da indústria, essas entidades trabalham em defesa dos interesses do setor produtivo na busca por um ambiente favorável aos negócios, à competitividade e ao desenvolvimento sustentável (CNI, 2024b). A CNI atua na articulação com os poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, além de entidades no exterior.

Além de manter diálogos com setores estratégicos do governo, a CNI administra as atividades do Serviço Social da Indústria (SESI) e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), ambos voltados à formação profissional e apoio ao trabalhador e às suas comunidades. A CNI também é administradora do Instituto Euvaldo Lodi (IEL), instituição com foco no aperfeiçoamento empresarial. No contexto em que a transição global exige a requalificação e recolocação profissional em torno de empregos “verdes”, essas instituições possuem papel fundamental – social, técnico e de desenho de novas carreiras.

1.4. Instrumentos existentes relacionados às medidas de mitigação

A reconstrução da governança e da política climática no Brasil está sendo amplamente discutida, destacando-se o compromisso com o maior alinhamento do Orçamento da União, a transparência no Inventário Nacional e o monitoramento e alcance das metas, além de métodos participativos na elaboração de estratégias nacionais e setoriais.

Os debates sobre ações prioritárias do Plano Clima no setor industrial focam em estímulo à eficiência energética, eletrificação de processos, substituição de insumos por fontes menos emissoras

como sucata e carvão vegetal na siderurgia, substituição de clínquer no cimento por materiais com menor pegada de carbono, fortalecimento das sinergias entre bioeconomia e descarbonização, implementação de captura e armazenamento de carbono (MMA, 2024) e incentivos a economia circular e soluções eficientes como reciclagem química e uso de materiais e produtos com maior circularidade. Reitera-se que essas soluções são estabelecidas em conjunto com outros esforços, como combate ao desmatamento, transição energética justa, agropecuária de baixo carbono, incentivos à bioeconomia e precificação de carbono, além de medidas de adaptação climática.

O Brasil tem uma janela de oportunidades para fortalecer a indústria, promover a descarbonização e aumentar sua participação no PIB. Para isso, deve existir um conjunto de ações do setor público que, alinhadas aos compromissos e esforços do setor privado, ofereçam um ambiente jurídico e regulatório adequado, assegurando equilíbrio fiscal e fornecendo os direcionamentos e recursos necessários. As ações também envolvem maior articulação e participação da sociedade civil, bem como monitoramento e esforços para alinhar as práticas da indústria às oportunidades da economia global. Essas práticas devem ser fundamentadas em princípios de economia verde, digital e inclusiva, entre outras medidas

Assim, para tangibilizar essas oportunidades e cumprir as metas nacionais e setoriais de mitigação, a indústria necessita do suporte de um conjunto de marcos legais, políticas públicas, planos, programas e iniciativas relacionadas à agenda de descarbonização do Brasil, apresentados no Quadro 3.



O Brasil tem uma janela de oportunidades para fortalecer a indústria, promover a descarbonização e aumentar sua participação no PIB. Para isso, deve existir um conjunto de ações do setor público que, alinhadas aos compromissos e esforços do setor privado, ofereçam um ambiente jurídico e regulatório adequado, assegurando equilíbrio fiscal e fornecendo os direcionamentos e recursos necessários.

Quadro 3 – Políticas e instrumentos alinhados à agenda climática (lista não exaustiva)

Instrumento	Tipo	Ano	Alinhamento com mitigação
Reforma tributária	Legislação	-	EC nº 132/2023 (em tramitação). A reforma tributária propicia simplificação do pagamento de tributos, redução de custos para as empresas e, consequentemente, aumento da competitividade dos produtos fabricados no país. Apesar disso, espera-se que o novo sistema, além de equalizar a carga tributária entre os setores, tenha fins de desenvolvimento regional, crescimento socioeconômico e redução do Custo Brasil como um todo.

Instrumento	Tipo	Ano	Alinhamento com mitigação
Modernização do setor elétrico	Legislação	-	PL nº 414/2021 (em tramitação). Propõe a reestruturação do modelo de regulação do setor elétrico, como redução gradual dos requisitos de carga e tensão para acesso ao mercado livre e alterações no formato dos leilões de energia, na tarifação dos consumidores e na separação entre lastro e energia. Nesse contexto, a redução de encargos setoriais e dos custos da energia elétrica é imprescindível para melhoria da competitividade da indústria.
Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões	Legislação	2024	O SBCE (Lei nº 15.042/2024) adota o modelo <i>cap and trade</i> e cria dois ativos financeiros: o Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE) e a Cota Brasileira de Emissões (CBE). O texto inclui a participação de créditos de carbono do mercado voluntário. Também é importante observar reformas e leis internacionais, como o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM) da União Europeia. Destaca-se a necessidade de atenção aos setores industriais mais expostos ao comércio internacional, como aço e alumínio, mesmo com a vantagem brasileira de baixa intensidade de carbono no setor energético. Vê-se que a precificação das emissões de GEE é crucial para atingir as metas da NDC brasileira, a transição energética, a neointustrialização verde e o desenvolvimento com emissões líquidas neutras. É importante ressaltar que o setor químico também enfrenta forte concorrência internacional, destacando a necessidade de capitalizar oportunidades emergentes para neutralizar as vantagens competitivas de economias como China e Índia.
Taxonomia Sustentável Brasileira	Legislação	-	PL nº 5209/2023 (em tramitação). É um sistema que identifica e classifica quais atividades econômicas são sustentáveis. É um catálogo que identifica e define, com base científica e de forma objetiva, atividades econômicas, ativos e projetos que contribuem para objetivos ambientais, econômicos e sociais estabelecidos pela sociedade brasileira.
Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten)	Legislação	2025	Lei nº 15.103/2025. Institui o Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten) que incentiva a substituição de matrizes energéticas poluentes por fontes de energia renováveis e prevê a criação do Fundo Verde, que será formado por créditos tributários de empresas junto à União e administrado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O Paten tem uma importância fundamental para a indústria brasileira, pois visa acelerar a transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis.
Lei do Combustível do Futuro	Legislação	2024	Lei nº 14.993/2024. O objetivo da lei é substituir os combustíveis fósseis no transporte terrestre, marítimo e aéreo por combustíveis sustentáveis. Nesse contexto, cria o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV), o Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV) e o Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano, além de aumentar a mistura de etanol e de biodiesel à gasolina e ao diesel, respectivamente. A lei promove a integração de diversas políticas públicas relacionadas ao setor de transportes, como a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), o Programa de Mobilidade Verde (Mover) e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos (Proconve).

Instrumento	Tipo	Ano	Alinhamento com mitigação
Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC)	Política	2009	(Em revisão). Espera-se que a articulação entre o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) e o Conselho Nacional de Política Industrial (CNDI) gere frutos importantes para maior contribuição da indústria no atingimento das metas climáticas e maior participação na economia. Sugere-se que as medidas envolvam uma indústria de baixo carbono participativa, com foco em setores-chave e estratégicos, de modo a preservar a competitividade em uma economia global de baixo carbono e fomentar inovação de forma transversal.
Política Nacional de Transição Energética (PNTE)	Política	2024	A PNTE objetiva um novo padrão para o modelo energético, baseado em fontes renováveis e em baixas emissões de carbono. Busca promover maior articulação e coordenação da transição energética, alinhando-se com outras políticas governamentais, como a PNMC e o Plano de Transformação Ecológica. Um dos principais instrumentos da PNTE é o Plano Nacional de Transição Energética (Plante), que define um conjunto de ações estratégicas em longo prazo com o objetivo de alcançar a neutralidade de emissões e promover o desenvolvimento econômico sustentável. Coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, com o apoio da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e de outros ministérios, o Plante é revisado periodicamente para se adaptar a transformações e desafios do setor energético.
Debêntures incentivadas	Legislação	2024	Decreto nº 11.964/2024. O decreto define setores prioritários elegíveis para emissão de debêntures incentivadas, incluindo projetos relacionados a energia limpa e hidrogênio de baixa emissão de carbono. Essas debêntures oferecem benefícios fiscais aos investidores, como a isenção de imposto de renda sobre os rendimentos, facilitando o acesso a capital privado de longo prazo para financiar iniciativas no setor de hidrogênio.
Marco regulatório para energia <i>offshore</i>	Política	2025	A nova Lei nº 15.097/2025 estabelece o marco regulatório para o aproveitamento do potencial energético <i>offshore</i> no Brasil, promovendo o desenvolvimento sustentável e a geração de energia limpa. Essa lei regula o uso de bens da União para a geração de energia elétrica em áreas marítimas, incentiva tecnologias inovadoras, como a produção de hidrogênio a partir de energia <i>offshore</i> , e prioriza a proteção ambiental e a consulta prévia às comunidades afetadas. Além disso, fomenta a indústria nacional, gerando empregos e investimentos regionais.

Instrumento	Tipo	Ano	Alinhamento com mitigação
Resíduos sólidos	Política	2025	Foi sancionada a Lei nº 15.088/2025, uma medida que promove avanços significativos na legislação ambiental ao alterar a Lei de Resíduos Sólidos para proibir a importação de resíduos sólidos e rejeitos, com exceções limitadas e bem definidas. Essa mudança não apenas fortalece a proteção ambiental, mas também incentiva diretamente a cadeia da reciclagem no Brasil, composta por cooperativas e associações de catadores que reúnem cerca de 800 mil trabalhadores, segundo dados do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. A importação de resíduos, anteriormente mais vantajosa do ponto de vista econômico, refletia as deficiências das cadeias de reciclagem nacionais, incluindo as cooperativas de catadores. Agora, ao restringir essa prática, a nova lei busca direcionar os recursos e a infraestrutura do país para enfrentar os próprios desafios de gerenciamento de resíduos, evitando que o Brasil continue absorvendo materiais descartados por outras nações.
Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono	Política	2024	A Lei nº 14.948/2024 institui a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono, que estabelece regime especial de incentivos para a indústria do hidrogênio e suas diversas rotas de produção e cria o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC). Além disso, institui o Sistema Brasileiro de Certificação do Hidrogênio (SBCH2) para promover a utilização do hidrogênio de forma sustentável a partir das informações contidas em certificado emitido por empresa certificadora ao produto hidrogênio e derivados. Desse modo, projetam-se oportunidades interessantes para a indústria, com maiores investimentos, tecnologias e geração de empregos, além de contribuir para a redução das emissões. Posteriormente, em setembro de 2024, foi sancionada a Lei nº 14.990, que institui o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC). Uma das principais estratégias do PHBC é a concessão de créditos fiscais na comercialização de hidrogênio de baixa emissão de carbono e seus derivados produzidos no território nacional. Esses créditos serão concedidos entre 2028 e 2032, com limites anuais que começam em R\$ 1,7 bilhão em 2028 e chegam a R\$ 5 bilhões em 2032. A regulamentação do PHBC está em processo de elaboração. Em 21 de outubro de 2024, o Ministério da Fazenda, por meio da Secretaria de Reformas Econômicas, iniciou uma Tomada de Subsídios para coletar contribuições da sociedade sobre a regulamentação do Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro) e do próprio PHBC. Essa iniciativa busca fortalecer o processo participativo e democrático na formulação dos incentivos destinados ao desenvolvimento do mercado de hidrogênio de baixo carbono no Brasil.

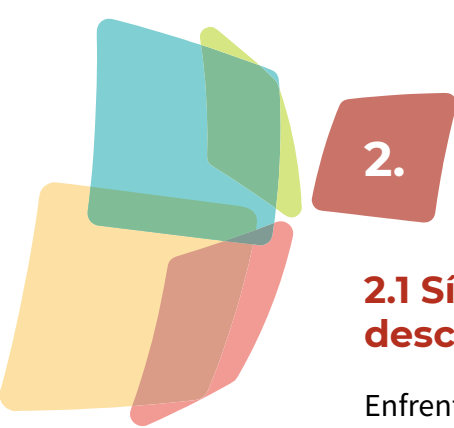
Instrumento	Tipo	Ano	Alinhamento com mitigação
Estratégia Nacional de Economia Circular	Política	2024	Decreto nº 12.082/2024. Tem por objetivo estimular o uso mais consciente dos recursos e priorizar produtos mais duráveis, recicláveis e renováveis. Entre as ações, o projeto prevê a adoção de compras públicas sustentáveis; o financiamento de pesquisa e a promoção de processos destinados à adoção da circularidade; o estímulo ao direito dos consumidores de repararem seus produtos; a criação de incentivos fiscais; e a conscientização da sociedade quanto à utilização do potencial de vida útil dos produtos.
Nova Indústria Brasil (NIB)	Plano	2024	A neoindustrialização do país enfrenta desafios como a baixa participação da indústria na economia, devido a baixa intensidade tecnológica, baixa priorização de políticas industriais e fragmentação das ações, baixo valor agregado nas cadeias globais, capacidade de inovação limitada e deficiência no suprimento de insumos-chave. O principal desafio será promover uma indústria que atenda aos requisitos da agenda climática ao mesmo tempo que endereça desafios estruturais e demandas antigas do setor. Para atender a agenda de mitigação, a NIB oferece condições de financiamento especiais, além do lançamento do Fundo de Minerais Críticos e o Novo Fundo Clima. Aqui, pede-se maior clareza das prioridades de financiamento. Entre as Missões está a descarbonização, que propõe a indústria verde, reduzindo a intensidade de emissões de gases de efeito estufa por unidade de produto em consonância com as metas setoriais do Plano Clima. O governo buscará ampliar em 27%, em 2026, e 50%, em 2033, a participação dos biocombustíveis e elétricos na matriz energética de transporte. Além disso, a NIB irá ampliar o uso tecnológico e sustentável da biodiversidade pela indústria em mais de 10%, em 2026, e 30%, em 2033. As demais Missões também são transversais às atividades de descarbonização e contribuem para o atingimento de metas climáticas. No entanto, falta clareza, ambição e maior conexão dos indicadores de progresso das Missões com a PNMC e a NDC.
Plano Plurianual 2024-2027	Plano	2023	O eixo 2, denominado Desenvolvimento Econômico e Sustentabilidade Socioambiental e Climática, traz questões relacionadas a produtividade, competitividade, crescimento econômico, ambiente de negócios, industrialização em novas bases tecnológicas, desenvolvimento científico e tecnológico, inserção do Brasil na economia verde e digital, além de infraestrutura, redução de desigualdades regionais, economia solidária e desenvolvimento rural, bem como segurança hídrica e maior eficiência logística. Ao contrário de versões anteriores, o PPA reforça, além dos indicadores, metas e métricas, a transversalidade entre as políticas no planejamento e orçamento.
Plano de Transformação Ecológica	Plano	2023	Objetiva auxiliar o país a cumprir seus compromissos de redução das emissões de GEE e direcioná-lo para uma economia verde, embasado em seis eixos: finanças sustentáveis; economia circular; adensamento tecnológico; bioeconomia; transição energética; e adaptação à mudança do clima. Entre as medidas, estão o mercado regulado de carbono, a criação de núcleos de inovação tecnológica, a eletrificação de frotas de ônibus, o estímulo à reciclagem e obras públicas para reduzir riscos de desastres naturais. Neste sentido, o plano está alinhado ao Novo PAC.

Instrumento	Tipo	Ano	Alinhamento com mitigação
Plano de Retomada da Indústria	Plano	2023	A Missão 1 busca desenvolver uma Economia de Baixo Carbono, com estímulos à descarbonização da indústria, ao mercado de carbono, à eficiência energética e à promoção da bioeconomia e da economia circular. Todos os eixos transversais, como Tributação e Financiamento, se bem direcionados promovem o desenvolvimento sustentável e condições competitivas para o Brasil com os demais países. O plano reforça que a estratégia brasileira de descarbonização deve considerar que parcela importante das indústrias extrativa e de transformação ainda é intensiva no uso de fontes térmicas e/ou de combustíveis fósseis.
Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) e Plano Nacional de Energia (PNE)	Plano	PDE 2034: 2024 PNE 2055: 2025	Tanto o PDE quanto o PNE apresentam as perspectivas para o setor energético, contribuindo para as projeções de oferta e demanda de energia pela indústria e apoiando o processo de tomada de decisão. Ambos incorporam temas relacionados às mudanças climáticas e abordam tecnologias e cenários ligados ao consumo energético e às emissões de gases de efeito estufa (GEE).
Programa Mobilidade Verde e Inovação - Programa Mover	Programa	2024	A Lei nº 14.902/2024, que institui o Programa Mobilidade Verde e Inovação (Programa Mover), representa um marco estratégico na agenda de desenvolvimento industrial sustentável do Brasil. O programa reflete o compromisso do governo com a descarbonização da economia, a promoção de tecnologias de ponta e a consolidação do Brasil como líder global na transição energética. Por meio de requisitos obrigatórios para veículos novos, incentivos à pesquisa e desenvolvimento, um regime especial para autopeças não produzidas e a criação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico (FNDIT), o Mover posiciona a indústria automotiva nacional como protagonista em cadeias globais de valor. O programa promove a eficiência energética e o uso de biocombustíveis e combustíveis de baixo carbono, além de fomentar inovações alinhadas às tendências globais.
Programa de Aceleração do Crescimento (Novo PAC)	Programa	2023	Entre os diversos objetivos, os recursos do PAC visam ampliar a geração e transmissão da energia renovável e combater a pobreza energética, ao mesmo tempo que impulsionam a geração de empregos, a qualificação da mão de obra, o desenvolvimento regional e o aquecimento de diversos setores da economia. Cabe ressaltar que os aportes são direcionados ao crescimento, mas precisam ter boa governança e estar alinhados concretamente com a descarbonização e as necessidades da população. Nesse contexto, observam-se algumas contradições, como o montante destinado à indústria de petróleo e gás. Em resposta, um aspecto importante do programa é focado em melhorias no licenciamento ambiental e na articulação e diálogo prévio com o poder público.

Instrumento	Tipo	Ano	Alinhamento com mitigação
Mapa Estratégico da Indústria	Iniciativa	2023	O eixo Baixo Carbono e Recursos Naturais enfatiza a inserção de práticas, tecnologias e processos de baixo carbono na produção industrial, reforça a necessidade de um sistema robusto de Mensuração, Relato e Verificação (MRV) e, entre outras metas, define: (i) reduzir a intensidade das emissões de CO ₂ e pela indústria em relação ao PIB industrial para 0,183 Mton/R\$ trilhões até 2032 (redução de 0,5% a.a.); (ii) aumentar para 170 a quantidade de empresas da indústria de transformação que realizam inventários de emissões de GEE até 2032; (iii) aumentar a eficiência energética por meio da redução da intensidade energética da indústria para 9,8% até 2032; (iv) elevar o nível de uso de fontes renováveis na matriz energética da indústria para 75%.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).





2. Prioridades e tendências para a mitigação de emissões no setor

2.1 Síntese das alavancas prioritárias para descarbonização do setor

Enfrentar os desafios da descarbonização industrial exige uma abordagem que reconheça as particularidades de cada segmento, permitindo a proposição de soluções capazes de posicionar estrategicamente a indústria no processo de transição de baixo carbono. Contudo, é fundamental considerar desafios transversais e comuns que frequentemente afetam todos os segmentos e podem ser endereçados de forma integrada e colaborativa entre diferentes atores.

Entre esses desafios, destaca-se a capacitação da força de trabalho para lidar com novas tecnologias e processos produtivos, algo que demanda tempo e, muitas vezes, recursos significativos. A implementação de tecnologias efetivas de descarbonização exige investimentos e custos operacionais muito elevados, que podem impactar na competitividade das empresas, especialmente nos setores considerados *hard-to-abate*, além de empresas pequenas e médias e/ou com recursos limitados. Nos setores que ainda estão em estágios iniciais de maturidade tecnológica, há uma necessidade urgente de intensificar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), bem como estabelecer parcerias estratégicas (CNI, 2024).

Outro ponto crítico é o elevado custo associado à modernização de instalações e à adoção de novas tecnologias, que pode se tornar um obstáculo para muitas empresas do setor. Além disso, é imprescindível considerar as transformações no comportamento dos consumidores, as demandas (e exigências) do setor financeiro e as mudanças no ambiente regulatório, com a introdução de normativas e novos padrões voltados para a sustentabilidade. Nesse contexto, fatores adicionais igualmente relevantes agravam a complexidade do cenário e impactam diretamente a dinâmica industrial. Entre eles, destacam-se os avanços da digitalização, automação e inteligência artificial; o surgimento de tecnologias disruptivas, que transformam padrões produtivos e cadeias de valor; o avanço de medidas protecionistas e instabilidade política no cenário internacional; e questões territoriais, como o ordenamento do uso da terra e a proteção de direitos humanos e comunitários, que têm impacto direto no planejamento de estratégias industriais.

Diante desse contexto multifacetado, identificam-se alavancas estratégicas prioritárias para a descarbonização industrial, que devem orientar políticas públicas, investimentos e ações coordenadas. Entre elas, destacam-se: (i) substituição de insumos e materiais por alternativas de menor emissão de GEE e promoção da economia circular e do uso de matérias-primas alternativas; (ii) ampliação do uso de fontes de energia renovável; e (iii) substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes renováveis (exemplo: biomassa, biogás e H₂).

Para uma melhor compreensão das atividades críticas para a redução de emissões, os quadros a seguir apresentam as principais alavancas prioritárias. Esses

quadros destacam o potencial de mitigação de cada medida, bem como as principais barreiras, cobenefícios e impactos adversos.

É importante destacar que os esforços previstos para o horizonte 2030-2035 são determinantes e podem incluir a adaptação da estrutura produtiva existente para integrar tecnologias de baixa emissão de carbono, utilizando uma combinação estratégica de iniciativas.

A descarbonização da indústria brasileira requer o enfrentamento de barreiras transversais e a promoção de alavancas estruturantes no curto prazo (2025-2035), que possibilitem transformações de longo prazo (até 2050). A seguir, apresentam-se as principais alavancas e tendências tecnológicas, regulatórias e comportamentais que orientarão o setor rumo à descarbonização.



A descarbonização da indústria brasileira requer o enfrentamento de barreiras transversais e a promoção de alavancas estruturantes no curto prazo (2025-2035), que possibilitem transformações de longo prazo (até 2050).

Quadro 4 – Análise das alavancas de mitigação para o setor industrial no horizonte do Plano Clima (2025-2035)

Alavancas prioritárias 2025-2035	Principais barreiras	Cobenefícios
		Temática
Eletrificação e aumento da eficiência energética nos processos industriais	Tecnológicas: maturidade limitada em alguns subsetores industriais e dificuldade na adaptação das tecnologias aos processos existentes, especialmente em pequenas e médias empresas. Econômico-financeiras: ausência de mecanismos robustos de financiamento e incentivos fiscais para viabilizar a eletrificação e modernização industrial; elevado CAPEX e retorno de longo prazo dificultam a adoção voluntária.	Competitividade e fortalecimento da indústria nacional; Segurança energética; Geração de trabalho decente e elevação de renda.
Substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes renováveis (exemplo: biomassa, biogás, H ₂)	Geofísicas: restrição na disponibilidade de biomassa e fontes renováveis em determinadas regiões industriais, com competição pelo uso da terra com agricultura e conservação ambiental. Regulatórias: melhorar os marcos legais integrados para viabilizar o uso sustentável de fontes alternativas e conexão com a rede. Econômico-financeiras: estrutura logística deficiente, custos de transporte elevados e incertezas regulatórias que afetam a previsibilidade de investimentos.	Uso eficiente dos recursos naturais e ecossistemas; Redução das desigualdades regionais e territoriais; Segurança alimentar e nutricional.

Alavancas prioritárias 2025-2035	Principais barreiras	Cobenefícios
		Temática
Promoção da economia circular e uso de matérias-primas alternativas	Tecnológicas: ausência de normatização para novos materiais e produtos secundários limita a escalabilidade da economia circular. Regulatórias: ausência de políticas públicas integradas e de incentivos econômicos para estimular a circularidade em larga escala. Socioculturais: resistência dos consumidores e empresas em adotar produtos reciclados ou reprocessados, associada à baixa conscientização e à cultura de descarte inadequada.	Qualidade da água e do solo; Redução de desigualdades sociais, étnicas, raciais e de gênero; Ampliação do acesso a serviços sociais básicos.
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono (CCUS, processos inovadores, SbN)	Tecnológicas: baixa maturidade das tecnologias emergentes, como CCUS e hidrogênio de baixa emissão de carbono, e ausência de plantas em escala comercial no Brasil. Econômico-financeiras: custo do CCUS e do carbono estocado das remoções biogênicas. Regulatórias: falta de estrutura legal para contabilização e certificação de remoções, armazenamento e uso de carbono; incertezas relacionadas ao reconhecimento e à integridade das remoções biogênicas e baseadas em capital natural. Aceitação política: necessidade de priorização orçamentária e institucional e ausência de mecanismos de governança interministerial para lidar com a complexidade das tecnologias de baixo carbono. Geofísicas: disponibilidade de áreas para projetos de recuperação e manejo florestal.	Transferência de tecnologia e inovação tecnológica; Resiliência das infraestruturas; Qualidade do ar.
Redução de HFCs de alto GWP e fortalecimento da gestão de resíduos industriais	Regulatórias: inexistência de instrumentos legais atualizados para regulamentar a cadeia de uso, coleta e destruição de HFCs. Tecnológicas: ausência de infraestrutura nacional para regeneração e destruição segura dessas substâncias. Econômico-financeiras: alto custo da destruição; ausência de instrumentos econômicos para viabilizar a logística reversa e a responsabilidade estendida do produtor ao longo da cadeia.	Qualidade do ar; Resiliência das infraestruturas; Proteção e restauração da biodiversidade e dos ecossistemas.

Alavancas prioritárias 2025-2035	Principais barreiras	Cobenefícios
		Temática
Descarbonização de processos industriais de difícil abatimento (do inglês, <i>hard-to-abate</i>)	Tecnológicas: processos industriais como cimento, aço, alumínio e químicos apresentam limitações tecnológicas para substituição completa de insumos e fontes energéticas, com baixa disponibilidade de alternativas viáveis em escala comercial e elevada complexidade técnica para adaptação dos processos existentes. Econômico-financeiras: alto custo de investimento em tecnologias específicas para esses setores, com retorno incerto e de longo prazo. A ausência de instrumentos econômicos direcionados e de precificação robusta de carbono dificulta a viabilidade econômica da descarbonização. Regulatórias: insuficiência de incentivos regulatórios para adoção de soluções de baixo carbono.	Competitividade e fortalecimento da indústria nacional; Transferência de tecnologia e inovação tecnológica.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

A adoção das alavancas de mitigação no horizonte 2025-2035 pode representar um ponto de inflexão para a indústria brasileira. Embora os desafios sejam significativos – desde a limitação tecnológica até as barreiras regulatórias e financeiras –, os cobenefícios sociais, ambientais e econômicos têm o potencial de superar os custos em médio e longo prazos. Essas medidas podem gerar um novo ciclo de investimentos, melhorar a competitividade do setor e posicionar o Brasil como referência em descarbonização industrial. Para isso, é fundamental que o Plano Setorial da Indústria atue de forma integrada, priorizando políticas habilitadoras, incentivos econômicos e mecanismos de governança intersetorial que deem escala e celeridade à implementação das alavancas identificadas.

Com o olhar voltado para 2050, é essencial mapear as tendências tecnológicas, econômicas e estruturais que moldarão o futuro da indústria. Essas tendências sinalizam transformações mais profundas e de longo prazo, exigindo ações preparatórias desde já. Tecnologias como hidrogênio de baixa emissão de carbono, captura e armazenamento de carbono (CCUS), novas rotas industriais e substituição intensiva de matérias-primas deverão transformar cadeias produtivas inteiras. A seguir, são apresentadas as principais tendências para o setor industrial com horizonte até 2050, acompanhadas de suas respectivas barreiras à implementação.

Quadro 5 – Análise das tendências de mitigação para o setor industrial no horizonte de longo prazo (2050)

Tendências 2050	Principais barreiras
Integração de hidrogênio de baixa emissão de carbono em processos industriais	Tecnológicas: baixa maturidade tecnológica em alguns subsetores e necessidade de adaptações específicas. Regulatórias: arcabouço jurídico ainda precisa ser regulamentado. Econômico-financeiras: alto custo de produção, armazenamento e transporte do H₂ e incerteza de demanda industrial.

Tendências 2050	Principais barreiras
Implementação de tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono (CCUS)	Tecnológicas: dificuldade em escalar soluções de captura e identificar áreas adequadas para armazenamento. Regulatórias: falta de normativos específicos para uso e contabilização. Financeiras: elevados CAPEX e OPEX e ausência de precificação adequada de carbono.
Adoção de rotas industriais elétricas e combustíveis sintéticos de baixo carbono	Tecnológicas: necessidade de tecnologias adaptadas a altas temperaturas e cargas térmicas variáveis. Geofísicas: limitações de biomassa e insumos para combustíveis sintéticos. Financeiras: baixa competitividade diante de combustíveis fósseis e alto custo da eletrificação.
Substituição de matérias-primas e aplicação de materiais alternativos de baixo carbono	Tecnológicas: necessidade de novos insumos compatíveis. Regulatórias: lacunas em normas técnicas para uso de resíduos e substitutos. Socioculturais: aceitação limitada de novos produtos e resistência a mudanças na cadeia de suprimentos.
Digitalização avançada e automação inteligente de processos industriais	Tecnológicas: defasagem tecnológica em parte do parque industrial brasileiro. Financeiras: custos elevados de implantação e capacitação. Político-institucionais: baixa integração com políticas industriais e escassez de incentivos à digitalização em setores tradicionais.
Expansão da economia circular industrial em cadeias produtivas complexas	Regulatórias: ausência de incentivos e normatização nacional para circularidade avançada. Tecnológicas: limitações de escalabilidade e rastreabilidade de resíduos. Socioculturais: falta de cultura empresarial voltada à reutilização e ao reaproveitamento.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Além dessas alavancas e tendências mapeadas, também foram mapeados exemplos de tendências tecnológicas específicas para os principais subsetores industriais de difícil abatimento, conforme detalhado no Anexo A (lista não exaustiva de tecnologias de mitigação de GEE).

2.2 Descrição das tendências de mitigação

A indústria brasileira enfrenta uma série de desafios estruturais, tributários, burocráticos, trabalhistas e econômicos que comprometem a competitividade e a atratividade do setor. Esses fatores podem impactar negativamente o ambiente de negócios, elevar os custos dos produtos nacionais e desestimular investimentos no país. Por outro lado, importantes iniciativas já estão em andamento para fomentar investimentos públicos e privados na indústria e criar um ambiente

mais favorável a novos negócios. Entre elas, destacam-se programas como a Nova Indústria Brasil (NIB), o Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos e para a Transformação Ecológica (BIP), os avanços na cooperação internacional e as próprias iniciativas individuais e compromissos firmados pelos setores industriais brasileiros.

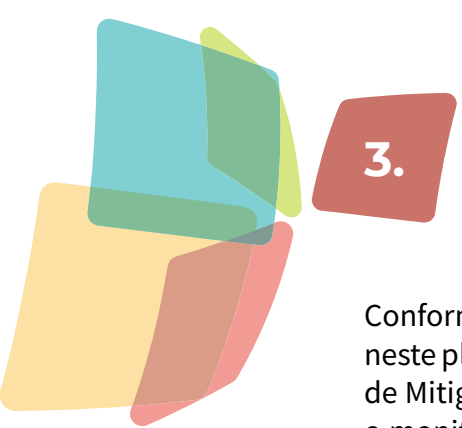
No contexto específico da descarbonização, a participação ativa da indústria na definição de ações estratégicas do Plano Setorial de Indústria é essencial para direcionar recursos que acelerem a transição para uma economia de baixo carbono. Essa abordagem integrada é fundamental para superar barreiras, criar sinergias e promover a transformação industrial capaz de se alinhar ao desenvolvimento econômico e socioambiental. Além disso, permite que o Brasil explore as vantagens comparativas do setor industrial, favorecendo uma descarbonização custo-efetiva e fortalecendo sua posição no mercado global.

De modo geral, as alavancas de mitigação para o período de 2030 a 2035 indicam avanços concretos em várias frentes estratégicas. Destacam-se o maior aproveitamento de biomassa e bioenergia, áreas em que o Brasil já desempenha um papel de liderança, além da promoção da economia circular e do aumento da eficiência energética, iniciativas reconhecidas por sua relação custo-benefício favorável. Adicionalmente, o reaproveitamento de subprodutos e resíduos em processos produtivos tem ganhado atenção nos diferentes subsetores; no entanto, sua implementação ainda requer esforços adicionais e investimentos direcionados para superar desafios técnicos e operacionais.

Para 2050, destacam-se as tendências de desenvolvimento e implementação de tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono (CCUS), bem como de expansão das cadeias de valor do hidrogênio de baixa emissão de carbono. Nesse cenário, é fundamental a mobilização de investimentos e apoio regulatório para viabilizar e acelerar a adoção em larga escala, complementada pela *expertise* técnica e cooperação internacional.

Ao analisar as emissões históricas por subsetor industrial brasileiro, observa-se uma redução contínua na intensidade de carbono em sua grande maioria, evidenciada pela diminuição da tCO₂e por tonelada de produto na maioria dos subsetores. Pode-se visualizar uma análise detalhada dos principais subsetores no Anexo B, destacando quais os principais desafios e oportunidades de cada subsetor.





3. Plano de Ação

Conforme mencionado tanto na Estratégia Nacional de Mitigação (ENM) quanto neste plano setorial, a ENM será implementada por meio de seus Planos Setoriais de Mitigação, os quais são pilares fundamentais para garantir a concretização e o monitoramento do alcance dos objetivos nacionais e das metas nacionais de mitigação.

No âmbito da ENM, as metas nacionais de mitigação para 2025 e 2030 foram apresentadas, e a meta nacional para 2035 foi definida – reduzir, em 2035, as emissões líquidas nacionais de GEE em 59% e 67% abaixo dos níveis de 2005, o que é consistente, em termos absolutos, com uma emissão de 1,05 GtCO₂e e 0,85 GtCO₂e, de acordo com os dados mais recentes do Inventário Nacional de GEE (NIR2024) –, alinhada à meta nacional de alcançar emissão líquida zero de GEE em 2050 e à meta global de limitar o aumento de temperatura do planeta a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais.

Tal meta foi definida com um olhar de curto, médio e longo prazo – incorporando as metas nacionais para 2025, 2030 e 2050 – e integrado, ao combinar as metas nacionais de 2030 e 2035 com metas setoriais para esses anos, as quais orientaram a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação, suas ações e metas, considerando a necessidade de coordenação e integração entre setores para atingi-las, e com o objetivo de garantir que a trajetória de mitigação para a economia como um todo seja monitorada, avaliada e revisada de forma consistente e integrada.

Portanto, as metas setoriais para 2030 indicam o teto de emissões líquidas setoriais para aquele ano, alinhadas à meta nacional de 1,2 GtCO₂e – ao passo que, para 2035, definem uma meta de emissões líquidas setoriais em banda, representando esforços mínimos e máximos para cada setor, alinhadas à meta nacional para 2035 entre 0,85 GtCO₂e e 1,05 GtCO₂e.

Conforme detalhado na seção 3.3 do capítulo 3 da Estratégia Nacional de Mitigação, a nova meta nacional de mitigação para 2035 foi definida com base em um processo rigoroso de análise de avaliações científicas geradas a partir do Modelo BLUES, a qual subsidiou a realização de debates internos ao governo federal e o diálogo com representantes da sociedade civil, do setor privado, dos movimentos sociais e da comunidade científica.

A análise dessas evidências científicas, de forma similar, também foi ponto de partida para a definição das metas setoriais para 2030 e 2035. Os resultados do Modelo BLUES foram analisados e comparados com exercícios de modelagem conduzidos por outros órgãos de governo ou por entidades do setor privado e da sociedade civil, integrando novas evidências ao processo negociador e de tomada de decisão.

A essas análises, somaram-se reiterados exercícios de formulação das ações de mitigação setoriais, que constam dos planos setoriais, e de definição das metas dessas ações, os quais retroalimentaram os debates e diálogos sobre as metas

setoriais. Portanto, as metas setoriais para 2030 e 2035 são também resultado do próprio processo de elaboração dos planos setoriais, que consistem em planos de ação fundamentais para o alcance dos objetivos e metas nacionais de mitigação.

Cumprir destacar que, no caso dos planos setoriais que compartilham emissões com outros planos setoriais – mais especificamente, o Plano Setorial de Energia, que compartilha emissões por uso de energia com os Planos Setoriais de Transportes, Cidades, Indústria e Agricultura e Pecuária –, as metas setoriais representam o resultado agregado e articulado de ações impactantes, aquelas que possuem relação direta com a redução de emissões ou o aumento de remoções, presentes nos planos setoriais correspondentes. Dessa forma, o potencial de mitigação associado às ações de caráter energético previstas no Plano Setorial de Energia e o potencial de mitigação associado às ações específicas setoriais previstas nos demais planos setoriais mencionados conformam, de modo conjunto e articulado, os níveis de ambição setoriais apresentados em categorias de emissões e remoções. Ainda assim, é importante ressaltar que as metas foram definidas e serão monitoradas, avaliadas e revisadas de forma a impedir a “dupla contagem”.

Ademais, as ações estruturantes dos planos setoriais, que viabilizam a plena implementação das ações impactantes propostas, são elementos fundamentais para o alcance das metas setoriais de mitigação. Portanto, para que o potencial de mitigação de cada ação impactante possa ser plenamente realizado, e os atuais riscos e incertezas identificados nos planos setoriais possam ser superados, é necessário garantir que as ações que estabelecem as condições para sua realização sejam efetivamente implementadas no cronograma definido.

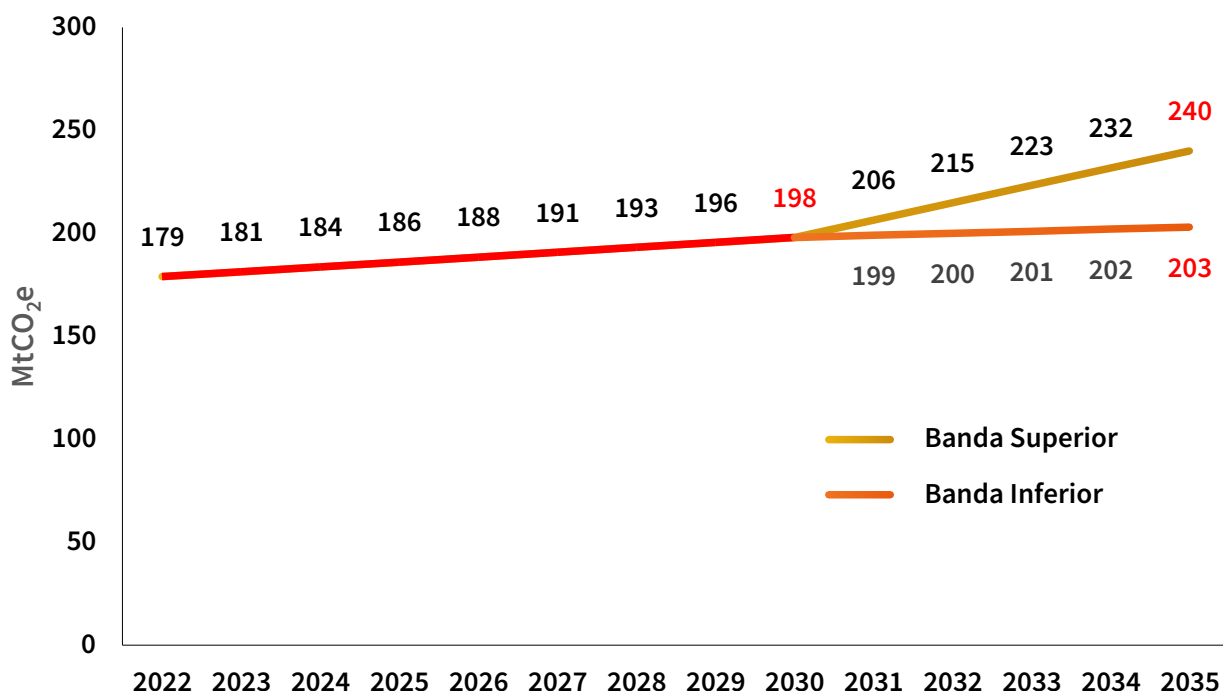
3.1 Meta setorial e indicadores

Diante de um cenário em que se espera a contribuição de todos os setores para o cumprimento das metas da NDC em uma abordagem *economy-wide*, com foco na descarbonização de longo prazo, a indústria tem implementado um conjunto de políticas públicas e instrumentos financeiros que são fundamentais para que o setor se reinvente, reduza suas emissões e promova a inovação tecnológica, fortalecendo, assim, sua competitividade. Entretanto, medidas adicionais precisam ser planejadas e implementadas.

Nesse contexto, a definição de metas setoriais representa o ponto de partida para orientar as ações, estabelecer objetivos específicos e delinear estratégias de implementação que estejam alinhadas à realidade e ao potencial de mitigação de cada segmento industrial, com foco no alcance da meta de 1.200 MtCO₂e até 2030 e da meta mais ambiciosa de 850 MtCO₂e até 2035.

Para que as metas sejam atingidas, foram definidas metas setoriais para os sete planos setoriais. A Figura 7 apresenta a trajetória das emissões do Plano Setorial de Indústria para atingimento das metas setoriais deste plano, que corresponde a um teto de 198 MtCO₂e em 2030 e de 203 a 240 MtCO₂e em 2035, em comparação aos níveis registrados em 2022. De forma alinhada com a NDC, as metas para 2035 também foram definidas por banda.

Figura 7 – Trajetória de emissões de GEE da indústria (entre os anos de 2022 e 2035)



Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Para monitoramento das metas globais do Plano Setorial da Indústria, foi definido o indicador descrito abaixo:

Emissão anual de GEE em relação ao teto estimado (%) – relação entre as emissões anuais calculadas no Inventário Nacional, por plano setorial, e os tetos de emissões anuais estimados na trajetória (Figura 7) para o plano setorial, referentes ao período de 2023 até 2035.

Fórmula de cálculo:

$$\frac{\text{Emissão anual calculada no Inventário Nacional}_{\text{ano } x}}{\text{Teto de emissão anual estimado na trajetória}_{\text{ano } x}} = \text{Resultado do indicador (\%)}$$

A Tabela 1, discutida e deliberada pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), apresenta a abertura das metas setoriais de indústria por categoria de emissão. Há uma tendência de crescimento das emissões das categorias “Queima de Combustíveis em Indústrias de Transformação e Construção + coquerias” e “IPPU”, enquanto se verifica um aumento da captura de carbono, e uma redução das emissões de “Águas Residuárias Industriais”.

Tabela 1 – Metas setoriais indicativas para a indústria para os anos 2030 e 2035

INDÚSTRIA	Total em 2022 (MtCO ₂ e)	META 2030 (MtCO ₂ e)	VARIAÇÃO 2030/2022 (%)	META 2035 (MtCO ₂ e)		VARIAÇÃO 2035/2022 (%)	
				INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR
IPPU	102	120	18%	125	143	23%	40%
Queima de Combustíveis ¹	71	73	3%	73	93	3%	31%
Águas Residuárias Industriais	6	5	-17%	5	4	-17%	-33%
Total	179	198	11%	203	240	13%	34%

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

O aumento das emissões provenientes da queima de combustíveis em indústrias de transformação e construção e coquerias e do setor de IPPU está diretamente relacionado às projeções de crescimento econômico do país, impulsionado pela perspectiva da neoindustrialização, viabilizada por meio de incentivos e condições favoráveis promovidos pelo governo federal. Paralelamente, observa-se uma tendência de crescente eletrificação e substituição gradual de combustíveis fósseis, com maior uso de biomassa e outros vetores energéticos de baixo carbono.

No âmbito dos processos industriais, destacam-se os avanços e estímulos direcionados à descarbonização das rotas tecnológicas dos setores de cimento, ferro e aço e da indústria química. Nesse contexto, também merece destaque o papel central das florestas nas estratégias de mitigação. Seu potencial multifuncional permite que atuem simultaneamente como sumidouros de carbono e fornecedoras de matéria-prima renovável para diversos fins industriais e energéticos. Para o setor industrial, além do sequestro de carbono proporcionado pelas florestas, destacam-se rotas tecnológicas como o uso de biomassa para a substituição gradual de combustíveis fósseis em fornos e caldeiras, a produção de carvão vegetal para siderurgia, a reciclagem do alumínio e o estímulo à bioeconomia por meio do desenvolvimento de bioprodutos de alto valor agregado, como bioplásticos e bioquímicos.

No caso das “Águas Residuárias Industriais”, a redução das emissões pode ser atribuída a ganhos de eficiência operacional e ao adequado tratamento dos efluentes. Já no que se refere ao CCUS, a Lei do Combustível do Futuro (Lei nº 14.993/2024) representou o avanço

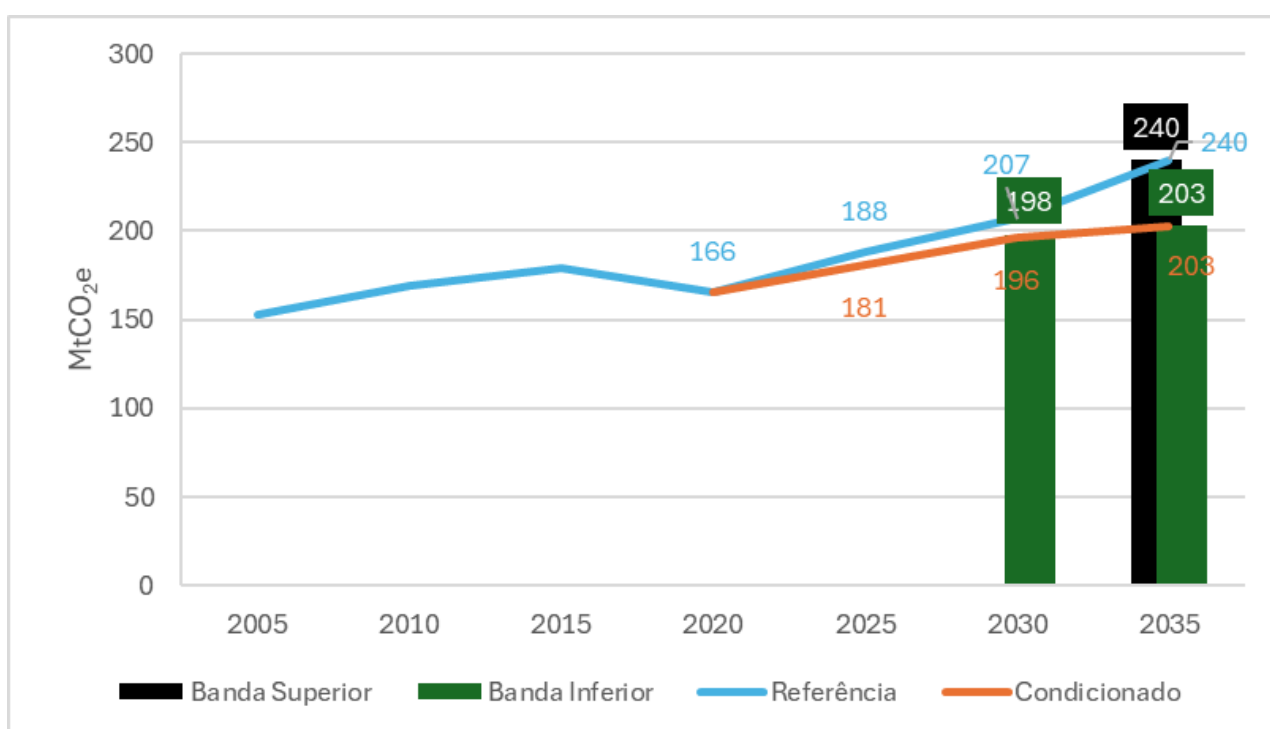
O aumento das emissões provenientes da queima de combustíveis em indústrias de transformação e construção e coquerias e do setor de IPPU está diretamente relacionado às projeções de crescimento econômico do país, impulsionado pela perspectiva da neoindustrialização, viabilizada por meio de incentivos e condições favoráveis promovidos pelo governo federal.

¹ As metas de emissões líquidas da categoria foram definidas contemplando as emissões brutas de queima de combustíveis e o potencial de redução de emissões associado à introdução de tecnologias de captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) no setor industrial.

na construção de um arcabouço regulatório; entretanto, a viabilização do CCUS dependerá da superação de desafios como lacunas tecnológicas, custos elevados e financiamento.

Adicionalmente, a partir de estudos coordenados pela CNI, o setor industrial realizou seus próprios cálculos de trajetória de emissões, considerando dois cenários: um tendencial (padrão superior) e outro cenário de maior ambição – este último pressupõe o incremento e o acesso a financiamento para investimentos em tecnologias de baixo carbono, além de avanços em regulação, outros incentivos e meios de implementação. Diante da proposta de reindustrialização e neindustrialização, adotou-se um crescimento de 3% a.a., superior ao PIB nacional de 2,6%, adotado pela modelagem BLUES. Como se pode ver na Figura 8, as projeções setoriais estão alinhadas com as metas definidas para o Plano Setorial de Indústria.

Figura 8 – Trajetória de emissões de GEE da indústria (entre os anos de 2022 e 2035)



Fonte: CNI (2025b).

Por fim, é importante ressaltar que, além das metas até 2030 e 2035 no âmbito do Plano Clima, a indústria precisará ampliar sua perspectiva em direção ao horizonte de 2050, reconhecendo a necessidade de intensificar os esforços para alcançar a neutralidade climática – muitos dos quais devem ser iniciados já no curto prazo. Nesse contexto, o sucesso na implementação do plano de ação aqui proposto também representa um passo decisivo rumo ao cumprimento das metas de longo prazo.

A partir de um exercício participativo envolvendo os setores público e privado, a sociedade civil e a academia, e considerando as metas setoriais de emissões líquidas ou remoções de GEE para 2030 e 2035, foram estabelecidas as diretrizes que orientaram e subsidiaram o detalhamento do plano de ação – incluindo ações, indicadores, metas, prazos, responsáveis e recursos necessários, conforme descrito no item 3.2 deste documento.

3.2 Ações

3.2.1 Apresentação de ações

Estratégias de mitigação das mudanças climáticas são mais eficazes para acelerar transformações profundas quando as ações que fortalecem certas condições habilitadoras também reforçam outras condições complementares. Nesse sentido, mudanças tecnológicas, por si só, não ocorrem isoladamente; elas estão sempre inseridas em um contexto mais amplo que envolve, por exemplo, transformações nos hábitos da sociedade, nas cadeias de valor e até nos perfis de risco das instituições financeiras (Blanco *et al.*, 2022). Por isso, uma abordagem sistêmica, com visão holística, é essencial para acelerar e ampliar a escala das ações que promovem a mitigação de emissões e o desenvolvimento sustentável.

Nesse cenário, embora algumas tecnologias e processos essenciais à descarbonização do setor industrial ainda não estejam totalmente desenvolvidos ou disponíveis em larga escala, já existem alternativas de mitigação economicamente viáveis e com relevante potencial de contribuição. No Brasil, destaca-se a atuação combinada de cooperação internacional, políticas públicas, participação ativa do setor público e privado, instrumentos econômicos, como títulos de dívida verde, *blended finance* e linhas de financiamento específicas, e instrumentos de precificação de carbono, que se encontra em fase de regulamentação. Esses elementos são indispensáveis para viabilizar o avanço tecnológico e a inovação necessária à transição para uma economia de baixo carbono, ao mesmo tempo que buscam preservar a competitividade da indústria nacional (CNI, 2023). Assim, a elaboração do Plano Setorial da Indústria fundamenta-se nesse conjunto de fatores, impulsionada por alavancas para a mitigação das emissões do setor industrial e orientada por uma visão de futuro pautada nas metas setoriais.

O Plano Setorial da Indústria é fundamental para guiar, estruturar e impulsionar a transição para uma economia de baixo carbono de maneira estratégica e coordenada. Ele possibilita a identificação de prioridades, a definição de metas e o planejamento das etapas necessárias para a implementação e gestão das ações propostas. Além disso, o plano oferece subsídios concretos para os meios de implementação por meio do detalhamento das ações previstas, assegurando maior efetividade e alinhamento com os objetivos de mitigação setoriais e nacionais.

As ações previstas no plano correspondem a ações ou iniciativas, associadas a metas e indicadores específicos, que contribuem para o alcance das metas setoriais de mitigação e dos objetivos e metas nacionais de mitigação. Essas ações são classificadas em ações estruturantes e ações impactantes.

As ações impactantes (Quadro 6, a seguir) são aquelas que resultam em impactos diretos e mensuráveis sobre a redução das emissões ou o aumento da remoção/captura de GEE no setor industrial. Já as ações estruturantes (Quadro 7, a seguir) têm como objetivo criar as condições favoráveis e fundamentais para viabilizar a execução e implementação das ações de mitigação – como o fortalecimento institucional, a criação de instrumentos de políticas públicas, a assistência técnica ou o aprimoramento de sistemas de monitoramento.

Quadro 6 – Lista das ações impactantes identificadas para o Plano Setorial da Indústria

Alavanca prioritária	Ação impactante	Meta norteadora		Indicador(es)	Principais ações estruturantes
		2030	2035*		
Substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes renováveis	IND.I.01 - Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.	Ampliar o consumo de energia elétrica renovável na indústria, contribuindo para garantir a renovabilidade da matriz elétrica brasileira acima de 82,7% até 2030.	Ampliar o consumo de energia elétrica renovável na indústria, contribuindo para garantir a renovabilidade da matriz elétrica brasileira entre 82,7% e 86,1% ² até 2035.	Consumo total (TWh); Fração renovável da matriz elétrica brasileira (%); Eletricidade renovável adquirida (%); Capacidade instalada de geração distribuída (MW); Emissões de GEE (tCO ₂ eq/ano).	IND.E.01; IND.E.06; IND.E.07; IND.E.08; IND.E.09; IND.E.11.
Eletrificação e eficiência energética em processos industriais	IND.I.02 - Eletrificar processos industriais.	Ampliar a participação da eletricidade no consumo energético da indústria para, no mínimo, 21,8% até 2030 (PDE 2034).	Ampliar a participação da eletricidade no consumo energético da indústria para, no mínimo, 24% até 2035 (PDE 2034).	Participação da eletricidade no consumo energético da indústria (%); Emissões de CO ₂ dos processos industriais; Consumo de eletricidade por tonelada de produto (kWh/t).	IND.E.06; IND.E.07; IND.E.08; IND.E.09.

² Meta alinhada ao Plano Setorial de Energia. A meta de renovabilidade da matriz elétrica foi definida considerando valores históricos da última década (2015-2024), que oscilaram entre 75% e 88,2% conforme dados do Balanço Energético Nacional, refletindo a variabilidade estrutural da matriz em função de fatores climáticos e conjunturais. A geração hidrelétrica, majoritária entre as fontes renováveis, está sujeita a fortes flutuações sazonais e a eventos climáticos extremos, que exigem maior despacho de termelétricas fósseis. Além disso, marcos legais recentes determinaram a contratação compulsória de termelétricas, o que pressiona a renovabilidade da matriz elétrica nos próximos anos.

Alavanca prioritária	Ação impactante	Meta norteadora		Indicador(es)	Principais ações estruturantes
		2030	2035*		
Substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes renováveis	IND.I.03 - Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.	Aumentar o consumo de combustíveis renováveis e garantir a participação de fontes energéticas renováveis no consumo da indústria acima de 65% (PDE 2034 e BEN 2024).	Aumentar o consumo de combustíveis renováveis e garantir a participação de fontes energéticas renováveis no consumo da indústria acima de 65% (PDE 2034 e BEN 2024).	Participação dos combustíveis renováveis na matriz energética industrial (%); Emissões de GEE (tCO ₂ eq/ano).	IND.E.01; IND.E.02; IND.E.03; IND.E.05; IND.E.08; IND.E.11.
Eletrificação e aumento da eficiência energética nos processos industriais	IND.I.04 - Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.	Obter 2% de ganhos em eficiência energética até 2030 em relação aos níveis de 2023.	Obter entre 4% e 8% de ganhos em eficiência energética até 2035 em relação aos níveis de 2023 (PDE 2034).	Redução do consumo elétrico (TWh); Redução do consumo térmico (Tep); Economia em reais por ano (R\$/ano); Redução nas emissões de CO ₂ dos processos industriais.	IND.E.01; IND.E.04; IND.E.05; IND.E.06; IND.E.07; IND.E.08; IND.E.09.
Redução de HFCs de alto GWP e fortalecimento da gestão de resíduos industriais	IND.I.05 - Reduzir gradualmente o consumo de HFCs de alto GWP no Brasil.	Reduzir o consumo dos HFCs em 10% em 2029 em relação à linha de base (Emenda Kigali).	Reduzir o consumo dos HFCs em 30% em 2035 em relação à linha de base (Emenda Kigali).	Percentual de redução do consumo de HFCs em relação à linha de base (média do consumo de HFCs nos anos 2020, 2021 e 2022 somada a 65% da linha de base de HCFCs).	IND.E.09; IND.E.10.

* Destaca-se que, para os valores da meta de 2035, considerou-se o valor projetado pelo PDE 2034 para o ano de 2034 como representativo do ano de 2035.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Quadro 7 – Lista das ações estruturantes identificadas para o Plano Setorial da Indústria

Alavanca prioritária	Ação estruturante	Resultado esperado	Prazo para conclusão
Promoção da economia circular e uso de matérias-primas alternativas	IND.E.01 - Implementar a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) e suas ações prioritárias para o Plano Setorial de Mitigação da Indústria.	Implantar e operacionalizar iniciativas de circularidade nos setores produtivos nacionais.	2026
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono (CCUS, processos inovadores)	IND.E.02 - Fortalecer polos (<i>hubs</i>) de inovação industrial sustentável, promovendo integração entre <i>startups</i> , universidades e indústrias para desenvolvimento e escalonamento de soluções tecnológicas de baixo carbono.	Fortalecimento e consolidação de polos (<i>hubs</i>) de inovação industrial sustentável capazes de integrar <i>startups</i> , universidades e indústrias, impulsionando o desenvolvimento e o escalonamento de soluções tecnológicas de baixo carbono.	2035
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono (CCUS, processos inovadores)	IND.E.03 - Incentivar a pesquisa e desenvolvimento (P&D), por meio de centros de excelência voltados à formação técnica especializada em projetos industriais de baixa emissão de carbono.	Fortalecimento da capacidade nacional de inovação e formação técnica especializada, com desenvolvimento e difusão de tecnologias industriais de baixa emissão de carbono, contribuindo para a descarbonização da indústria e a geração de empregos qualificados; aumento da competitividade.	2035
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono (CCUS, processos inovadores)	IND.E.04 - Implantar iniciativas de Digitalização Industrial (Indústria 4.0), utilizando tecnologias como IoT, Inteligência Artificial e Big Data para maximizar a eficiência operacional e reduzir emissões associadas a desperdícios produtivos.	Aumento da eficiência operacional e redução da intensidade de emissões na indústria por meio da adoção de tecnologias digitais (IoT, Inteligência Artificial, Big Data), promovendo processos produtivos mais inteligentes, otimizados e com menor desperdício de recursos e energia.	2035

Alavanca prioritária	Ação estruturante	Resultado esperado	Prazo para conclusão
Descarbonização de processos industriais de difícil abatimento (do inglês, <i>hard-to-abate</i>)	IND.E.05 - Apoiar o desenvolvimento de marcos regulatórios, incentivos econômicos e instrumentos de planejamento que integrem o uso transitório do gás natural como substituto gradual de fontes mais poluentes, com metas progressivas de redução de emissões, redução da demanda por insumos fósseis e diminuição da intensidade de carbono desses insumos, fomento a tecnologias de baixo carbono (como hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação e captura de carbono) e garantia de infraestrutura para diversificação energética, favorecendo o maior uso de biogás e biometano.	Coordenar ações que integrem o uso transitório do gás natural com metas progressivas de redução de emissões, fomento a tecnologias de baixo carbono (como hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação e captura de carbono) e garantia de infraestrutura para diversificação energética, favorecendo o maior uso de biogás e biometano.	2035
Eletrificação e aumento da eficiência energética nos processos industriais	IND.E.06 - Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.	Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.	2035
Descarbonização de processos industriais de difícil abatimento (do inglês, <i>hard-to-abate</i>)	IND.E.07 - Melhorar as condições de taxas e prazos para financiamento de tecnologias para descarbonização da indústria (<i>benchmark</i> : Fundo Clima).	Aprimorar as condições de financiamento oferecidas por mecanismos públicos e privados para tecnologias voltadas à descarbonização da indústria brasileira.	2035
Descarbonização de processos industriais de difícil abatimento (do inglês, <i>hard-to-abate</i>)	IND.E.08 - Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), visando retomar a produção nacional e redução de custos de produtos estratégicos, em alinhamento com a missão 5 da NIB.	Elaborar Estratégia Nacional de Descarbonização Industrial (ENDI) até o final de 2025.	2025
Promoção da economia circular e uso de matérias-primas alternativas	IND.E.09 - Implementar programa de incentivo a compras sustentáveis em compras públicas e privadas, privilegiando o uso de produtos circulares e de baixo carbono pelo mercado consumidor.	Estimular compras públicas sustentáveis e incentivar o setor privado a adotar materiais e produtos com certificação de baixo carbono, incentivando a demanda por soluções sustentáveis.	2035
Redução de HFCs de alto GWP e fortalecimento da gestão de resíduos industriais	IND.E.10 - Implementar Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs.	Implementar o Programa Brasileiro de Redução do Consumo Gradual dos HFCs de forma contínua, eficaz e efetiva até 2035.	2035

Alavanca prioritária	Ação estruturante	Resultado esperado	Prazo para conclusão
Promoção da economia circular e uso de matérias-primas alternativas	IND.E.11- Promover o uso de matérias-primas alternativas e/ou combustíveis alternativos, através do reaproveitamento de resíduos de outras atividades, do redesenho de produtos ou materiais para a circularidade ou do uso de insumos de menor emissão de GEE, e aumentar a reciclagem de materiais.	Promover o uso de substitutos e insumos de menor emissão por meio do reaproveitamento de resíduos e da reciclagem na indústria.	2035
Aplicação de tecnologias emergentes de baixo carbono	IND.E.12 - Investir no desenvolvimento e adoção de tecnologias e/ou soluções de redução e remoção de GEE, sejam elas tecnológicas ou baseadas na natureza (SbN).	Aumentar os investimentos e a aplicação de tecnologias e/ou soluções de redução e remoção de GEE.	2035

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

3.2.2 Detalhamento das ações

A importância deste plano setorial está em sua capacidade de articular ações estruturantes e ações impactantes de forma sinérgica e complementar, visando caminhos mais eficientes e socialmente justos de implementação. Assim, esta seção apresenta um maior detalhamento de cada ação proposta no plano, de modo a esclarecer seus objetivos, responsáveis pela execução, *status*, instrumentos existentes e os resultados esperados, permitindo uma visão integrada e transparente da estratégia de mitigação setorial.

IND.1.01

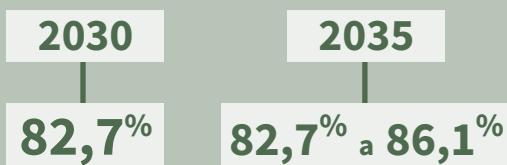
Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.



META

Meta 2030: ampliar o consumo de energia elétrica renovável na indústria, contribuindo para garantir a renovabilidade da matriz elétrica brasileira acima de 82,7%.

Meta 2035: ampliar o consumo de energia elétrica renovável na indústria, contribuindo para garantir a renovabilidade da matriz elétrica brasileira entre 82,7% e 86,1% até 2035.



O QUE É

Expandir o uso de fontes de energia renovável por meio de estratégias como a autoprodução de energia nas unidades industriais, a formalização de contratos de compra de energia renovável - PPAs, o investimento em projetos de geração distribuída (incluindo solar fotovoltaica, eólica e biomassa) e a implementação de sistemas de cogeração de alta eficiência, com o objetivo de reduzir a pegada de carbono e aumentar a segurança energética das operações.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Redução de emissão de CO₂.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 4 – Ampliar a participação das tecnologias e fontes limpas, renováveis e de baixo carbono na matriz elétrica nacional, garantindo segurança e acessibilidade energética de todos.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MME, ANP, EPE, ONS, CNI, organizações industriais e centros de pesquisa.

Monitoramento da ação

Status da ação	Indicador	Fonte de dados
Em andamento.	Consumo total (TWh); fração renovável da matriz elétrica brasileira (%); eletricidade renovável adquirida (%); capacidade instalada de geração distribuída (MW); emissões de GEE (tCO ₂ eq/ano).	Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE); Balanço Energético Nacional (BEN); Plano Nacional de Energia (PNE); ENDI (em elaboração).



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes



Políticas Públicas: Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten); Marco Legal da Geração Distribuída.

Regulatórios: Resoluções ANEEL; Normas (ABNT, Inmetro); Programa Brasileiro de Etiquetagem.

Financeiros: Empréstimo concessional; Doação; Garantias; *Blended finance*; *Equity*.

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto - Acima de R\$ 1B	Público nacional; Público internacional; Privado nacional; Privado internacional.	Fundo Clima; Fundo Verde para o Clima (GCF); Fundos de Investimento Climático (CIFs); Financiamentos; Fundos de investimentos; Debêntures; Letras de Crédito; Outros.



CONEXÃO COM...

Ações estruturantes do Setor

IND.E.01	Implementar a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) e suas ações prioritárias para o Plano Setorial de Mitigação da Indústria.
IND.E.06	Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.
IND.E.07	Melhorar as condições de taxas e prazos para financiamento de tecnologias para descarbonização da indústria (<i>benchmark</i> : Fundo Clima).
IND.E.08	Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), visando retomar a produção nacional e redução de custos de produtos estratégicos, em alinhamento com a missão 5 da NIB.
IND.E.09	Implementar programa de incentivo a compras sustentáveis em compras públicas e privadas, privilegiando o uso de produtos de baixo carbono pelo mercado consumidor.
IND.E.11	Promover o uso de matérias-primas alternativas e/ou combustíveis alternativos, através do reaproveitamento de resíduos de outras atividades ou do uso de insumos de menor emissão de GEE, e aumentar a reciclagem de materiais.

Conexão com outras ações de mitigação

ENR.I.01	Suprir o aumento de demanda com manutenção ou aumento percentual da renovabilidade da matriz elétrica.
ENR.E.04	Promover a integração eficiente de recursos distribuídos, incluindo a MMGD, ao sistema interligado.

Setores de Adaptação

Interação positiva



Saúde



Cidades + Mobilidade

IND.1.02

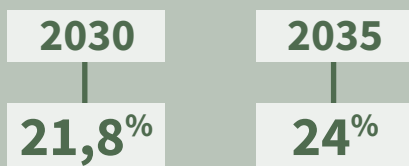
Eletrificar processos industriais.



META

Meta 2030: Ampliar a participação da eletricidade no consumo energético da indústria para, no mínimo, 21,8% até 2030.

Meta 2035: Ampliar a participação da eletricidade no consumo energético da indústria para, no mínimo, 24% até 2035.



O QUE É

Fomentar a eletrificação de processos industriais por meio de ações que reduzam o custo de aquisição da energia renovável para a indústria e programas de incentivos tributários para aquisição de equipamentos mais eficientes.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Redução de emissão de CO₂.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 5 – Incentivar a substituição gradual de combustíveis fósseis, promovendo o desenvolvimento e o uso de biocombustíveis sustentáveis e soluções de eletrificação.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MME, EPE, ANEEL, CNI, organizações industriais e centros de pesquisa.

Monitoramento da ação

Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento.	Participação da eletricidade no consumo energético da indústria (%); Consumo de eletricidade por tonelada de produto (kWh/t); Emissões de CO ₂ dos processos industriais.	PDE; BEN; ENDI (em elaboração).



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes



Políticas Públicas: Paten; Nova Indústria Brasil (NIB).

Regulatórios: Resoluções ANEEL; Normas (ABNT, Inmetro).

Financeiros: Empréstimo concessional; Doação; Garantias; *Blended finance*; *Equity*.

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto - Acima de R\$ 1B	Público nacional; Público internacional; Privado nacional; Privado internacional.	Fundo Clima; GCF; CIFs; Financiamentos; Fundos de investimentos; Debêntures; Letras de Crédito; Outros.



CONEXÃO COM...

Ações estruturantes do Setor

IND.E.06	Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.
IND.E.07	Melhorar as condições de taxas e prazos para financiamento de tecnologias para descarbonização da indústria (<i>benchmark</i> : Fundo Clima).
IND.E.08	Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), visando retomar a produção nacional e redução de custos de produtos estratégicos, em alinhamento com a missão 5 da NIB.
IND.E.09	Implementar programa de incentivo a compras sustentáveis em compras públicas e privadas, privilegiando o uso de produtos de baixo carbono pelo mercado consumidor.

Conexão com outras ações de mitigação

ENR.I.09	Aumentar a eficiência energética e descarbonização da indústria.
ENR.E.15	Criação de um sistema de monitoramento dos SGEs (Sistemas de Gestão de Energia) nas indústrias energointensivas.

Setores de Adaptação

Interação positiva



Saúde

IND.1.03

Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.



META

Meta 2030: aumentar o consumo de combustíveis renováveis e garantir a participação de fontes energéticas renováveis no consumo da indústria acima de 65%.

Meta 2035: aumentar o consumo de combustíveis renováveis e garantir a participação de fontes energéticas renováveis no consumo da indústria acima de 65%.

2030

65%

2035

65%

O QUE É

Expandir a utilização de combustíveis renováveis, como biogás, biometano, biomassa, resíduos processados, biodiesel e etanol, em substituição aos combustíveis fósseis nos processos industriais, visando à redução das emissões de GEE e à diversificação da matriz energética.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Redução de emissão de CO₂.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 3 – Expandir a produção sustentável de biocombustíveis, promover a inovação tecnológica e desenvolver cadeias de valor relacionadas à bioenergia.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MAPA, MME, ANP, EPE, produtores de biocombustíveis, Embrapa; CNI, organizações industriais e centros de pesquisa.

Monitoramento da ação

Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento.	Participação dos combustíveis renováveis na matriz energética industrial (%); Emissões de GEE (tCO ₂ e/ano); % de redução de emissão de GEE por meio da participação do biometano no consumo de gás natural.	EPE: BEN 2024; PDE 2034; ENDI (em elaboração).



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes



Políticas Públicas: Paten; NIB; Política Nacional de Resíduos; Lei do Combustível do Futuro; Programa Nacional de Biometano.

Regulatórios: Resoluções ANP; RenovaBio.

Financeiros: Empréstimo concessional; Doação; Garantias; *Blended finance*; *Equity*.

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto - Acima de R\$ 1B	Público nacional; Privado nacional; Público internacional.	Fundo Clima; GCF; CIFs; Financiamentos; Fundos de investimentos; Debêntures; Letras de Crédito; Outros.



CONEXÃO COM...

Ações estruturantes do Setor

IND.E.02	Fortalecer polos (<i>hubs</i>) de inovação industrial sustentável, promovendo integração entre <i>startups</i> , universidades e indústrias para desenvolvimento e escalonamento de soluções tecnológicas de baixo carbono.
IND.E.03	Incentivar a pesquisa e desenvolvimento (P&D), por meio de centros de excelência voltados à formação técnica especializada em projetos industriais de baixa emissão de carbono.
IND.E.05	Apoiar o desenvolvimento de marcos regulatórios, incentivos econômicos e instrumentos de planejamento que integrem o uso transitório do gás natural como substituto gradual de fontes mais poluentes, com metas progressivas de redução de emissões, redução da demanda por insumos fósseis e diminuição da intensidade de carbono desses insumos, fomento a tecnologias de baixo carbono (como hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação e captura de carbono) e garantia de infraestrutura para diversificação energética, favorecendo o maior uso de biogás e biometano.
IND.E.08	Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), visando retomar a produção nacional e redução de custos de produtos estratégicos, em alinhamento com a missão 5 da NIB.
IND.E.11	Promover o uso de matérias-primas alternativas e/ou combustíveis alternativos, através do reaproveitamento de resíduos de outras atividades ou do uso de insumos de menor emissão de GEE, e aumentar a reciclagem de materiais.

Conexão com outras ações de mitigação

ENR.I.02	Fortalecer a produção e o uso sustentável de biocombustíveis.
ENR.I.03	Aumentar a produção e o uso de combustíveis sintéticos a partir de fontes com baixa emissão de carbono.
ENR.I.04	Expandir a produção e o uso de biometano.
ENR.E.10	Fortalecer a produção de biomassa para uso energético.
ENR.E.11	Incentivar o investimento em biorrefinarias.
ENR.E.12	Incentivar o desenvolvimento de infraestrutura logística para o biometano e impulsionar seu uso para substituição de diesel e gás natural.

Setores de Adaptação

Interação positiva



Saúde

IND.1.04

Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.



META

Meta 2030: obter 2% de ganhos em eficiência energética até 2030 em relação aos níveis de 2023.

Meta 2035: obter entre 4% e 8% de ganhos em eficiência energética até 2035 em relação aos níveis de 2023.



O QUE É

Desenvolver e implementar ações estratégicas para elevar a eficiência térmica e elétrica nos processos industriais, por meio de modernização de equipamentos, otimização de processos produtivos, adoção de tecnologias de baixo consumo energético, recuperação de calor residual e digitalização e gestão inteligente, com o objetivo de reduzir o consumo de energia, os custos operacionais e as emissões de GEE.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Redução de emissão de CO₂.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 4 – Ampliar a participação das tecnologias e fontes limpas, renováveis e de baixo carbono na matriz elétrica nacional, garantindo segurança e acessibilidade energética de todos.

RESPONSÁVEL

MDIC
MME

Atores envolvidos: MMA, CGEE, ANEEL, EPE, CNI, organizações industriais e centros de pesquisa.

Monitoramento da ação

Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento.	Redução do consumo elétrico (TWh); redução do consumo térmico (Tep); economia em reais por ano (R\$/ano); redução nas emissões de CO ₂ dos processos industriais.	PDE 2034; Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel); ENDI (em elaboração).



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes



Políticas Públicas: NIB; Paten; Procel.

Regulatórios: Programa Brasileiro de Etiquetagem; Programa de Eficiência Energética da ANEEL.

Financeiros: Empréstimo concessional; Doação; Garantias; *Blended finance*; *Equity*.

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto - Acima de R\$ 1B	Público nacional; Privado nacional; Público internacional.	Fundo Clima; GCF; CIFs; Financiamentos; Fundos de investimentos; Debêntures; Letras de Crédito; Outros.



CONEXÃO COM...

Ações estruturantes do Setor

IND.E.04	Implantar iniciativas de Digitalização Industrial (Indústria 4.0), utilizando tecnologias como IoT, Inteligência Artificial e Big Data para maximizar a eficiência operacional e reduzir emissões associadas a desperdícios produtivos.
IND.E.05	Apoiar o desenvolvimento de marcos regulatórios, incentivos econômicos e instrumentos de planejamento que integrem o uso transitório do gás natural como substituto gradual de fontes mais poluentes, com metas progressivas de redução de emissões, redução da demanda por insumos fósseis e diminuição da intensidade de carbono desses insumos, fomento a tecnologias de baixo carbono (como hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação e captura de carbono) e garantia de infraestrutura para diversificação energética, favorecendo o maior uso de biogás e biometano.
IND.E.06	Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.
IND.E.07	Melhorar as condições de taxas e prazos para financiamento de tecnologias para descarbonização da indústria (<i>benchmark</i> : Fundo Clima).
IND.E.08	Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), visando retomar a produção nacional e redução de custos de produtos estratégicos, em alinhamento com a missão 5 da NIB.
IND.E.09	Implementar programa de incentivo a compras sustentáveis em compras públicas e privadas, privilegiando o uso de produtos de baixo carbono pelo mercado consumidor.

Conexão com outras ações de mitigação

ENR.I.09	Aumentar a eficiência energética e descarbonização da indústria.
ENR.E.14	Reativar os laboratórios existentes de eficiência energética.
ENR.E.15	Criação de um sistema de monitoramento dos SGEs (Sistemas de Gestão de Energia) nas indústrias energointensivas.

Setores de Adaptação

Interação positiva



Saúde

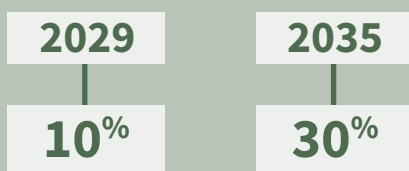
IND.1.05

Reduzir gradualmente o consumo de HFCs no Brasil.



META

Reduzir o consumo dos HFCs em 10% em 2029 e 30% em 2035 em relação à linha de base (Emenda Kigali).



O QUE É

Redução do consumo de HFCs por meio de legislação (cotas de importação) e apoio técnico e financeiro via projetos de cooperação técnica, com recursos provenientes do Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Redução de GEEs não CO₂/PCVC indicados na NDC (CH₄, N₂O, SF₆, PFCs, HFCs).

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 7 – Alavancar soluções inovadoras e de baixo carbono na produção nacional e desenvolver tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono na produção bioenergética e nos setores de combustíveis fósseis.

RESPONSÁVEL

MMA
MDIC

Atores envolvidos: MRE, MME, Ibama, Agências de cooperação multilateral e bilateral, Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (ELETROS), associações do setor privado, indústrias e escolas técnicas profissionalizantes.

Monitoramento da ação

Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Proposição	Percentual de redução do consumo de HFCs em relação à linha de base (média do consumo de HFCs nos anos 2020, 2021 e 2022 somada a 65% da linha de base de HCFCs).	Siscomex; Sistema do Protocolo de Montreal do Ibama.



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes



Políticas Públicas: Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs.

Regulatórios: Instrução Normativa do Ibama.

Financeiros: Doação

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Alto – entre R\$ 50 milhões e R\$ 1 bilhão.	Público internacional.	Outros



CONEXÃO COM...

Ações estruturantes do Setor

IND.E.09	Implementar programa de incentivo a compras sustentáveis em compras públicas e privadas, privilegiando o uso de produtos de baixo carbono pelo mercado consumidor.
IND.E.10	Implementar Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs.

IND.E.01

Implementar a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) e suas ações prioritárias para o Plano Setorial de Mitigação da Indústria.

O QUE É

Com a elaboração da Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC), lançada em 8 de maio de 2025, as ações prioritárias para o Plano Setorial da Indústria serão selecionadas.



META

Implantar e operacionalizar iniciativas de circularidade nos setores produtivos nacionais.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Transição para uma economia circular, mantendo o valor dos materiais e produtos, minimizando a geração de resíduos e regenerando a natureza.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 6 – Promover a circularidade por meio do uso sustentável e eficiente de recursos naturais ao longo das cadeias produtivas.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: Fórum Nacional de Economia Circular (Portaria GM/MDIC nº 309/2024).

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento	Número de cadernos da Taxonomia Sustentável Brasileira para a Economia Circular; Número de projetos aprovados pela Lei de Incentivo à Reciclagem; Número de materiais rastreados pelo sistema pós-consumo (Recircula); Número de decretos de logística reversa publicados; Número de editais de fomento à inovação e economia circular publicados.	MF; MMA; ABDI; MCTI.
Ações intermediárias relevantes: Cooperações internacionais e assistências técnicas; Chamadas e projetos via agências de fomento, institutos de pesquisa, governo, bancos de desenvolvimento; Painel de monitoramento.		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
	Políticas Públicas: Nova Indústria Brasil (NIB); Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC); Plano Nacional de Economia Circular.
Regulatórios: Decreto nº 12.082/2024; Portaria GM/MDIC nº 309/2024 Portaria SE/MDIC nº 450/2024.	
Financeiros: Lei de Incentivo à Reciclagem; editais e chamadas públicas de instituições financeiras oficiais (BNDES, Caixa, Finep, etc.); linhas de crédito socioambientais.	

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 R\$ 300 milhões (Lei de Incentivo à Reciclagem).	Público nacional; Público internacional; Privado nacional.	Fundos socioambientais; Incentivos fiscais.



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.01	Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.
IND.I.03	Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.I.09	Aumentar a eficiência energética e descarbonização da indústria.
ENR.E.11	Incentivar o investimento em biorrefinarias.
ENR.E.16	Desenvolver normativas e instrumentos de apoio para descarbonização da mineração.

IND.E.02

Fortalecer polos (*hubs*) de inovação industrial sustentável, promovendo integração entre *startups*, universidades e indústrias para desenvolvimento e escalonamento de soluções tecnológicas de baixo carbono.

O QUE É

Fortalecer polos (*hubs*) de inovação industrial sustentável, ou seja, reforçar áreas/espacos colaborativos entre *startups*, universidades e indústrias para desenvolver e ampliar tecnologias limpas e de baixo carbono, através de iniciativas nacionais e cooperação internacional.



META

Fortalecer e consolidar polos (*hubs*) de inovação industrial sustentável.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Fortalecimento e consolidação de polos (*hubs*) de inovação industrial sustentável capazes de integrar *startups*, universidades e indústrias, impulsionando o desenvolvimento e o escalonamento de soluções tecnológicas de baixo carbono.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 7 – Alavancar soluções inovadoras e de baixo carbono na produção nacional e desenvolver tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono na produção bioenergética e nos setores de combustíveis fósseis.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MCTI; Instituições e agências de fomento à inovação; Instituições financeiras e bancos de desenvolvimento; Cooperação internacional; CNI, organizações industriais e centros de pesquisa; Finep, Embrapii, SENAI.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento	Quantidade de polos (<i>hubs</i>) industriais por região; Investimento público e privado mobilizado para os polos (<i>hubs</i>) de inovação industrial sustentável.	Em definição.
Ações intermediárias relevantes: Cooperações internacionais e assistências técnicas; chamadas e projetos via agências de fomento, institutos de pesquisa, governo e bancos de desenvolvimento; Hub de Descarbonização Industrial; acelerador para a transição industrial; Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos e para a Transformação Ecológica (BIP) e Eco Invest Brasil; ENDI (em elaboração).		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
 Políticas Públicas: NIB; Programa Nacional do Hidrogênio; Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten).	
Regulatórios: Lei da Inovação; Lei do Bem (e PL nº 4944/2020); Lei nº 14.937/2024 (Letra de Crédito do Desenvolvimento – LCD).	
Financeiros: Doação; <i>Blended finance</i> ; <i>Hedge</i> (preço ou cambial).	

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto – acima de R\$ 1 bilhão.	Público nacional; Público internacional; Privado nacional.	Fundos de Investimento Climático (CIFs); Financiamentos; Fundos de Investimentos; Letras de Crédito.



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.03	Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.E.07	Promover a infraestrutura, produção e uso de hidrogênio de baixa emissão de carbono.
ENR.E.11	Incentivar o investimento em biorrefinarias.

IND.E.03

Incentivar a pesquisa e desenvolvimento (P&D), por meio de centros de excelência voltados à formação técnica especializada em projetos industriais de baixa emissão de carbono.

O QUE É

Fomentar a criação, expansão e consolidação de centros de excelência em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) focados em tecnologias industriais de baixo carbono no Brasil. Esses centros deverão atuar na formação e qualificação profissional, na produção de conhecimento aplicado e na aceleração de soluções para a descarbonização da indústria.



META

Ampliar o número de chamadas públicas, privadas e internacionais de P&D relacionadas à descarbonização da indústria.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Fortalecimento da capacidade nacional de inovação e formação técnica especializada, com o desenvolvimento e difusão de tecnologias industriais de baixa emissão de carbono, contribuindo para a descarbonização da indústria e a geração de empregos qualificados; aumento da competitividade.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 7 – Alavancar soluções inovadoras e de baixo carbono na produção nacional e desenvolver tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono na produção bioenergética e nos setores de combustíveis fósseis.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MCTI; instituições e agências de fomento à inovação; ABDI; Cooperação internacional; Instituições financeiras e bancos de desenvolvimento; CNI, organizações industriais e centros de pesquisa; Finep, Embrapii, SENAI.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento	Índice de inovação sustentável: Número total de chamadas de P&D específicas em descarbonização industrial/ano; Número de parcerias firmadas entre centros de pesquisa, governo e setor privado para P&D/ano; Capital intelectual: R\$ desembolsado para inovação.	Relatório de sustentabilidade das empresas.



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
	Políticas Públicas: NIB; Paten; Programa Nacional do Hidrogênio.
Regulatórios: Lei da Inovação; Lei do Bem (e PL nº 4944/2020); Programa de Eficiência Energética (PEE).	
Financeiros Doação; Empréstimo concessional; <i>Blended finance</i> .	

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto – acima de R\$ 1 bilhão.	Público nacional; Privado nacional.	Financiamentos; Fundo Clima; Fundo Verde para o Clima (GCF).



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.01	Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.
IND.I.02	Eletrificar processos industriais.
IND.I.03	Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.E.05	Incentivar o investimento em tecnologias de armazenamento de energia.
ENR.E.07	Promover a infraestrutura, produção e uso de hidrogênio de baixa emissão de carbono.
ENR.E.08	Desenvolver a captura, o transporte, o uso e o armazenamento de carbono.
ENR.E.14	Reativar os laboratórios existentes de eficiência energética.

IND.E.04

Implantar iniciativas de Digitalização Industrial (Indústria 4.0), utilizando tecnologias como IoT, Inteligência Artificial e Big Data para maximizar a eficiência operacional e reduzir emissões associadas a desperdícios produtivos.

O QUE É

Implantar iniciativas de Digitalização Industrial com foco na Indústria 4.0, promovendo a adoção de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), IA e análise de Big Data para otimização de processos produtivos, aumento da eficiência operacional e mitigação de emissões de GEE associadas a ineficiências e desperdícios nos sistemas e processos industriais.



META

Implantar e operacionalizar iniciativas de Digitalização Industrial com foco na Indústria 4.0.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Aumento da eficiência operacional e redução da intensidade de emissões na indústria por meio da adoção de tecnologias digitais (IoT, Inteligência Artificial, Big Data), promovendo processos produtivos mais inteligentes, otimizados e com menor desperdício de recursos e energia.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 7 – Alavancar soluções inovadoras e de baixo carbono na produção nacional e desenvolver tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono na produção bioenergética e nos setores de combustíveis fósseis.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MCTI; instituições e agências de fomento à inovação; ABDI; Instituições financeiras e bancos de desenvolvimento; CNI, organizações industriais e centros de pesquisa; SENAI.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
	Índice de automação de processos (%); Retorno sobre investimento (ROI) em digitalização; % desperdício/eficiência.	Relatório de sustentabilidade das empresas alinhadas ao <i>Carbon Disclosure Project</i> (CDP).
Ações intermediárias relevantes: Cooperações internacionais e assistências técnicas; chamadas e projetos via agências de fomento, institutos de pesquisa, governo, bancos de desenvolvimento; Hub de Descarbonização Industrial; acelerador para a transição industrial; ENDI (em elaboração).		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes
 Políticas Públicas: NIB; Programa Brasil Mais Produtivo (MPMEs, <i>startups</i>).
Regulatórios: Lei da Inovação; Lei nº 14.937/2024 (Letra de Crédito do Desenvolvimento – LCD).
Financeiros: Doação; Empréstimo concessional; Garantias; <i>Blended finance</i> .

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto – acima de R\$ 1 bilhão.	Público nacional; Privado nacional.	Financiamentos; Letras de Crédito; Fundos de investimentos.



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficientização na indústria.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.I.09	Aumentar a eficiência energética e descarbonização da indústria.
ENR.E.02	Modernizar a regulação do setor elétrico para permitir a inserção de tecnologias de armazenamento de energia e promover produtos para prestação dos serviços ancilares.
ENR.E.15	Criação de um sistema de monitoramento dos SGEs (Sistemas de Gestão de Energia) nas indústrias energointensivas.

IND.E.05

Apoiar o desenvolvimento de marcos regulatórios, incentivos econômicos e instrumentos de planejamento que integrem o uso transitório do gás natural como substituto gradual de fontes mais poluentes, com metas progressivas de redução de emissões, redução da demanda por insumos fósseis e diminuição da intensidade de carbono desses insumos, fomento a tecnologias de baixo carbono (como hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação e captura de carbono) e garantia de infraestrutura para diversificação energética, favorecendo o maior uso de biogás e biometano.

**META**

Coordenar ações que integrem o uso transitório do gás natural com metas progressivas de redução de emissões, fomento a tecnologias de baixo carbono (como hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação e captura de carbono) e garantia de infraestrutura para diversificação energética, favorecendo o maior uso de biogás e biometano.

O QUE É

Apoiar o atendimento da demanda por gás natural no contexto da descarbonização da indústria brasileira, utilizando-o de forma estratégica como “agente redutor e/ou combustível de transição” de maneira transitória e com redução progressiva, evitando um “lock in” tecnológico – ou seja, uso do gás natural para substituir combustíveis mais poluentes (como o carvão e o óleo combustível), reduzindo a intensidade de carbono enquanto se avança no desenvolvimento de soluções de baixo carbono, como o biogás/biometano, a eletrificação, o hidrogênio de baixa emissão de carbono, a cogeração industrial e a captura de carbono.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Criação de um ambiente regulatório e econômico favorável à transição energética da indústria, por meio do estabelecimento de marcos legais, incentivos e instrumentos de planejamento que viabilizem o desenvolvimento, a ampliação da oferta de gás natural e a adoção em escala de insumos energéticos de menor emissão, incluindo biogás e biometano, além de tecnologias e infraestruturas de baixo carbono.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 10 – Transformar as vantagens comparativas brasileiras em vantagens competitivas, tornando o país um provedor de bens, serviços e soluções climáticas para um mundo em transição para modelos de desenvolvimento de baixo carbono.

RESPONSÁVEL

MDIC
MME

Atores envolvidos: MMA, EPE, CNPE, ANP; Produtores de gás natural;
Organizações industriais.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Planejada	Emissões de GEE (tCO ₂ e/ano) pela substituição de combustíveis por gás; Taxa média de crescimento anual do consumo de gás natural; Participação (%) do gás natural no consumo energético da indústria.	EPE, MME.
Ações intermediárias relevantes: Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE); Plano Nacional de Energia (PNE); Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização Industrial (ENDI) – em elaboração.		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
	Políticas Públicas: NIB; Paten; Nova Lei do Gás; Lei do Combustível do Futuro; Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano.
	Regulatórios: Resoluções da ANP; Normas (ABNT, Inmetro); Plano Nacional Integrado das Infraestruturas de Gás Natural e Biometano; Resoluções do CNPE de metas anuais de redução de emissões de GEE no mercado de gás natural (Art. 17 da Lei do Combustível do Futuro).
	Financeiros: Empréstimo concessional; Doação; <i>Blended finance</i> .

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 NA	NA	NA



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.I.03	Aumentar a produção e o uso de combustíveis sintéticos a partir de fontes com baixa emissão de carbono.
ENR.I.04	Expandir a produção e o uso de biometano.
ENR.E.08	Desenvolver a captura, o transporte, o uso e o armazenamento de carbono.
ENR.E.12	Incentivar o desenvolvimento de infraestrutura logística para o biometano e impulsionar seu uso para substituição de diesel e gás natural.

IND.E.06

Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.

O QUE É

Essa medida busca assegurar investimentos em eficiência energética na indústria – como, por exemplo, os direcionados à modernização de processos produtivos, à substituição de equipamentos e à adoção de tecnologias mais eficientes de consumo de energia elétrica.



META

Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Aumentar os investimentos em eficiência energética na indústria.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 10 – Transformar as vantagens comparativas brasileiras em vantagens competitivas, tornando o país um provedor de bens, serviços e soluções climáticas para um mundo em transição para modelos de desenvolvimento de baixo carbono.

RESPONSÁVEL

MME
MDIC

Atores envolvidos: MPO, CGEE, ANEEL, CNI, organizações industriais e centros de pesquisa.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Proposição	Consumo energético (MWh/ano); Aumento de investimentos (%) ao ano.	EPE, MME e Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel).
Ações intermediárias relevantes: Ampliar o Programa de Garantia a Créditos para Eficiência Energética do BNDES (FG Energia); ampliar o Programa Investimentos Transformadores de Eficiência Energética na Indústria (PotencializEE); ampliar o Programa Aliança 2.0 de eficiência energética; Elaborar e lançar a ENDI (em elaboração).		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes
 Políticas Públicas: Procel; Paten; NIB.
Regulatórios: Programa Brasileiro de Etiquetagem; Programa de Eficiência Energética da ANEEL.
Financeiros: Empréstimo concessional; Doação; <i>Blended finance</i> .

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Alto - Entre R\$ 50 milhões e R\$ 1 bilhão.	Público nacional; Privado nacional.	Financiamentos; Fundos de Investimentos.



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.01	Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.
IND.I.02	Eletrificar processos industriais.
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.I.09	Aumentar a eficiência energética e descarbonização da indústria.
ENR.E.14	Reativar os laboratórios existentes de eficiência energética.
ENR.E.15	Criação de um sistema de monitoramento dos SGEs (Sistemas de Gestão de Energia) nas indústrias energointensivas.

IND.E.07

Melhorar as condições de taxas e prazos para financiamento de tecnologias para descarbonização da indústria (*benchmark*: Fundo Clima).

O QUE É

Aprimorar as condições de financiamento atualmente oferecidas por mecanismos públicos e privados para tecnologias voltadas à descarbonização da indústria brasileira. A ação contempla a redução das taxas de juros, a ampliação dos prazos de amortização e a flexibilização das exigências de garantias, com o objetivo de tornar o acesso ao crédito mais atrativo e viável. Também prevê a criação de novas linhas de crédito específicas para apoiar a adoção e o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono para a indústria nacional.



META

Aprimorar as condições de financiamento oferecidas por mecanismos públicos e privados para tecnologias voltadas à descarbonização da indústria brasileira.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Aprimorar as condições de financiamento oferecidas por mecanismos públicos e privados para tecnologias voltadas à descarbonização da indústria brasileira.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 10 – Transformar as vantagens comparativas brasileiras em vantagens competitivas, tornando o país um provedor de bens, serviços e soluções climáticas para um mundo em transição para modelos de desenvolvimento de baixo carbono.

RESPONSÁVEL

MMA;
Instituições
financeiras.

Atores envolvidos: MDIC; MF; MPO; Instituições financeiras e bancos de desenvolvimento; Instituições e agências de fomento à inovação; CNI e organizações industriais.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento	Valor total investido em tecnologias de descarbonização industrial por linhas de financiamento verdes; Redução estimada de emissões de CO ₂ e nos projetos financiados.	Linhas específicas BNDES.
Ações intermediárias relevantes: Executar a Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos e para a Transformação Ecológica (BIP) e Eco Invest Brasil; lançar chamadas e projetos via agências de fomento, institutos de pesquisa, governo e bancos de desenvolvimento; elaborar e lançar a ENDI (em elaboração).		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
	Políticas Públicas: NIB; Programa Brasil Mais Produtivo (MPMEs, <i>startups</i>); Paten.
Financeiros: Doação; Empréstimo concessional; Garantias; <i>Blended finance</i> .	

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto – acima de R\$ 1 bilhão.	Público nacional; Público internacional; Privado nacional; Privado internacional.	Fundo Clima; GCF; Financiamentos; CIFs; Fundos de investimentos.



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.01	Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.
IND.I.02	Eletrificar processos industriais.
IND.I.03	Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.
IND.I.05	Reduzir gradualmente o consumo de HFCs de alto GWP no Brasil.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.E.05	Incentivar o investimento em tecnologias de armazenamento de energia.
ENR.E.07	Promover a infraestrutura, produção e uso de hidrogênio de baixa emissão de carbono.
ENR.E.08	Desenvolver a captura, o transporte, o uso e o armazenamento de carbono.
ENR.E.09	Desenvolver a produção de bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS).
ENR.E.11	Incentivar o investimento em biorrefinarias.
ENR.E.12	Incentivar o desenvolvimento de infraestrutura logística para o biometano e impulsionar seu uso para substituição de diesel e gás natural.

IND.E.08

Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), visando retomar a produção nacional e redução de custos de produtos estratégicos, em alinhamento com a missão 5 da NIB.

O QUE É

Desenvolver uma Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI) para apoiar a política industrial, priorizando a retomada da produção interna e a redução dos custos de produtos considerados estratégicos para a economia de baixo carbono, em alinhamento à missão 5 da Nova Indústria Brasil (NIB), “Bioeconomia, descarbonização, e transição e segurança energéticas para garantir os recursos para as futuras gerações”.



META

Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização Industrial (ENDI) até o final de 2025.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Elaborar a Estratégia Nacional de Descarbonização Industrial (ENDI) até o final de 2025.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 9 – Gerar empregos, renda e inclusão produtiva em atividades econômicas relacionadas à descarbonização da economia e ao desenvolvimento sustentável, promovendo uma transição socioeconômica justa, inclusiva e sustentável.

Objetivo Nacional 10 – Transformar as vantagens comparativas brasileiras em vantagens competitivas, tornando o país um provedor de bens, serviços e soluções climáticas para um mundo em transição para modelos de desenvolvimento de baixo carbono.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MME, MCTI, MRE e MMA; Organizações industriais; Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono (CTIBC).

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento	NA	NA
Ações intermediárias relevantes:		
Plano de Retomada da Indústria (CNI); PDE; PNE; ENDI (em elaboração).		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes
 Políticas Públicas: NIB; Paten; Programa Brasil Mais Produtivo.
Regulatórios: Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE).
Financeiros: NA

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto – acima de R\$ 1 bilhão.	Público nacional; Público internacional; Privado nacional; Privado internacional.	NA



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.01	Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.
IND.I.02	Eletrificar processos industriais.
IND.I.03	Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.
IND.I.05	Reduzir gradualmente o consumo de HFCs de alto GWP no Brasil.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.I.03	Aumentar a produção e o uso de combustíveis sintéticos a partir de fontes com baixa emissão de carbono.
ENR.I.09	Aumentar a eficiência energética e descarbonização da indústria.
ENR.E.05	Incentivar o investimento em tecnologias de armazenamento de energia.
ENR.E.07	Promover a infraestrutura, produção e uso de hidrogênio de baixa emissão de carbono.
ENR.E.08	Desenvolver a captura, o transporte, o uso e o armazenamento de carbono.
ENR.E.09	Desenvolver a produção de bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS).
ENR.E.11	Incentivar o investimento em biorrefinarias.
ENR.E.12	Incentivar o desenvolvimento de infraestrutura logística para o biometano e impulsionar seu uso para substituição de diesel e gás natural.
ENR.E.13	Promover a infraestrutura para transporte e armazenamento de gás carbônico.

IND.E.09

Implementar programa de incentivo a compras sustentáveis em compras públicas e privadas, privilegiando o uso de produtos circulares e de baixo carbono pelo mercado consumidor.

O QUE É

Desenvolver e implementar um programa nacional para fomentar práticas de compras sustentáveis no setor público e incentivar o setor privado a adotar critérios de sustentabilidade em seus processos de aquisição e produção.



META

Estimular compras públicas sustentáveis e incentivar o setor privado a adotar materiais e produtos com certificação de baixo carbono, incentivando a demanda por soluções sustentáveis.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Estimular a utilização de materiais com certificação de baixo carbono nos setores energo-intensivos.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 10 – Transformar as vantagens comparativas brasileiras em vantagens competitivas, tornando o país um provedor de bens, serviços e soluções climáticas para um mundo em transição para modelos de desenvolvimento de baixo carbono.

RESPONSÁVEL

MDIC
MMA

Atores envolvidos: MF, MPO e MGI; Governos estaduais e municipais; ABDI, CNI, organizações industriais.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento	Valor (R\$) de produtos sustentáveis adquiridos em compras públicas; Participação de mercado de produtos sustentáveis selecionados, conforme Taxonomia Brasileira.	MGI, MF.
Ações intermediárias relevantes:		
Consulta pública da Taxonomia Sustentável Brasileira.		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
	Políticas Públicas: Programa Selo Verde; Taxonomia Sustentável; Nova Lei de Licitações; Reforma tributária.
Regulatórios: Nova Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 14.133/2021); Decreto nº 7.746/2012; Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).	
Financeiros: Doação; Empréstimo concessional; <i>Blended finance</i> ; Garantias.	

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 NA	Público nacional; Público internacional; Privado nacional.	Fundo Clima; CIFs; Financiamentos.



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.01	Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.
IND.I.02	Eletrificar processos industriais.
IND.I.03	Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.
IND.I.04	Implementar ações para aumento da eficiência na indústria.
IND.I.05	Reduzir gradualmente o consumo de HFCs de alto GWP no Brasil.
Conexão com outras ações de mitigação	
ENR.I.09	Aumentar a eficiência energética e descarbonização da indústria.

IND.E.10

Implementar o Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs.

O QUE É

Redução do consumo de HFCs por meio de legislação (cotas de importação) e apoio técnico e financeiro a indústria, comércio e serviços via projetos de cooperação técnica, com recursos provenientes do Fundo Multilateral para implementação do Protocolo de Montreal.



META

Implementar o Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs até 2035.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Implementar o Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs de forma contínua, eficaz e efetiva até 2035.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 7 – Alavancar soluções inovadoras e de baixo carbono na produção nacional e desenvolver tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono na produção bioenergética e nos setores de combustíveis fósseis.

RESPONSÁVEL

MMA
MDIC

Atores envolvidos: MRE, MME; Ibama; Agências de cooperação multilateral e bilateral; Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (ELETROS), associações do setor privado, indústrias e escolas técnicas profissionalizantes.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Proposição	Percentual de redução do consumo de HFCs em relação à linha de base (média do consumo de HFCs nos anos 2020, 2021 e 2022 somada a 65% da linha de base de HCFCs).	Siscomex; Sistema do Protocolo de Montreal do Ibama.
Ações intermediárias relevantes: 1) Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs elaborado e submetido para aprovação pelo Comitê Executivo do Fundo Multilateral no primeiro semestre de 2026; 2) 10% de redução do consumo dos HFCs em relação à linha de base em 2029; 3) Fortalecimento do gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos e ciclo de vida de HCFC e HFCs (recolhimento, reciclagem, regeneração e destruição).		



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
	Políticas Públicas: Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (Brasil é Estado-parte do protocolo e é obrigado a cumprir com as metas de redução/eliminação das substâncias por ele controladas).
Regulatórios: Instrução Normativa do Ibama.	
Financeiros: Doação.	

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Alto – entre R\$ 50 milhões e R\$ 1 bilhão.	Público internacional.	Outros.



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.05	Reduzir gradualmente o consumo de HFCs de alto GWP no Brasil.

IND.E.11

Promover o uso de matérias-primas alternativas e/ou combustíveis alternativos, através do reaproveitamento de resíduos de outras atividades, do redesenho de produtos ou materiais para a circularidade ou do uso de insumos de menor emissão de GEE, e aumentar a reciclagem de materiais.

O QUE É

Implementar estratégias e políticas para promover a substituição de matérias-primas e combustíveis convencionais por alternativas de menor intensidade de carbono, por meio do reaproveitamento de resíduos industriais, do uso de insumos de menor emissão de GEE e da ampliação da reciclagem de materiais nos processos produtivos.



META

Promover o uso de substitutos e insumos de menor emissão por meio do reaproveitamento de resíduos e da reciclagem na indústria.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Promover o uso de substitutos e insumos de menor emissão por meio do reaproveitamento de resíduos e da reciclagem na indústria.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 6 – Promover a circularidade por meio do uso sustentável e eficiente de recursos naturais ao longo das cadeias produtivas.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MME, MMA, MCid, MAPA; Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI); Secretarias Estaduais e Municipais de Meio Ambiente; CNI, organizações industriais e centros de pesquisa.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Em andamento	Em construção.	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR); Panorama ABREMA; ENDI (em elaboração).



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
	Políticas Públicas: Política Nacional de Resíduos Sólidos; Paten; Plano Nacional de Fertilizantes (PNF).
	Regulatórios: Resolução Conama nº 313/2002 (Inventário Nacional de Resíduos Industriais) e demais relacionadas; Normas (ABNT, Inmetro); Estratégia Nacional de Economia Circular.
	Financeiros: Doação; <i>Equity</i> ; <i>Blended finance</i> .

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto - Acima de R\$ 1 bilhão.	Público nacional; Privado nacional; Público internacional; Privado internacional.	Fundo Clima; Fundos de investimentos; Financiamentos; Debêntures; Outros.



CONEXÃO COM...

Ações impactantes viabilizadas pela ação	
IND.I.01	Ampliar a cogeração e o uso de energia elétrica renovável nas instalações industriais.
IND.I.03	Ampliar o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis.

IND.E.12

Investir no desenvolvimento e adoção de tecnologias e/ou soluções de redução e remoção de GEE, sejam elas tecnológicas ou baseadas na natureza (SbN).

O QUE É

Investir em desenvolvimento, adoção e ampliação de tecnologias e/ou soluções voltadas à redução e remoção de GEE, como por exemplo a captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) e processos biogênicos, incluindo projetos de reflorestamento, restauração florestal e manejo para sequestro de carbono.



META

Aumentar os investimentos e a aplicação de tecnologias e/ou soluções de redução e remoção de GEE.

AONDE QUEREMOS CHEGAR

Aumentar os investimentos e a aplicação de tecnologias e/ou soluções de redução e remoção de GEE.

OBJETIVOS ASSOCIADOS

Objetivo Nacional 7 – Alavancar soluções inovadoras e de baixo carbono na produção nacional e desenvolver tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono na produção bioenergética e nos setores de combustíveis fósseis.

RESPONSÁVEL

MDIC

Atores envolvidos: MME, MMA, MCTI e MAPA; EPE, ANP, Embrapa; CNI, organizações industriais e centros de pesquisa; Finep, Embrapii, SENAI.

Monitoramento da ação		
Status da ação	Indicador	Fonte de dados
 Planejada	tCO ₂ e/ano.	MME; ENDI (em elaboração).



COMO FAZER?

Instrumentos Existentes	
	Políticas Públicas: NIB; Paten; Plano ABC+ (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono); PPCDAm e PPCerrado. Plano Nacional de Florestas Plantadas e o Plano Floresta+Sustentável (F+S).
	Regulatórios: Resoluções ANP; Lei nº 14.993/2024 (atribuiu à ANP a regulamentação da atividade de CCS); Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE).
	Financeiros: Empréstimo concessional; Doação; Garantias; <i>Blended finance</i> ; <i>Equity</i> .

Investimento Estimado	Fontes de Financiamento	Canais de Financiamento
 Muito alto - Acima de R\$ 1 bilhão.	Público nacional; Privado nacional; Público internacional; Privado internacional.	Fundo Clima; GCF; CIFs; Financiamentos; Fundos de investimentos; Debêntures; Letras de Crédito; Outros.



CONEXÃO COM...

Conexão com outras ações	
ENR.E.08	Desenvolver a captura, o transporte, o uso e o armazenamento de carbono.
ENR.E.09	Desenvolver a produção de bioenergia com captura e armazenamento de carbono (BECCS).
ENR.E.13	Promover a infraestrutura para transporte e armazenamento de gás carbônico.



4. Governança, implementação e monitoramento

4.1 Governança do plano setorial

A lista de ações impactantes contempla diretamente processos industriais voltados à eficiência energética, ao reaproveitamento de resíduos, à substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes mais limpas e à adoção de tecnologias de captura de carbono. Embora a coordenação dessas ações esteja majoritariamente atribuída ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), sua implementação demanda a articulação com outros atores relevantes, como os ministérios de Minas e Energia (MME), Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Transportes (MT), Cidades (MCid) e Agricultura e Pecuária (MAPA).

Além dos ministérios, é importante que o plano de ação envolva entidades vinculadas ao governo, como a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Comitê Gestor de Eficiência Energética (CGEE) e o Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono (CTIBC). Bancos de desenvolvimento, como o BNDES, possuem papel estratégico na captação de recursos. Além disso, a participação de centros de pesquisa, agências de fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e sobretudo de entidades representativas da indústria é fundamental para o planejamento e a execução das ações.

Já as ações estruturantes têm como principal objetivo criar e consolidar condições para viabilizar as ações de mitigação (impactantes). A lista de ações contempla principalmente iniciativas de desenvolvimento, inovação e capacitação, com foco na ampliação dos incentivos a P&DI e à formação de polos (*hubs*) industriais sustentáveis, e ações de incentivo à demanda por insumos e produtos descarbonizados. Elas também incluem ações de fortalecimento institucional, a ampliação do acesso a mecanismos de financiamento e a formulação de novos instrumentos de política pública.

Lideradas sobretudo pelo MDIC, as ações estruturantes têm como objetivo estratégico a retomada do desenvolvimento industrial de forma sustentável e competitiva, em consonância com a política climática nacional. Esse objetivo se materializa por meio de incentivos ao consumo sustentável, à economia circular, à P&DI, bem como à digitalização voltada para soluções tecnológicas de baixo carbono. Para viabilizar essa agenda, o ministério atua em articulação com outros ministérios e seus órgãos vinculados, instituições de pesquisa, agências de fomento à inovação, instituições financeiras e bancos de desenvolvimento, além de entidades representativas do setor industrial.

Para além das responsabilidades do MDIC, algumas ações se referem à criação de instrumentos regulatórios diretamente relacionados a vetores energéticos,

incentivo à demanda por produtos descarbonizados e financiamento. Por exemplo, a ação que propõe aumento dos investimentos em eficiência energética tem como principal responsável o MME. Já as ações de alinhamento da política climática com programas setoriais, redução gradual do consumo de HFCs e melhorias das condições de financiamento de tecnologias para a descarbonização da indústria – especialmente por meio do Fundo Clima – estão sob a responsabilidade principal do MMA. Tais ações envolvem a participação de outros ministérios, como os da Gestão e Inovação em Serviços Públicos (MGI), do Planejamento e Orçamento (MPO), das Relações Exteriores (MRE), da Fazenda, MCid, MAPA e MCTI.

A Figura 9 evidencia a complexidade e a transversalidade da governança em torno das ações estratégicas do setor industrial, com destaque para o MDIC como principal responsável (**Líder – L**) pela implementação das ações impactantes e estruturantes (um total de 14 ações, sendo uma delas coliderada com o MMA). Sob a coordenação do MDIC está o CTIBC, que será o lócus institucional de gestão do plano setorial. Além dos ministérios com responsabilidade direta, a governança envolve diversos **Atores Envolvidos (AE)**, que desempenham um papel de apoio na implementação das ações.

Figura 9 – Interação entre ações impactantes e estruturantes da indústria, seus líderes e atores envolvidos

IND.I.01	L		AE									Instituições vinculadas (EPE, ANP, Embrapa, CTIBC, ABDI), Secretarias de Meio Ambiente, Instituições e agências de fomento à inovação, CNI, Associações setoriais industriais, Organizações industriais, Universidades e Centros de Pesquisa, IFs, bancos de desenvolvimento, Cooperação Internacional
IND.I.02	L		AE									
IND.I.03	L		AE								AE	
IND.I.04	L		L									
IND.I.05	AE	L	AE									
IND.E.01	L	AE								AE	AE	
IND.E.02	L											
IND.E.03	L											
IND.E.04	L											
IND.E.05	L	AE	L									
IND.E.06	L	AE	L				AE					
IND.E.07	AE	L				AE	AE					
IND.E.08	L	AE	AE	AE	AE							
IND.E.09	L	L										
IND.E.10	AE	L	AE									
IND.E.11	L	AE	AE							AE	AE	
IND.E.12	L	AE	AE	AE							AE	
	MDIC	MMA	MME	MCTI	MRE	MF	MPO	MGI	MCid	MAPA		Demais atores envolvidos

Fonte: elaboração própria (MDIC, 2025).

Grande parte das ações está atribuída ao MDIC e suas secretarias, que têm adotado um movimento participativo com os setores industriais e a sociedade – o que reforça seu papel central como articulador institucional no processo de descarbonização da indústria. Além disso, observa-se grande participação do MME como ator envolvido, reforçando a importância da transformação dos vetores energéticos. Essa configuração destaca a importância de políticas públicas integradas e interministeriais para garantir efetividade e coerência das ações propostas pela indústria – e das que constam nos demais planos setoriais.

Para coordenar todas as ações, seus meios de implementação e monitoramento, ilustra-se a governança do plano na Figura 10.

Figura 10 – Governança do Plano Setorial da Indústria do Plano Clima Mitigação



Fonte: elaboração própria (MDIC, 2025).

- O CIM (Decreto nº 11.550/2023 e posteriores alterações) é a principal instância de governança climática do país, integrada por 23 ministérios e presidida pela Casa Civil.
- GTT Mitigação: com base na Resolução CIM nº 3/2023, o GTT/CIM tem o papel de coordenação geral da elaboração da Estratégia Nacional de Mitigação (ENM) em conjunto com a Secretaria Nacional de Mudança do Clima do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (SMC/MMA), o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e a Casa Civil da Presidência da República.
- O MDIC é o principal interlocutor das ações do plano setorial. O ministério e suas secretarias têm adotado um movimento participativo com os setores industriais e a sociedade, o que reforça seu papel central como articulador institucional no processo de elaboração do plano.

- O CTIBC (Decreto nº 11.547/2023) tem a missão de promover a articulação dos órgãos públicos e da iniciativa privada para implementar, monitorar e revisar políticas e projetos que estimulem a transição para a economia de baixo carbono no setor industrial do país.
- GT Técnico: governança específica para se discutir preliminarmente o Plano Setorial da Indústria do Plano Clima Mitigação e, posteriormente, submetê-lo ao CTIBC.

4.2 Meios de implementação

É importante destacar que o nível de esforço necessário para a implementação das ações depende, em grande parte, de capacidades internas e esforços já realizados – tanto no setor público quanto nas empresas envolvidas –, de instrumentos existentes e da disponibilidade de recursos. Outros fatores como dinâmicas de mercado, riscos e incertezas também influenciam diretamente a viabilidade e o ritmo de execução das ações propostas.

Para enfrentar esses desafios, o plano setorial está alinhado à Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), que oferece uma visão estratégica para a redução das emissões no setor industrial. Essa articulação busca, prioritariamente, impulsionar avanços em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), promover a capacitação profissional, estimular a demanda por produtos e insumos de baixo carbono e consolidar bases de financiamento robustas, com incentivos direcionados à transição para uma economia industrial sustentável.

Portanto, a efetividade do plano depende da existência de condições habilitadoras – ou meios de implementação – que envolvem um conjunto estruturado de recursos financeiros, políticas públicas, instrumentos regulatórios e formas de apoio institucional. Entre esses elementos, destacam-se o financiamento adequado, a capacitação técnica, o fortalecimento do arcabouço regulatório e o suporte institucional contínuo.

Nesse contexto, para viabilizar as medidas de mitigação, é necessária a mobilização de diferentes setores, fontes, canais e instrumentos financeiros que serão discutidos a seguir.

4.2.1 Principais canais de financiamento

A arquitetura de financiamento para a implementação das ações do Plano Setorial da Indústria envolve fontes públicas e privadas, nacionais e internacionais.

No âmbito público nacional, destaca-se o Fundo Clima. Entre as fontes públicas internacionais, estão os mecanismos multilaterais de financiamento climático, como o Fundo Verde para o Clima (GCF) e os Fundos de Investimento Climático (CIFs), usualmente acessados por instituições como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). No setor privado nacional, destacam-se mecanismos tradicionais de mercado, como fundos de investimento, financiamentos bancários, debêntures, letras de crédito e outras ferramentas de crédito, além do CAPEX para P&D e projetos próprios. Já no setor privado internacional, o financiamento pode vir por meio de fundos de investimento estrangeiros, *joint ventures* e investimentos diretos de empresas globais, interessadas em fomentar projetos no Brasil.

Para que tanto as ações estruturantes quanto as impactantes sejam implementadas, serão fundamentais o fortalecimento dos fundos públicos e privados; o acesso facilitado a linhas de financiamento verdes e o aumento de agentes financeiros concedendo linhas de crédito específicas para os segmentos industriais; mecanismos de *hedge* para mitigar riscos de transição; e a ampliação de garantias para projetos de descarbonização na indústria (CNI, 2023).

Além disso, parcerias público-privadas (PPPs), a cooperação internacional e a introdução de mecanismos de precificação de carbono podem fortalecer e revitalizar a indústria nacional, com ganhos produtivos, tecnológicos e competitivos.

4.2.1.1 Canais específicos de financiamento nacional

Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima): considerado um dos principais fundos de caráter nacional para mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, o fundo disponibiliza recursos em duas modalidades: reembolsável e não reembolsável. Os recursos reembolsáveis são administrados pelo BNDES. Os recursos não reembolsáveis são operados pelo MMA.

Chamadas públicas e programas de apoio a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I): representam uma fonte estratégica para viabilizar as ações do plano, como o fortalecimento de polos (*hubs*) industriais sustentáveis, a digitalização da indústria, a efficientização e a expansão de combustíveis de baixo carbono. Investimentos contínuos têm o potencial de acelerar a adoção de novas tecnologias, atrair capital adicional, modernizar os processos industriais e oferecer produtos e serviços inovadores e de maior valor agregado. Nesse contexto, a Finep e o BNDES lançaram chamada pública no âmbito da política Nova Indústria Brasil (NIB) para selecionar propostas para a atração, implantação ou expansão de centros de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação (PD&I) no Brasil (Finep, 2025).

Iniciativas específicas de financiamento para a eficiência energética na indústria:

- Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica;
- PotencializEE - Programa Investimentos Transformadores de Eficiência Energética para PMEs (pequenas e médias empresas) industriais;
- BNDES Finem - Meio Ambiente - Eficiência Energética;
- BNDES Finame - Baixo Carbono;
- FGEnergia - Programa de Garantia a Créditos para Eficiência Energética do BNDES;
- Programa Aliança 2.0 de eficiência energética.

4.2.1.2 Cooperação internacional

O compartilhamento de aprendizados e inovações desempenha um papel estratégico para acelerar a adoção de tecnologias de descarbonização à medida que se tornam disponíveis (WRI, 2023). Nesse contexto, a cooperação internacional pode ampliar sinergias com atores nacionais, criando sinais mais fortes para investimento e economias de escala, reduzindo custos e acelerando a implementação das ações do plano, seja por meio de parcerias e assistências técnicas, transferência de tecnologia ou aportes financeiros viabilizados por mecanismos multilaterais, bilaterais ou específicos (CNI, 2024).

Alguns exemplos de programas e iniciativas de cooperação internacional:

- O Horizonte Europa (*Horizon Europe*) é o programa de PD&I da União Europeia (EU) em que o Brasil é mencionado em diversas áreas de financiamento como desejável ou elegível. Além disso, o bloco possui mecanismos de cofinanciamento com instituições brasileiras, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Finep (EC, 2025).
- O Programa Euroclima + é o principal programa de cooperação regional da UE, com foco no enfrentamento das mudanças climáticas e da perda de biodiversidade, constituindo uma plataforma para o intercâmbio de ideias e experiências entre UE e América Latina e Caribe.
- A Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ) atua no Brasil nas áreas prioritárias. Um exemplo é o Programa Investimentos Transformadores de Eficiência Energética – PotencializEE (GIZ, 2022).
- O Banco de Desenvolvimento Alemão (KfW) apoia programas e projetos que envolvem principalmente intervenientes do setor público em países em desenvolvimento. Por exemplo, captações para o fundo FGEnergia – Programa de Garantia a Créditos para Eficiência Energética evidenciam a colaboração entre KfW e BNDES.
- A Parceria para Transições Climáticas Aceleradas (*Partnering for Accelerated Climate Transitions*, UK PACT) apoia países em desenvolvimento com potencial para reduções de emissões, entre eles o Brasil, construindo bases de conhecimento e trocando experiências via projetos de implementação.
- O Hub de Descarbonização Industrial é uma plataforma coorganizada por Brasil e Reino Unido para mobilizar recursos e coordenar programas de assistência internacional visando à descarbonização industrial e à industrialização verde no Brasil.
- Projetos específicos em parceria com a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), como o Projeto Ecossistema de Inovação em Descarbonização Profunda para as Indústrias do Aço e do Cimento e o Programa de Parceria para a Indústria de Emissões Líquidas Zero (UNIDO, 2024).
- Fundo Multilateral para Implementação do Protocolo de Montreal (FML): por meio de cooperação financeira e técnica (incluindo apoio em ações de capacitação, disseminação de informações técnicas e de sensibilização e normas), o fundo objetiva fomentar programas que visem à proteção e à recuperação da camada de ozônio nos países em desenvolvimento por meio da eliminação do uso de substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs) e seus substitutos de alto GWP, como os HFCs. O Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs (PBH) e o Programa Brasileiro de Redução do Consumo de HFCs (Implementação da Emenda de Kigali – KIP-Brasil) são apoiados pelo FML (MMA, 2022).

Além das iniciativas previamente citadas, é importante destacar que o artigo 6º do Acordo de Paris trata da cooperação voluntária entre os países com o objetivo de alcançar, de forma mais eficiente e ambiciosa, as metas de redução de emissões estabelecidas em suas NDCs. Os artigos 6.2 e 6.4 introduzem mecanismos de mercado que permitem a transferência internacional de resultados de mitigação (ITMOS), constituindo a base para a operacionalização do mercado global de carbono. Por outro lado, o artigo 6.8 propõe abordagens cooperativas não mercadológicas, voltadas ao fortalecimento de ações de mitigação e adaptação, por meio de cooperação técnica, transferência de tecnologias, financiamento e construção de capacidades institucionais, especialmente em países em desenvolvimento.

4.2.2 Incentivos de instrumentos regulatórios e de política pública

Plano de Transformação Ecológica – o plano possui seis eixos: finanças sustentáveis; adensamento tecnológico; bioeconomia; transição energética; economia circular; e adaptação à mudança do clima. Entre as principais ações do eixo “finanças sustentáveis”, estão aquelas que contribuem diretamente para a implementação do Plano de Mitigação da Indústria: Títulos Soberanos Sustentáveis; aumento de recursos para o Fundo Clima; Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE); Taxonomia Sustentável; Eco Invest Brasil; Letras de Crédito do Desenvolvimento (LCDs); Debêntures Incentivadas e de Infraestrutura; e a reforma tributária, com incentivos à sustentabilidade. Além disso, entre os Fundos de Pesquisa & Desenvolvimento, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) visa apoiar atividades de inovação e pesquisa em empresas e instituições científicas e tecnológicas (ICTs) nas modalidades de financiamento reembolsável, não reembolsável e investimento, que podem ser implementados de forma direta ou descentralizada. Por fim, o plano prevê uma recalibração do papel do BNDES e da Finep, com linhas de crédito direcionadas à inovação e à transformação ecológica (MF, 2024).

Taxonomia Sustentável Brasileira – consiste em um sistema de classificação que define, de maneira nítida, objetiva e com base científica, atividades, ativos e/ou categorias de projetos que contribuem para objetivos climáticos, ambientais e/ou sociais, por meio de critérios específicos. Nesse sentido, este instrumento poderá mobilizar e redirecionar fluxos de capitais para investimentos e para a descarbonização da indústria, entre outras finalidades.

Oportunidades do Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e da Nova Indústria Brasil (NIB) – o Novo PAC, coordenado pelo governo federal em parceria com setor privado, estados, municípios e movimentos sociais, busca integrar as agendas de transição energética, infraestrutura e reindustrialização, visando principalmente impulsionar os diversos setores da economia e reverter o déficit de infraestrutura. Complementarmente, a NIB viabilizou a mobilização de R\$ 3,4 trilhões em investimentos públicos e privados, sendo R\$ 1,2 trilhão oriundo de financiamento público e R\$ 2,2 trilhões de anúncios do setor privado. Esses recursos estão direcionados a setores estratégicos como agroindústria, automotivo, bioeconomia e energia renovável, construção civil, saúde, papel e celulose, siderurgia, defesa, aeroespacial e nuclear. Apenas a missão 5 mobilizou R\$ 805,7 bilhões – R\$ 90,5 bi públicos e R\$ 715,3 bi privados (MDIC 2025). A NIB também contempla medidas regulatórias e de propriedade intelectual, políticas de obras e compras públicas com incentivos ao conteúdo local e a modernização do parque industrial brasileiro. É importante destacar que esses recursos virão de diferentes fontes, incluindo fundos públicos como o FNDCT, FNDIT, FAT, FUST, FUNTTEL e o Fundo Clima, além de captação direta pelo BNDES, investidores privados e captação de financiamento internacional.

Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) – entre os instrumentos econômicos para atingir as metas da indústria, destaca-se o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), que oferece flexibilidade aos agentes regulados na escolha da opção mais econômica, permitindo a negociação de dois ativos: Cotas Brasileiras de Emissão (CBE) e Certificados de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE). A lei do SBCE define como agentes regulados aqueles que emitirem acima de 10 mil tCO₂e/ano (reportes obrigatórios) e acima de 25 mil tCO₂e/ano (reportes obrigatórios e conciliação periódica por meio da comprovação da posse de ativos equivalentes às emissões líquidas do período).

Além disso, conforme estabelecido pela lei do SBCE, pelo menos 75% dos recursos gerados serão destinados ao Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, com o objetivo de financiar a descarbonização das atividades, fontes e instalações reguladas. Nesse contexto, a consolidação de um sistema nacional de MRV mandatário será fundamental para a operacionalização do mercado.

4.2.3 Instrumentos específicos de políticas transversais ao Plano Setorial da Indústria

O Plano Setorial da Indústria depende da articulação com um conjunto mais amplo de instrumentos de política pública, muitos dos quais não são exclusivos do setor industrial, mas possuem impactos diretos ou indiretos na trajetória de mitigação do setor.

Com isso, diversas iniciativas atuam de forma complementar. Destacam-se³:

- Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC);
- Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Política Nacional de Transição Energética e Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten);
- Modernização do Setor Elétrico e o Marco Legal da Geração Distribuída;
- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel);
- Nova Lei do Gás (Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021);
- Programa RenovaBio e MOVER;
- Lei do Combustível do Futuro e Programa Nacional de Biometano;
- Marco Legal do Hidrogênio;
- Plano Nacional de Florestas Plantadas;
- Plano Floresta+Sustentável (F+S);
- Plano Nacional de Fertilizantes (PNF);
- Programa Selo Verde.

Além disso, ações específicas do MME, como o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) e o Plano Nacional de Energia (PNE), indicam as perspectivas do setor de energia, auxiliando nas projeções de oferta e consumo de energia pela indústria e na tomada de decisão.

³ Lista não exaustiva.

4.3 Transição justa

Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), a transição para modelos econômicos sustentáveis tem o potencial de impulsionar significativamente a criação de empregos de qualidade, promover a justiça social e contribuir para a erradicação da pobreza. Nesse contexto, a mitigação das mudanças climáticas exige a transformação e descarbonização de atividades altamente emissores e de difícil abatimento. Esse processo envolve, muitas vezes, a reestruturação ou redução da escala dessas atividades, o que pode acarretar impactos diretos no mercado de trabalho, no desenvolvimento econômico local, na qualificação da força de trabalho e nas famílias de baixa renda e populações mais vulneráveis (ILO, 2024).

Para o setor industrial, promover uma transição justa significa conciliar os objetivos de descarbonização com a melhoria das condições de trabalho e a capacitação dos trabalhadores para atuar nas cadeias produtivas de uma indústria de baixo carbono – assegurando, ao mesmo tempo, a competitividade das indústrias. Esse processo deve se apoiar nos pilares da sustentabilidade econômica, ambiental e social, com o objetivo de encontrar soluções eficazes que garantam a continuidade das operações em um cenário transformado pelas tecnologias de baixa emissão, impulsionando uma reindustrialização sobre bases mais sustentáveis. Nesse sentido, é fundamental que a transição também represente uma oportunidade de desenvolvimento, contribuindo para a redução de desigualdades socioeconômicas historicamente enfrentadas por comunidades mais vulneráveis e assegurando a participação ativa de grupos e comunidades impactadas nos processos de tomada de decisão (CBC, 2025).

Ações como o fortalecimento de polos (*hubs*) de inovação industrial sustentável (IND.E.02), programas de capacitação técnica (IND.E.03) e projetos de remoção de carbono florestal (IND.E.12) podem ser desenhadas com critérios de inclusão de atores locais, com consultas prévias e mecanismos de benefício compartilhado com comunidades locais. Essas ações também podem contemplar outras esferas e arranjos de projetos, respeitando a diversidade de contextos e modelos de implementação. Além disso, deve-se priorizar grupos historicamente excluídos, promovendo requalificação de trabalhadores em setores intensivos em carbono e a maior participação de mulheres, por exemplo. As ações devem também garantir empregos de qualidade, evitando desemprego estrutural em setores em declínio e ampliando oportunidades com capacitação e inserção em novas cadeias produtivas, como a de reindustrialização com foco verde (IND.E.08) e digitalização da indústria (IND.E.04).

Além disso, a inserção de tecnologias como a de CCUS (IND.E.12) e o uso de combustíveis renováveis em substituição aos combustíveis fósseis (IND.I.05) devem seguir a regulação e os padrões de mensuração e segurança ambiental (MRV, passivos, licenciamento) e exigir cuidados com a rastreabilidade e sustentabilidade dos insumos. No que tange aos impactos sociais, ações como a eletrificação de processos e uso de tecnologias emergentes (IND.I.03, IND.I.06) podem excluir atores e regiões com infraestrutura limitada, de modo que devem ser planejadas com investimentos direcionados e incentivos escalonados. Projetos de captura e remoção de carbono devem seguir as diretrizes de integridade ambiental e social definidas pelas certificadoras, incluindo salvaguardas para questões fundiárias, realização de consultas prévias e mecanismos de monitoramento e engajamento local, sempre adaptados ao contexto territorial em que se inserem.



Para o setor industrial, promover uma transição justa significa conciliar os objetivos de descarbonização com a melhoria das condições de trabalho e a capacitação dos trabalhadores para atuar nas cadeias produtivas de uma indústria de baixo carbono – assegurando, ao mesmo tempo, a competitividade das indústrias.

Outro aspecto relevante a ser incorporado é a equidade distributiva no acesso ao financiamento e à inovação, assegurando que os benefícios gerados – como empregos verdes, acesso a tecnologias limpas e ganhos econômicos – sejam distribuídos de maneira justa entre diferentes regiões, grupos sociais e empresas de diferentes portes. Nesse contexto, é importante aperfeiçoar as condições de taxas e prazos dos financiamentos (IND.E.07) voltados a tecnologias de baixo carbono, integrando critérios sociais na concessão de crédito. Além disso, o estímulo à demanda por produtos de baixo carbono por meio de compras públicas sustentáveis (IND.E.09) pode fortalecer cadeias produtivas locais, especialmente aquelas que adotam práticas inclusivas, circulares e ambientalmente responsáveis.

Por fim, instrumentos específicos como o Fundo Clima e as linhas de crédito do BNDES (IND.E.06, IND.E.07) também podem incorporar critérios que priorizem territórios e empresas engajadas em processos de transição justa. Esses mecanismos devem vir acompanhados de apoio técnico e financeiro sob demanda, contribuindo para ampliar a participação de atores historicamente marginalizados na nova economia verde.

4.4 Monitoramento e avaliação

Os processos da Estrutura de Transparência Aprimorada (ETF) e as propostas de revisão das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) no âmbito do Acordo de Paris, bem como a urgência da crise climática, que exige a implementação de medidas concretas de mitigação e adaptação, têm impulsionado a relevância dos processos de monitoramento de políticas climáticas (WRI, 2017).

Nesse sentido, o monitoramento e avaliação (M&A) de um plano de ação constitui um processo sistêmico, integrado, dinâmico, participativo, transparente, periódico e contínuo, voltado para o aperfeiçoamento do plano durante sua implementação e para o alcance das metas estabelecidas. Esse processo permite identificar, de forma tempestiva, possíveis desvios ou ineficiências que exijam ajustes e agir de modo a garantir a efetividade das ações propostas (Cardoso Jr.; Cunha, 2015).

No caso do Plano Setorial da Indústria, a coordenação do M&A estará a cargo do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). Como previsto na estrutura de governança, o MDIC contará com o apoio do GT Setorial e do CTIBC. Além disso, caberá ao MDIC a consolidação de informações, a comunicação, a articulação com o GTT Mitigação/CIM e demais órgãos governamentais e a interlocução com o setor industrial.

A interlocução com o setor será fundamental para acompanhar atividades, processos, condicionantes e resultados, identificar ineficiências e promover ajustes estratégicos ao longo do tempo. Isso inclui o monitoramento dos meios de implementação e dos obstáculos regulatórios, tecnológicos, financeiros e de governança.

Nota-se que a construção do plano foi marcada por um processo participativo, que envolveu diversos atores – incluindo MDIC, MMA, Casa Civil e representantes do setor industrial – por meio de oficinas setoriais. Dois elementos-chave deste processo foram a consulta específica para a definição das ações, na qual foram recebidos valiosos *feedbacks* do GT setorial, e as etapas de deliberação e aprovação junto ao CTIBC.

Essa colaboração visa garantir que o plano reflita as reais necessidades, desafios e oportunidades do setor industrial, incorporando desde a origem uma perspectiva de monitoramento e avaliação das ações. Além disso, e reforçando o caráter participativo do processo, o Plano Setorial da Indústria será submetido à consulta pública após a aprovação pelo GTT Mitigação – momento em que outras sugestões poderão ser acolhidas.

Apesar do alto grau de engajamento com o setor industrial, ainda existem lacunas que desafiam a plena efetividade do M&A. Destacam-se, entre elas, a escassez de dados disponíveis e desagregados do setor, questões relacionadas à predominância do setor privado e às relações concorrenciais e de competitividade, bem como a necessidade de envolvimento e articulação com outras instâncias e setores.

Atualmente, as políticas e ações voltadas ao setor industrial utilizam instrumentos variados, de acordo com a natureza das iniciativas e os atores envolvidos. Com isso, a partir da definição das ações prioritárias e seus respectivos indicadores no plano setorial, o MDIC – com apoio do GTT Mitigação/CIM e do GT Setorial/CTIBC – desenvolverá uma estratégia específica de M&A para o setor. Essa estratégia buscará integrar mecanismos existentes com novas ferramentas para coleta, sistematização e reporte de dados, garantindo consistência metodológica e periodicidade adequada para acompanhar a implementação, os avanços e os resultados das ações. Dessa forma, prevê-se a realização de revisões contínuas e periódicas do Plano Setorial da Indústria. A construção participativa do plano e a governança multisetorial estabelecida conferem legitimidade ao processo e fortalecem as bases para a sua efetiva implementação.

4.5 Incertezas e riscos

A implementação do Plano Setorial da Indústria enfrenta um conjunto significativo de riscos e incertezas de natureza tecnológica, regulatória, econômica, sociopolítica e institucional. Esses fatores podem comprometer o cronograma, a escala e a efetividade das ações de mitigação, especialmente em um setor heterogêneo como o industrial, que abrange desde grandes polos integrados até pequenas unidades produtivas em territórios com infraestrutura limitada. Os principais riscos verificados são:

Tecnológicos: muitas soluções previstas envolvem tecnologias de média ou baixa maturidade, como rotas industriais de hidrogênio de baixa emissão de carbono, eletrificação de processos térmicos, captura de carbono (CCUS), química renovável e materiais de base biológica. O risco de obsolescência tecnológica, a dificuldade de integração com ativos existentes e as barreiras para ganho de escala são relevantes, especialmente em subsetores *hard-to-abate*.

Econômico-financeiros: o preço e a oferta dos insumos energéticos é uma variável extremamente sensível para a competitividade e para a sustentabilidade da indústria. O setor industrial carece de instrumentos financeiros desenhados para tecnologias de transição, com altos CAPEX, retornos de longo prazo e elevado risco. Linhas específicas para modernização industrial verde, *blending* com fundos internacionais, garantias públicas e incentivos fiscais ainda são escassos. PMEs estão particularmente vulneráveis à exclusão financeira.

Regulatórios e normativos: há lacunas normativas importantes – como regras para CCUS, rastreabilidade de emissões industriais, uso de insumos alternativos (como clínquer substituto ou matérias-primas recicladas), rotulagem de carbono e novos padrões para materiais verdes. Além disso, os insumos energéticos renováveis que substituirão o uso de insumos fósseis (hidrogênio de baixa emissão de carbono, biometano, etanol e biomassa em geral) necessitam de incremento de produção. Portanto, é necessário que se construam

políticas públicas robustas que garantam a oferta desses insumos a preços competitivos. A ausência desses marcos compromete a segurança jurídica e o sinal regulatório para investidores e operadores industriais.

Políticos e institucionais: o plano depende de coordenação entre diversos ministérios (MDIC, MME, MMA, MAPA), entidades reguladoras (Inmetro, Ibama, ANM), governos estaduais e setor privado. A inexistência de uma instância clara de governança industrial para a transição compromete a implementação coordenada e a capacidade de resposta ágil a gargalos emergentes.

Socioculturais e de capacitação: a transformação industrial exige requalificação massiva da força de trabalho, formação de técnicos especializados e aceitação social das mudanças nos produtos, processos e modelos de negócios. A falta de políticas robustas de formação e reconversão profissional pode agravar desigualdades e gerar resistência à mudança.

Infraestruturais e territoriais: a infraestrutura de energia, saneamento, transporte e logística reversa está distribuída de forma desigual, e pode apresentar gargalos críticos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Isso limita o acesso competitivo a insumos estratégicos (biomassa, H₂, gás natural, eletricidade renovável), criando riscos de implementação regionalmente assimétrica.

Externos e geopolíticos: tendências como o CBAM europeu, a reconfiguração de cadeias produtivas globais (*powershoring*), a concentração de insumos estratégicos (minérios críticos, equipamentos) e conflitos armados globais afetam a atratividade e a previsibilidade de investimentos. Setores como aço, alumínio, fertilizantes e químicos são altamente expostos.

O Plano Setorial da Indústria contempla um conjunto de ações estruturantes desenhadas para enfrentar os riscos identificados a partir de uma abordagem integrada entre política industrial, ambiental, energética, regulatória e de inovação. Entre algumas das ações, destacam-se:

IND.E.02 (Hubs de inovação industrial sustentável): contribui para mitigar riscos **tecnológicos** e **regionais** ao promover o escalonamento de soluções de baixo carbono em polos industriais com menor acesso a tecnologias avançadas.

IND.E.03 (Centros de excelência e formação técnica): atua sobre riscos **socioculturais** e **de capacitação** ao ampliar a qualificação profissional voltada à descarbonização, reduzindo resistências e promovendo novos perfis ocupacionais.

IND.E.04 (Digitalização Industrial): reduz riscos **operacionais** e **tecnológicos** ao aumentar a eficiência dos processos produtivos e reduzir perdas associadas a desperdícios e falta de rastreabilidade.

IND.E.06 e IND.E.07 (Eficiência energética e financiamento climático): enfrentam riscos **econômico-financeiros** ao viabilizar investimentos em tecnologias de transição, especialmente para setores e empresas com menor margem de capital.

IND.E.08 (Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria): atua sobre riscos **políticos** e **institucionais** ao alinhar diretrizes de médio e longo prazo para o setor, garantindo estabilidade normativa e integração com a política industrial nacional.

IND.E.09 (Compras sustentáveis): mitiga riscos de mercado e de aceitação social ao criar demanda estruturada por produtos de baixo carbono e fortalecer cadeias de valor mais sustentáveis.

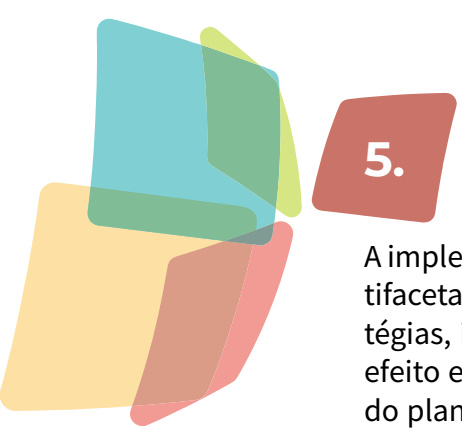
Essas ações, somadas às demais ações estruturantes e integradas à governança do Plano Clima e aos mecanismos financeiros já existentes, formam a espinha dorsal para a gestão dos riscos críticos e para o aproveitamento das oportunidades estratégicas associadas à reindustrialização verde do Brasil.

A implementação das ações do plano e o consequente alcance das metas da indústria não são isentos de desafios. Um dos principais é conciliar a manutenção e o incremento da competitividade com a transição para uma economia de baixo carbono que seja justa e financiável – além da própria dependência de ações coordenadas por outros setores. Por exemplo: os custos iniciais de implementação de tecnologias e infraestrutura representam um obstáculo e variam conforme o perfil, as características e a capacidade das empresas do setor industrial, que apresentam ampla diversidade em todo o país. Outro exemplo é a disponibilidade regional de insumos e materiais substitutos menos intensivos em carbono que sejam competitivos em custo e equivalentes em desempenho técnico.

É importante destacar que, apesar das barreiras enfrentadas pela indústria, o país tem avançado na implementação de políticas públicas e ações estruturantes específicas que contribuirão para o alcance das metas de mitigação do Plano Clima no setor industrial. Diante de um cenário de obstáculos, riscos e incertezas, é importante que o país reforce sua soberania produtiva e tecnológica, valorizando sua força de trabalho, explorando suas vantagens comparativas e aproveitando oportunidades estratégicas, como as associadas à bioeconomia, aos combustíveis renováveis e ao movimento de *powershoring*, que busca relocalizar cadeias produtivas em regiões com maior segurança energética e menor intensidade de carbono.

Além disso, o Plano Clima Mitigação visa delinear e facilitar a implementação das ações propostas no plano de ação, contando com o apoio do GTT Mitigação, de outros ministérios, da indústria e da sociedade civil. Esse esforço colaborativo será essencial para garantir a eficácia das ações e o alcance das metas estabelecidas.





5. Disposições finais

A implementação das ações propostas no plano da indústria é uma jornada multifacetada, que envolve interdependências e a integração de diferentes estratégias, inovações e instrumentos voltados à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Além disso, é importante ressaltar que, embora o horizonte do plano vá até 2035, a indústria deverá intensificar os esforços para contribuir com a neutralidade climática do país – muitos dos quais devem ser iniciados já no curto prazo. Nesse cenário, o sucesso na implementação do plano de ação também representa um passo decisivo rumo ao cumprimento das metas de longo prazo.

Ainda que algumas tecnologias e processos essenciais à descarbonização do setor industrial ainda não estejam totalmente desenvolvidos ou disponíveis em larga escala, já existem alternativas de mitigação economicamente viáveis e com relevante potencial de contribuição. Além disso, o plano reconhece a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, combustíveis e tecnologias – a exemplo de tecnologias de remoção (como CCUS, DAC ou BECCS), hidrogênio de baixa emissão de carbono, materiais avançados e soluções utilizando inteligência artificial e digitalização – como vetores transformadores da indústria.

Além das soluções tecnológicas, instrumentos como os créditos de carbono e pagamentos por serviços ambientais ganham cada vez mais espaço nas lentes da indústria. A aprovação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE) abre um leque de possibilidades. Outro caminho promissor é 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.

Considerando que a NDC brasileira possui uma meta de mitigação em termos absolutos e para toda a economia, para evitar impactos negativos em novos investimentos e no crescimento industrial, é importante que as medidas de implementação e financiamento da NDC sejam estruturadas com olhar diferenciado sobre os impactos de cada segmento, mantendo no horizonte propostas que incentivem maiores investimentos, aumento da eficiência, soluções personalizadas, competitividade, redução de custos e ampliação da capacidade produtiva, aproveitando as vantagens comparativas da indústria em relação à intensidade de emissões.

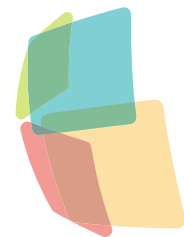
O Plano Setorial de Mitigação da Indústria trouxe elementos importantes, ao mesmo tempo que evidenciou barreiras técnico-financeiras e lacunas estruturais e operacionais que precisam ser enfrentadas ao longo dos anos e nos ciclos de revisão. Nesse sentido, um processo regular de revisões é fundamental para garantir efetividade, coerência e adaptabilidade do plano diante da constante evolução tecnológica, regulatória e de mercado. Ao fazê-lo, o Brasil fortalece sua trajetória rumo a uma economia de baixo carbono, promovendo uma indústria mais resiliente, inovadora e estrategicamente bem-posicionada no cenário global.

Para os próximos ciclos de revisão do plano, recomenda-se a priorização das seguintes diretrizes estratégicas:

- Realização de revisões contínuas e periódicas do Plano Setorial da Indústria e de suas metas e estabelecimento de mecanismos robustos de monitoramento e avaliação do plano;
- Continuidade e aperfeiçoamento de ações, instrumentos financeiros e políticas já implementadas, assegurando sua efetividade e coerência com as metas de longo prazo;
- Articulação e colaboração intersetorial e interministerial, evitando sobreposições de esforços, assim como fortalecimento do diálogo com associações representativas do setor, de modo a assegurar maior aderência ao plano;
- Fortalecimento de sistemas de monitoramento das ações propostas, juntamente ao GTT Mitigação/CIM e GT Setorial/CTIBC;
- Garantia de fóruns permanentes de governança, com participação ativa da indústria, da academia, da sociedade civil e de diferentes esferas de governo;
- Avanço na definição das metas quantitativas em conjunto com o setor produtivo, alinhadas à NDC brasileira e aos compromissos internacionais, de forma clara, factível e mensurável, acompanhadas de indicadores de desempenho e revisões periódicas;
- Fomento à elaboração de estudos sobre cenários de emissões e análises de impactos regulatórios no setor;
- Alinhamento de forma estratégica entre a Estratégia Nacional de Descarbonização da Indústria (ENDI), a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) e o Plano Clima de Mitigação da Indústria, com o objetivo de fortalecer a integração e o diálogo entre esses instrumentos.

Ainda que algumas tecnologias e processos essenciais à descarbonização do setor industrial ainda não estejam totalmente desenvolvidos ou disponíveis em larga escala, já existem alternativas de mitigação economicamente viáveis e com relevante potencial de contribuição. Além disso, o plano reconhece a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, combustíveis e tecnologias – a exemplo de tecnologias de remoção (como CCUS, DAC ou BECCS), hidrogênio de baixa emissão de carbono, materiais avançados e soluções utilizando inteligência artificial e digitalização – como vetores transformadores da indústria.

Essas recomendações visam assegurar que a implementação das ações previstas neste plano setorial ocorra de forma contínua, coordenada e transparente, em alinhamento com a agenda climática global e os compromissos nacionais, além de responder às demandas por um posicionamento mais competitivo e preparado da indústria brasileira.



Referências

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). BNDES amplia para R\$ 300 bi investimento na Nova Indústria Brasil. **Agência BNDES de Notícias**, 26 maio 2025. Disponível em: [https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/cultura/BNDES-amplia-para-R\\$-300-bi-investimento-na-Nova-Industria-Brasil/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/cultura/BNDES-amplia-para-R$-300-bi-investimento-na-Nova-Industria-Brasil/). Acesso em: ago. 2025.

BLANCO, G. *et al.* Innovation, technology development and transfer. *In*: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2022: mitigation of climate change**. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. p. 1641-1726. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157926.018>.

CARDOSO JR., José Celso; CUNHA, Alexandre dos Santos (org.). **Planejamento e avaliação de políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2015. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_ppa_vol_1_web.pdf. Acesso em: 16 maio 2025.

CENTRO BRASIL NO CLIMA (CBC). **Assessment of the policy framework's impact on the renewable energy generation expansion in the Brazilian power grid: outputs 4 and 7 – report on workshop with stakeholders**. [S. l.]: ICAT, CBC, 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). A importância da indústria no Brasil. **Revista da Indústria Brasileira**, 7 mar. 2025. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/b2/70/b27009a8-5332-4203-9c73-b1a523d1f56b/flyer_a_importancia_da_industria_no_brasil_geral_marco2025.pdf. Acesso em: maio 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Bioeconomia e a indústria brasileira**. Brasília: CNI, 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: jul. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Descarbonização da indústria: análise de experiências internacionais e recomendações para o Brasil**. Brasília: CNI, 2024. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/f6/dd/f6ddbf14-6eea-4c18-a008-7c05b778ec3e/id_248438_descarbonizacao_da_industria_interativo.pdf. Acesso em: jan. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Federações e sindicatos**. 2024. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/institucional/federacoes-e-sindicatos/>. Acesso em: jul. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Indústria brasileira de cimento: base para a construção do desenvolvimento**. Brasília: CNI, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Indústria brasileira faz a sua parte na redução de emissões. **Agência de Notícias da Indústria**, 22 abr. 2021. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/sustentabilidade/industria-brasileira-faz-a-sua-parte-na-reducao-de-emissoes/>. Acesso em: jul. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mapa estratégico da indústria 2023-2032: o caminho para a nova indústria.** 2. ed. rev. Brasília: CNI, 2023b.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Oportunidades e riscos da descarbonização da indústria brasileira: roteiro para uma estratégia nacional.** Brasília: CNI, 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Trajetória de emissões de GEE da indústria (2022-2035).** Brasília: CNI, 2025b. (Adaptado de correio eletrônico de 30 maio 2025).

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). **Programa Investimentos Transformadores de Eficiência Energética na Indústria (PotencializEE).** 2022. Disponível em: <https://www.giz.de/en/worldwide/102215.html>. Acesso em: 16 maio 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2024: ano base 2023.** Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-BEN>. Acesso em: 10 maio 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2034 – PDE 2034.** Brasília: MME, EPE, 2024b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Decenal-de-Expansao-de-Energia-PDE>. Acesso em: 10 maio 2025.

EUROPEAN COMMISSION (EC). **Brazil – Bilateral cooperation on science and technology agreements with non-EU countries.** Brussels: European Commission, 2025. Disponível em: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/europe-world/international-cooperation/bilateral-cooperation-science-and-technology-agreements-non-eu-countries/brazil_en. Acesso em: 16 maio 2025.

EUROPEAN COMMISSION (EC). **Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM).** Brussels: European Commission, 2025b. Disponível em: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en. Acesso em: 16 maio 2025.

EXAME. **Alumínio brasileiro contribui para economia de baixo carbono.** 2022. Disponível em: <https://exame.com/bussola/janaina-donas-aluminio-brasileiro-contribui-para-economia-de-baixo-carbono/>. Acesso em: jan. 2025.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **Chamada pública para seleção de Centros de PD&I – Tecnologias estratégicas para a descarbonização da indústria.** Rio de Janeiro: Finep, 2025. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/chamadas-publicas/2025/20_02_2025_Chamada_Centros_de_PD.pdf. Acesso em: 16 maio 2025.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade 2020.** São Paulo IABR 2020. Disponível em: https://www.acobrasil.org.br/site/wp-content/uploads/2021/09/2020_relatorio-de-sustentabilidade.pdf

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Inventário de emissões de gases de efeito estufa da indústria da mineração no Brasil: ano-base 2022.** Brasília: IBRAM, 2024. Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2024/05/IBRAM_Inventario-Efeito-Estufa_web-3.pdf. Acesso em: 16 maio. 2025.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION (ILO). **Enhancing the social dimension in transition finance: towards a just transition**. Input paper prepared for the G20 Sustainable Finance Working Group under the Brazilian Presidency. [S. l.]: ILO, 2024. Disponível em: <https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-06/Input%20paper%20ILO%20-%20G20%20SFWG%202024.pdf>. Acesso em: 12 maio 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Hayama: IGES, 2006.

LUCENA, A. F. P. Climate policy scenarios in Brazil: a multi-model comparison for energy. **Energy Economics**, v. 56, p. 564-574, 2016.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Opções de mitigação de emissões de GEE em setores-chave do Brasil: modelagem integrada e impactos econômicos de opções setoriais de baixo carbono**. Brasília: MCTI, 2017. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/opcoes_mitigacao/Opcoes_de_Mitigacao_de_Emissoes_de_Gases_de_Efeito_Estufa_GEE_em_SetoresChave_do_Brasil.html. Acesso em: 12 maio 2025.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Relatório do Inventário Nacional das Emissões Antrópicas por Fontes e das Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Brasil – Primeiro Relatório Bienal de Transparência à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-bienais-de-transparencia-btrs>. Acesso em: 8 fev. 2025.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Sistema de Registro Nacional de Emissões - SIRENE**. 2024. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/dados_setor_comunicacoes/SIRENE.html. Acesso em: jul. 2024.

MINISTÉRIO DA FAZENDA (MF). **Novo Brasil – Plano de Transformação Ecológica**. Brasília, 2024.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS (MDIC). **Decreto nº 11.427**, de 2 de março de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/acesso-a-informacao/gestao-estrategica-e-supervisao/gestao-estrategica/rgi-mdic-consolidado-17abr.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS (MDIC). **NIB completa 1 ano com R\$ 3,4 trilhões de investimentos e crescimento industrial**. 12 fev. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2025/fevereiro/nib-completa-1-ano-com-r-3-4-trilhoes-de-investimentos-e-crescimento-industrial>. Acesso em: 16 maio 2025.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS (MDIC). **Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC)**. Brasília: MDIC, 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/enec>. Acesso em: 16 maio 2025.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS (MDIC). **Página institucional**. 2024. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/organizacoes/visualizar/ministerio-do-desenvolvimento-industria-comercio-e-servicos>. Acesso em: jul. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). **Convenção de Viena e Protocolo de Montreal**. 29 abr. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/ozonio/camada-de-ozonio/convencao-de-viena-e-protocolo-de-montreal>. Acesso em: 16 maio 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA (MMA). **Plano Clima Mitigação: Estratégia Nacional.** Seminário processo de construção da Estratégia Nacional de Mitigação 2024-2035. Brasília: MMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/plano-clima/ApresentaoENM28052024PainellIrev.pdf>. Acesso em: jul. 2024.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Nova política industrial?** Entenda o que faz o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial. 2024c. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/politica-industrial/nova-politica-industrial-entenda-o-que-faz-o-conselho-nacional-de-desenvolvimento-industrial/>. Acesso em: jul. 2024.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Perfil da Indústria Brasileira.** 2024. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/>. Acesso em: maio 2025.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Perfil da Indústria Brasileira.** Perfil das Indústrias nos Estados – Fevereiro de 2024. 2024b. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/02/4d/024d6143-2e8e-4f46-9e07-bb7e6fa2ef3a/flyer_perfil-das-industrias-estados_fev2024.pdf. Acesso em: jul. 2024.

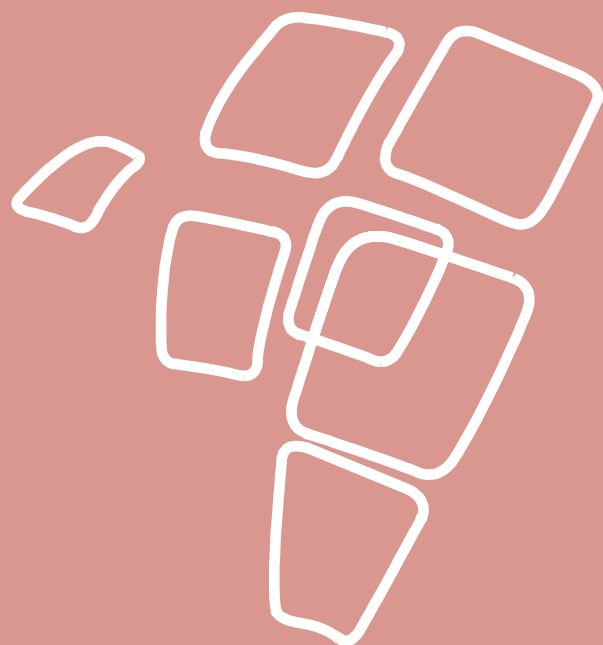
SISTEMA INTEGRADO DE COMÉRCIO EXTERIOR (SISCOMEX). **Dados da Secretaria de Comércio Exterior.** 2024. Disponível em: https://balanca.economia.gov.br/balanca/publicacoes_dados_consolidados/pg.html#atividade-econ%C3%B4mica---isic. Acesso em: maio 2025.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (UNIDO). **UNIDO and Brazil launch new project under partnership for Net Zero Industry Programme.** 12 abr. 2024. Disponível em: <https://www.unido.org/news/unido-and-brazil-launch-new-project-under-partnership-net-zero-industry-programme>. Acesso em: maio 2025.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI BRASIL). **Para descarbonizar o setor industrial, os países precisam ir além das fronteiras nacionais.** 2024. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/descarbonizar-setor-industrial-cooperacao-paises-internacional>. Acesso em: 12 maio 2025.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI BRASIL). **Monitoramento da implementação da política climática brasileira:** implicações para a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC). 2017. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/monitoramento-da-implementacao-da-politica-climatica-brasileira.pdf>. Acesso em: 16 maio 2025.





Anexos

Anexo A – Alavancas e tendências por subsetores industriais

A.1 Ferro e aço

Quadro A.1 – Exemplos de tendências de mitigação para o subsetor ferro e aço no horizonte do Plano Clima (2030-2035)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Uso de gás natural em substituição ao carvão mineral PCI ¹ injetado nos altos-fornos das usinas integradas a coque	Baixo	Redução de emissão de CO ₂	Regulatório, infraestrutura e financeiro: diferença tarifária do gás natural no Brasil quando comparada a de outros países; infraestrutura existente para transporte e distribuição do gás natural é insuficiente para atender aumento de demanda deste insumo.	Médio/difundido
Aumento do uso de sucata nos convertedores das aciarias BOF da rota BF-BOF ²	Baixo	Redução de emissão de CO ₂	Regulatório: geração de sucata no mercado interno limitada pelo lento crescimento do consumo de aço no país; Regulatório: dificuldade de importação de sucata em virtude da adoção de medidas de restrição à exportação desta matéria-prima estabelecida por mais de 42 países; Infraestrutura: infraestrutura de transporte inadequada, longas distâncias e falta de acesso a modais eficientes podem limitar a capacidade de escalar o uso de sucata na produção de aço.	Médio/difundido
Uso de carvão vegetal em substituição ao carvão mineral PCI injetado nos altos-fornos ou em outros processos das usinas integradas a coque	Baixo	Redução de emissão de CO ₂	Disponibilidade: oferta insuficiente de carvão vegetal, dada a indisponibilidade de área em raio econômico para plantio de eucalipto e de biomassas alternativas; Regulatório e financeiro: elevado custo associado ao transporte interestadual do carvão vegetal; Regulatório: barreiras de licenciamento de atividades florestais (uso de resíduos florestais; insegurança fundiária).	Médio/incipiente

(Continuação)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Melhorias operacionais no processo de carbonização, tais como a instalação de queimadores de metano e a substituição de fornos convencionais por fornos de carbonização contínua	Baixo	Redução de emissão de metano	Regulatório e financeiro: necessidade de financiamento a fundo perdido para desenvolvimento e otimização das tecnologias de carbonização.	Médio/difundido

¹ PCI: Injeção de Carvão Pulverizado – do inglês, *Pulverized Coal Injection*.

² Rota alto-forno-forno a oxigênio básico – do inglês, *Blast Furnace (BF) - Basic Oxygen Furnace (BOF)*.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Quadro A.2 – Exemplos de tendências de mitigação para o subsetor ferro e aço no horizonte de longo prazo (2050)

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
DRI ¹ a gás natural-EAF	Médio	Redução de emissão de CO ₂	Qualidade: o ferro-esponja e HBI produzido pode conter impurezas que precisam ser controladas para garantir a qualidade do aço. Nesse caso, além das questões de suprimento do agente redutor, são necessárias pelotas e briquetes (carga metálica) de qualidade e uma robusta e contínua disponibilidade de sucata de aço para completar a carga dos fornos elétricos; Disponibilidade: a dependência do gás natural representa um desafio, pois esse insumo não está disponível em todas as regiões do Brasil e, quando disponível, enfrenta tarifas elevadas, o que compromete a viabilidade econômica de um aumento no seu consumo; Financeiro: o custo inicial de instalação de plantas de DRI e EAF é elevado; são necessários subsídios para promover a troca de tecnologia (alto-forno para reator DRI-EAF).	Alto/difundido

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
DRI a gás natural-SAF*-BOF (*Submerged Arc Furnace)	Médio	Redução de emissão de CO ₂	Qualidade: o ferro-esponja e HBI produzido pode conter impurezas que precisam ser controladas para garantir a qualidade do aço. Nesse caso, além das questões de suprimento do agente redutor, são necessárias pelotas e briquetes (carga metálica) de qualidade; Disponibilidade: a dependência do gás natural representa um desafio, pois esse insumo não está disponível em todas as regiões do Brasil e, quando disponível, enfrenta tarifas elevadas, o que compromete a viabilidade econômica de um aumento no seu consumo; Financeiro: o custo inicial de instalação de plantas de DRI-SAF é elevado; são necessários subsídios para promover a troca de tecnologia (alto-forno para reator DRI-SAF).	Alto/incipiente
DRI a H ₂ -EAF ou DRI a H ₂ -SAF-BOF	Alto	Redução de emissão de CO ₂	Regulatório e jurídico: arcabouços ainda não consolidados e abrangentes acarretam incertezas que afetam o ambiente de negócios e os incentivos para investimentos em hidrogênio de baixo carbono; é necessária a regulamentação das leis de hidrogênio de baixo carbono; Infraestrutura: necessidade de energia elétrica renovável em nível de infraestrutura de geração e transmissão de eletricidade; Financeiro: CAPEX e OPEX elevados para a implantação da tecnologia à base de hidrogênio e SAF; necessidade de investimentos na infraestrutura para produção, armazenamento e distribuição de hidrogênio, incluindo a construção de eletrolisadores, tanques de armazenamento, sistemas de transporte de hidrogênio e instalações de abastecimento; Disponibilidade: escassez de mão de obra qualificada e <i>expertise</i> na tecnologia.	Alto/incipiente

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
CC(U)S	Alto	Redução de emissão de CO ₂ e captura de CO ₂	Regulatório e jurídico: arcabouços ainda não consolidados e abrangentes acarretam incertezas que afetam o ambiente de negócios e os incentivos para investimentos em CC(U)S; Financeiro: CAPEX e OPEX elevados para implantação das diferentes atividades de projeto do CCUS: captura do carbono, transporte do CO₂, utilização do CO₂ e/ou estocagem e monitoramento; Maturidade tecnológica: complexidade tecnológica, desde a captura do CO₂ até o seu transporte, armazenamento e potencial uso e monitoramento, se traduz em custos elevados; ausência de regras de contabilidade de GEE para CC(U)S; dificuldade para identificação dos potenciais locais de armazenamento geológico de CO₂; Disponibilidade: escassez de mão de obra qualificada e <i>expertise</i> na tecnologia.	Alto/incipiente

¹ Ferro reduzido direto (do inglês, *Direct reduced iron*).

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

A.2 Cimento

Quadro A.3 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor cimento no horizonte do Plano Clima (2030-2035)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Aumento do uso de substitutos de clínquer (escória, pozolana, cinzas volantes, fíler calcário, entre outros)	Alto	Redução de CO ₂	Qualidade: disponibilidade de substitutos regionais; normatização para novos cimentos e maiores teores de adições; performances diferenciadas; Cultural: aceitação cultural e falta de estímulo a compras públicas de baixo carbono; Financeiro: necessidade de CAPEX/OPEX para fornos de calcinação de argilas.	Médio/difundido

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Remoções biogênicas e soluções baseadas na natureza (SbN)	Alto	Remoção de CO ₂	Disponibilidade de área; Financeiro: custo do carbono estocado; Maturidade: credibilidade e reconhecimento da tecnologia; competição com outros setores.	Médio/difundido
Ampliação do uso de combustíveis alternativos (biomassas) em substituição a combustíveis fósseis não renováveis	Médio-alto	Redução de CO ₂	Infraestrutura: logística para fornecimento de biomassa; dificuldade de fornecimento contínuo e volume necessário; disponibilidade regional; Qualidade: menor poder calorífico e umidade; Financeiro: custo não competitivo diante do coque de petróleo (principal combustível utilizado).	Médio/difundido
Ampliação do uso de combustíveis alternativos (resíduos) em substituição a combustíveis fósseis não renováveis	Médio	Redução de CO ₂	Infraestrutura: logística para fornecimento de resíduos; dificuldade de fornecimento contínuo e volume necessário; disponibilidade regional; Qualidade: menor poder calorífico; Financeiro: custo não competitivo diante do coque de petróleo (principal combustível utilizado); custo não competitivo diante de outras tecnologias de destinação de resíduos menos nobres (como aterros); necessidade de investimentos em CAPEX; necessidade de investimentos na gestão de resíduos pelo poder público.	Médio/difundido
Aumento do uso de energias elétricas alternativas (eólica; solar; cogeração)	Médio-baixo	Redução de CO ₂ (escopo 2)	Financeiro: viabilidade econômica; Infraestrutura: integração tecnológica em fornos de cimento existentes.	Médio/difundido
Aumento da eficiência térmica e elétrica nas fábricas	Baixo	Redução de CO ₂	Financeiro: custos para implementação; instrumentos financeiros não favoráveis; Infraestrutura: integração tecnológica nas plantas existentes.	Alto/difundido

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Quadro A.4 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor cimento no horizonte de longo prazo (2050)

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Aumento do uso de substitutos de clínquer (escória, pozolana, cinzas volantes, fíler calcário, entre outros)	Alto	Redução de CO ₂	Qualidade: disponibilidade de substitutos regionais; normatização para novos cimentos e maiores teores de adições; performances diferenciadas; Cultural: aceitação cultural e falta de estímulo a compras públicas de baixo carbono; Financeiro: necessidade de CAPEX/OPEX para fornos de calcinação de argilas; Disponibilidade: P&D para novas adições; P&D para aumento de performance em cimentos de baixo conteúdo de clínquer; escassez futura de escórias e cinzas volantes.	Médio-alto/incipiente
Captura e armazenamento ou uso de carbono (CCUS)	Alto	Remoção de CO ₂	Financeiro: custos elevados; necessidade de subsídios pelo poder público, a exemplo da União Europeia e dos Estados Unidos; Maturidade: baixa maturidade tecnológica-econômica e falta de escala; Infraestrutura: necessidade de infraestrutura específica (transporte e armazenamento de CO₂).	Muito alto/incipiente
Remoções biogênicas e soluções baseadas na natureza (SbN)	Alto	Remoção de CO ₂	Disponibilidade de área; Financeiro: custo do carbono estocado; Maturidade: credibilidade e reconhecimento da tecnologia; competição com outros setores.	Médio/difundido

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Ampliação do uso de combustíveis alternativos (biomassas) em substituição a combustíveis fósseis não renováveis	Médio-alto	Redução de CO ₂	Infraestrutura: logística para fornecimento de biomassa; dificuldade de fornecimento contínuo e volume necessário; disponibilidade regional; Qualidade: menor poder calorífico e umidade; Disponibilidade: competitividade de acesso a biomassas por outros setores.	Médio/Difundido
Ampliação do uso de combustíveis alternativos (resíduos) em substituição a combustíveis fósseis não renováveis	Médio	Redução de CO ₂	Infraestrutura: logística para fornecimento de resíduos; dificuldade de fornecimento contínuo e volume necessário; disponibilidade regional; Qualidade: menor poder calorífico; Financeiro: custo não competitivo diante do coque de petróleo (principal combustível utilizado); custo não competitivo diante de outras tecnologias de destinação de resíduos menos nobres (como aterros); necessidade de investimentos em CAPEX e <i>by-pass</i> para aumento das taxas de coprocessamento; necessidade de investimentos na gestão de resíduos pelo poder público.	Médio/difundido
Aumento do uso de energias elétricas alternativas (cogeração; solar; eólica)	Médio-baixo	Redução de CO ₂ (escopo 2)	Financeiro: viabilidade econômica; Infraestrutura: integração tecnológica em fornos de cimento existentes.	Médio/difundido

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

A.3 Alumínio

Quadro A.5 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor alumínio no horizonte do Plano Clima (2030-2035)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Caldeiras com uso de biomassa	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade e financeiro: maturidade tecnológica e custo elevado; Disponibilidade: depende de biomassa disponível na região.	Alto/amplamente difundido
Biogás/ biometano nos calcinadores	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade e financeiro: maturidade tecnológica conhecida, porém, com poucos usos em larga escala; custo elevado; Disponibilidade: depende de aterro ou de biomassa disponíveis.	Alto ¹ /difundido
Recompressão mecânica de vapor	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade e financeiro: maturidade tecnológica baixa e custo elevado.	Alto/incipiente
Calcinadores elétricos	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade e financeiro: maturidade tecnológica baixa e custo elevado.	Alto/incipiente
Parcerias/ Contrato de Compra de Energia Renovável - PPAs para fornecimento e uso de energia solar e eólica	Alto ²	Redução de emissão de GEE	Financeiro: alto custo de investimento para implantação dos parques eólicos e solares; Disponibilidade e infraestrutura: intermitência das fontes renováveis (necessidade de sistemas de armazenamento ou complementação com outras fontes), disponibilidade de áreas para instalação dos parques e conexão à rede de transmissão.	Alto ³ /amplamente difundido

¹ Nível de esforço depende de disponibilidade de aterro ou de biomassa. A grande demanda pelo gás é um problema (que provavelmente os aterros dificilmente suprirão).

² A substituição da energia da rede por fontes renováveis como solar e eólica tem alto potencial de mitigação, dependendo da proporção da energia fornecida por essas fontes.

³ A tecnologia é amplamente difundida. No entanto, o esforço se torna alto devido aos custos elevados de investimento e à necessidade de planejamento e licenciamento complexos.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Quadro A.6 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor alumínio no horizonte de longo prazo (2050)

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Calcinador a biogás/eletricidade/H ₂	Alto ¹	Redução de emissão de GEE	Maturidade: desafios tecnológicos na adaptação dos calcinadores para uso de biogás/H₂; Disponibilidade, infraestrutura e financeiro: disponibilidade e custo de biogás e, principalmente, hidrogênio de baixa emissão de carbono em larga escala; infraestrutura de transporte e armazenamento de H₂; segurança no manuseio do H₂.	Alto/incipiente ²
Captura, estocagem, tratamento e uso dos gases emitidos no processo da eletrólise	Alto	Redução de emissão de GEE e captura de GEE	Maturidade e financeiro: maturidade tecnológica, alto custo (captação, tratamento e possível transformação); Regulatório: desafios regulatórios.	Alto/incipiente
Novas formas de compensação ou redução do impacto de supressão	Alto	Redução das emissões causadas pela supressão ou soluções para remoção de carbono (captura de carbono)	Maturidade tecnológica	Alto/difundido
Uso intensivo e exclusivo da biomassa nas caldeiras, melhorando a qualidade e realizando a substituição em 100% do uso do GLP	Alto	Redução de emissão de CO ₂	Maturidade tecnológica, principalmente no componente reciclagem de aluminas secundárias; Financeiro, com investimentos na gestão do processo de biomassa e regulatório.	Médio/incipiente

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Recompressão mecânica de vapor/bomba de calor	Alto ³	Redução de emissão de GEE devido à eficiência energética, com possível substituição de fonte energética. Redução do consumo de vapor e, consequentemente, de combustíveis para geração de vapor.	Maturidade e financeiro: desafios tecnológicos na aplicação em larga escala na indústria de alumina (temperaturas elevadas); altos custos de investimento; Disponibilidade: alta demanda por energia elétrica renovável; Infraestrutura: integração com os processos existentes.	Alto/incipiente ⁴

¹ A substituição gradual de combustíveis fósseis por biogás, eletricidade renovável ou hidrogênio de baixa emissão de carbono tem alto potencial de mitigação; porém, o uso ainda é incipiente no país.

² Principalmente devido à necessidade de desenvolvimento tecnológico, infraestrutura e redução de custos de hidrogênio de baixa emissão de carbono.

³ Aumento da eficiência energética e possível substituição gradual de combustíveis fósseis por eletricidade renovável.

⁴ Devido à necessidade de desenvolvimento tecnológico específico para a indústria de alumina e altos investimentos.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

A.4 Papel e celulose

Quadro A.7 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor papel e celulose no horizonte do Plano Clima (2030-2035)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Expansão de áreas com florestas plantadas e nativas, aumentando as remoções	Alto	Remoção de CO ₂	Disponibilidade: áreas disponíveis para uso; Financeiro: concorrência por áreas com culturas mais atrativas.	Médio/amplamente difundido
Substituição gradual de combustíveis fósseis por biomassa em caldeiras e fornos	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade tecnológica e financeiro	Médio/incipiente

(Continuação)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Sistemas de cogeração para produção de energia renovável, reduzindo o consumo do GRID	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade tecnológica e financeiro	Médio/amplamente difundido ¹
Reaproveitamento de resíduos de valor agrônômico	Médio	Redução de emissão de GEE	Regulatório, maturidade tecnológica e financeiro	Alto/incipiente
Redução de emissão nos transportes	Médio	Redução de emissão de GEE	Maturidade tecnológica e financeiro	Alto/incipiente

¹ Amplamente difundido em plantas novas, mas pouco difundido em plantas mais antigas.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Quadro A.8 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor papel e celulose no horizonte de longo prazo (2050)

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Uso de combustíveis alternativos de fontes renováveis (hidrogênio, entre outros)	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade tecnológica, financeiro e regulatório: especificamente a produção de hidrogênio tem evoluído, apoiada no arcabouço regulatório que tem sido desenvolvido, em parcerias público-privadas e cooperação internacional, o que futuramente auxiliará na viabilidade econômica.	Alto/Incipiente
Redução de emissão nos transportes	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade tecnológica e financeiro	Alto/Incipiente

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

A.5 Químico

Quadro A.9 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor químico no horizonte do Plano Clima (2030-2035)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Eletrificação de equipamentos: substituição do uso de combustíveis fósseis por energia elétrica em equipamentos, como caldeiras	Alto	Redução de emissão de GEE	Financeiro: custos elevados da energia elétrica no Brasil podem impactar a viabilidade de eletrificação dos equipamentos.	Baixo/ amplamente difundido
Uso do gás natural (especialmente etano C2) para ampliações de plantas existentes (Duque de Caxias-RJ)	Alto	Redução de emissão de GEE ¹	Disponibilidade e financeiro: baixa disponibilidade geográfica e alto custo do gás no Brasil. São necessários o aumento da disponibilidade e a construção de equipamentos logísticos para que o gás chegue até a indústria, o que exigiria grandes investimentos públicos.	Baixo/difundido
Substituição de gás natural por biometano	Alto	Redução de emissão de GEE	Disponibilidade e financeiro: baixa disponibilidade de biometano e alto custo.	Médio/difundido
Reaproveitamento do vapor gerado nos processos em substituição ao uso de energia elétrica e combustíveis fósseis	Alto	Redução de emissão de GEE em alguns processos	Maturidade: necessidade de maiores investimentos tecnológicos e disponibilidade de vapor nos processos em que possa ser reaproveitado.	Baixo/ amplamente difundido
Eficiência energética e fontes de energias renováveis e de baixo carbono	Alto	Redução de emissão de GEE	Financeiro e cultural	Médio/ amplamente difundido
Circularidade de materiais e química renovável	Médio	Redução de emissão de GEE	Financeiro e cultural	Médio/ amplamente difundido
Biocombustíveis	Médio	Redução de emissão de GEE	Financeiro e cultural	Médio/ amplamente difundido

¹ A ampliação do gás na matriz de matérias-primas da petroquímica reduzirá, em termos proporcionais, o peso da nafta (mais emissora) pelo gás natural enquanto insumo nos processos químicos.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Quadro A.10 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor químico no horizonte de longo prazo (2050)

Tendências 2050	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Uso de insumos renováveis (biomassa, etanol, óleos graxos, lignina, proteínas animais, dentre outros)	Alto	Redução de emissão de GEE	Disponibilidade e financeiro: disponibilidade e custo da biomassa; Infraestrutura: desafios logísticos na obtenção e transporte até as plantas de biomassa.	Alto/difundido
Tecnologias de captura, armazenamento e uso de carbono (CCUS)	Alto	Redução de emissão de GEE e captura do CO ₂ emitido pelas plantas para uso enquanto insumo industrial ou para armazenamento em estruturas geológicas	Maturidade e financeiro: desafios tecnológicos, que fazem com que o custo da tecnologia ainda seja inviável em grande escala.	Alto/incipiente
Implementação de novas tecnologias de processo (biotecnologia, gaseificação, pirólise, hidrogenação)	Alto	Redução de emissão de GEE	Maturidade: desafios tecnológicos no desenvolvimento das novas tecnologias, em especial no seu escalonamento para uso em escala industrial.	Alto/incipiente
Produção de olefinas via metanol (MTO)	Médio	Redução de emissão de GEE	Maturidade e financeiro: maturidade tecnológica e cultural ainda incipiente, dificultando a viabilidade financeira.	Alto/incipiente

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

A.6 Vidro

Quadro A.11 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor vidro no horizonte do Plano Clima (2030-2035)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Utilização de materiais não carbonatados, como a soda cáustica, em substituição à barrilha	Médio	Redução de emissões de CO ₂	Financeiro: a soda cáustica ou hidróxido de sódio passa por um momento de estagnação de investimentos no Brasil. A produção nacional supre metade do consumo local, exigindo importação do restante.	Médio-alto/incipiente
Recuperação de calor e produção de energia elétrica com módulo ORC (<i>Organic Rankine Cycle</i>) ¹	Baixo	Redução de emissões de GEE	Financeiro: retorno financeiro alcançado com o uso de módulos ORC.	Alto/incipiente
Técnicas de fusão e design do forno	Baixo	Redução de emissões de GEE	Financeiro: a viabilidade depende principalmente dos custos de capital e de operação, associados à vida útil do forno ² .	Médio/difundido
Controle da combustão	Médio	Redução de emissões de CO ₂	Qualidade: queimadores de baixa emissão de NOx promovem economia de energia ao reduzir o ar de combustão, diminuindo perdas nos gases residuais. Sistemas de controle automático da vazão de gás e ar de combustão, baseados em cromatografia (PCI e controle estequiométrico), também aumentam a eficiência energética. Contudo, é essencial maior rigor nas especificações e tolerâncias da composição do gás fornecido pelas concessionárias para garantir resultados mais eficazes na combustão.	Médio/difundido
Oxi-combustão	Alto	Redução de emissões de CO ₂ , NOx e vapor	Infraestrutura: a infraestrutura nas plantas industriais ainda é limitada. Financeiro: alto custo do oxigênio.	Alto/incipiente

(Continuação)

Alavancas 2030-2035	Potencial de mitigação	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Pré-aquecedores de caco e da composição	Média	Redução de emissões de CO ₂ , NOx e material particulado	Financeiro: essa técnica é amplamente usada em fornos convencionais, mas está em desenvolvimento para fornos de oxi-combustão, cuja principal limitação no Brasil é o alto custo do oxigênio.	Alto/difundido ³

¹ Por meio desta tecnologia, os gases provenientes da combustão são resfriados, no sistema de troca de calor, e podem aquecer a água para processo ou para uso interno da planta, pré-aquecer o caco, gerar vapor de baixa pressão ou, ainda, por meio do resfriamento do óleo diatérmico, gerar vapor para o módulo ORC, produzindo eletricidade ou cogeração.

² Um importante aspecto associado ao custo operacional é o custo da energia, sendo que normalmente é escolhido o design que apresenta o modelo mais eficiente em termos de energia. Basicamente, esta técnica só pode ser implementada no final da vida útil do forno, quando ele precisa ser reconstruído e se aplicam assim as técnicas mais modernas e disponíveis do momento.

³ Os principais exemplos de pré-aquecedores de caco e composição já estão em uso na indústria do vidro, sendo, portanto, técnicas consolidadas. No entanto, importantes avanços estão em desenvolvimento, especialmente para a aplicação de pré-aquecedores em fornos de oxi-combustão.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Quadro A.12 – Análise das tendências de mitigação para o subsetor vidro no horizonte de longo prazo (2050)

Tendências 2050	Potencial de mitigação de emissões	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Transformação do CO ₂ em metanol a partir de CCUS	Alto	Redução de emissões de CO ₂ e remoção de CO ₂ ¹	Disponibilidade e infraestrutura: demanda ainda esforços importantes de pesquisa e desenvolvimento para poder ser uma realidade na indústria vidreira nacional.	Alto/incipiente
Transformação do CO ₂ em metano	Alto	Redução de emissões de CO ₂	Maturidade: o uso de um catalisador composto por determinados tipos de material pode acelerar a transformação do CO ₂ em CH ₄ utilizando-se energia luminosa. Este avanço científico abre caminho para possíveis aplicações industriais. No entanto, a maturidade tecnológica ainda é baixa.	Alto/incipiente

Tendências 2050	Potencial de mitigação de emissões	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Barrilha de origem vegetal	Alto	Redução de emissões de CO ₂	Disponibilidade e financeiro: o Brasil importa cerca de 1,4 milhão de toneladas por ano, com um custo de US\$ 320 milhões, pois não há produção local. Desenvolver a produção de barrilha vegetal em escala industrial, como a partir de algas, poderia reduzir a importação.	Alto/incipiente
Técnicas de fusão e design do forno	Baixo	Redução de emissões de GEE	Financeiro: viabilidade depende dos custos de capital e de operação, associados à vida útil do forno.	Médio/difundido
Elettrificação dos fornos	Médio	Redução de emissões de GEE	Maturidade: desde eletrodos e transformadores de potência até sistemas avançados de controle e automação, a eletrificação requer uma abordagem técnica especializada para garantir que os fornos possam operar de forma eficaz e sustentável.	Médio/amplamente difundido
Hidrogênio de baixa emissão de carbono	Alto	Redução de emissões de GEE	Maturidade tecnológica, financeiro e regulatório: a tecnologia baseada em hidrogênio apresenta CAPEX e OPEX elevados, além de demandar investimentos significativos em infraestrutura para produção, armazenamento, distribuição e abastecimento. A produção de hidrogênio tem avançado com apoio regulatório, parcerias público-privadas e cooperação internacional, mas ainda é considerada uma solução de longo prazo, altamente dependente de incentivos públicos.	Alto/incipiente

(Continuação)

Tendências 2050	Potencial de mitigação de emissões	Mecanismo climático associado	Principais desafios	Nível de esforço para implementação
Biometano	Alto	Redução de emissões de GEE	Disponibilidade e regulatório: necessário suporte regulatório para incentivar o aumento da produção de combustíveis, como o etanol, biodiesel e outros, para que se possa suprir a demanda da indústria; Infraestrutura: infraestrutura de escoamento demandará soluções alternativas à injeção na rede ou ao transporte pelo modal rodoviário; Regulatório: necessário solucionar lacunas regulatórias nas agências reguladoras estaduais e as incertezas tributárias, de modo a acelerar as decisões de investimentos.	Alto/incipiente

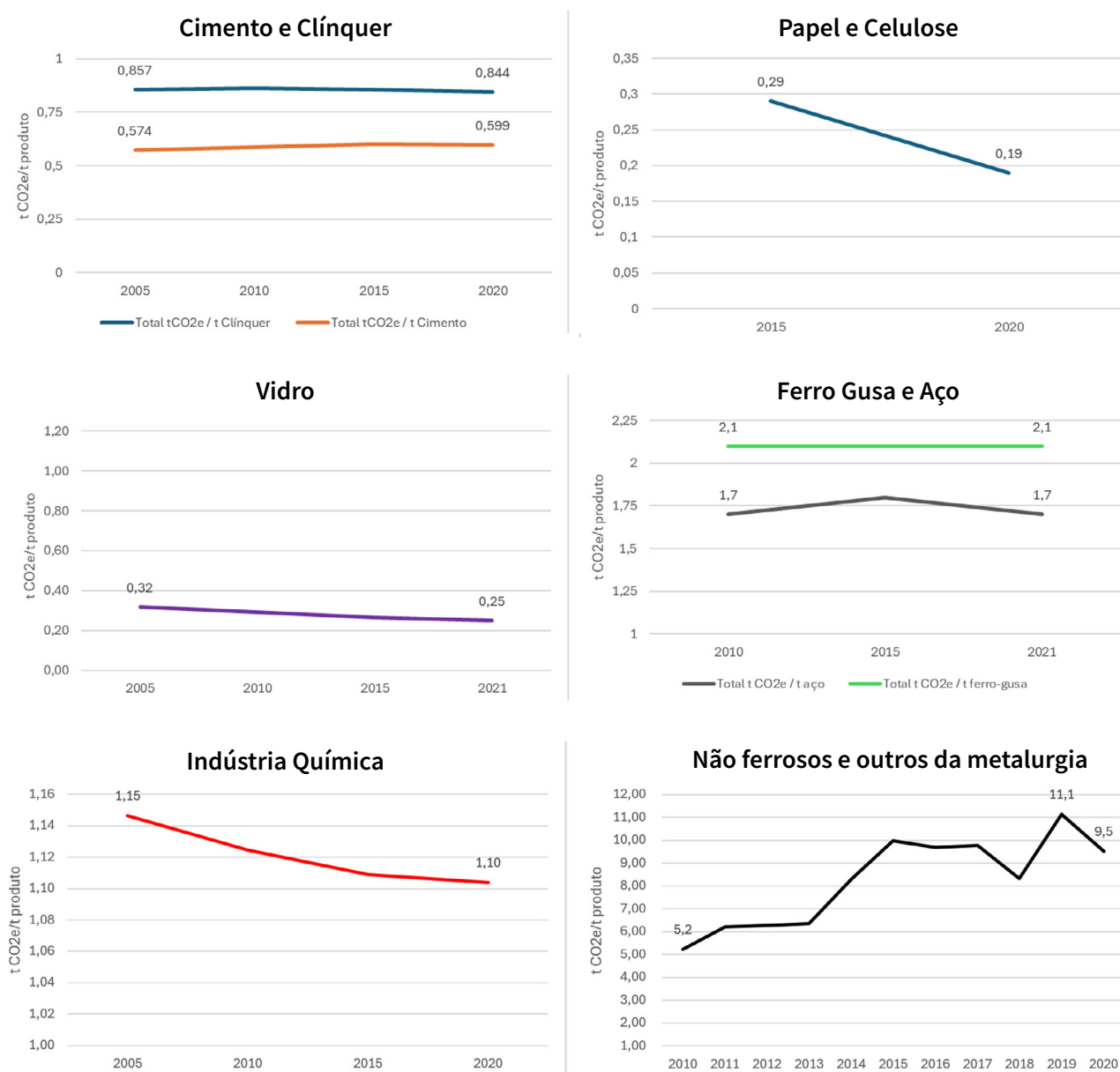
¹ Equivale à remoção temporária, visto que o metanol pode ser utilizado como combustível ou como aditivo para gasolina, ou como solvente e matéria-prima de outros produtos industriais. Seria necessário uso de mecanismos de captura e armazenamento.

Fonte: elaboração própria (MMA, 2025).

Anexo B – Desafios e oportunidades das alavancas e tendências dos subsetores

Ao analisar as emissões históricas por subsetor industrial brasileiro, observa-se uma redução contínua na intensidade de carbono ($\text{tCO}_2\text{e/t produto}$) na maioria dos subsetores (Figura B.1).

Figura B.1 – Emissões tCO_2e por tonelada de produto, por subsetor industrial



O setor de não ferrosos e outros da metalurgia inclui alumínio, magnésio, níquel, chumbo, cobre, estanho, silício metálico e zinco.

Fonte: elaboração própria, com base em dados da CNI e SIRENE/MCTI (2024).

Cada vez mais, os subsetores industriais têm se empenhado em mitigar as emissões de GEE. A produção de vidro, por exemplo, não representa mais do que 0,02% das emissões nacionais totais, conforme observado no capítulo 1 deste documento. A análise da intensidade de carbono mostra uma tendência de declínio, com 0,32tCO₂e/tonelada de vidro no ano de 2005 para 0,25 tCO₂e/tonelada de vidro em 2021. Portanto, o setor tem conseguido aumentar sua eficiência energética e reduzir as emissões por unidade de produto.

Embora eficiente em seus processos, a indústria do vidro encontra desafios relacionados à logística reversa, como a distância entre os pontos de consumo e as empresas de reciclagem (incluindo *hubs* e cooperativas), o que encarece o transporte. Esses obstáculos são agravados pelos baixos índices de coleta seletiva no Brasil e pela fragilidade do engajamento da cadeia de consumo. Além disso, a indústria lida com a dificuldade de equilibrar investimentos de longo prazo com a estrutura de custos atual, enquanto busca manter a competitividade diante de produtos importados. Contudo, apesar de ainda serem incipientes e economicamente inviáveis no país, alternativas como o biogás/biometano e o hidrogênio de baixa emissão de carbono como fontes energéticas complementares têm sido exploradas, além da substituição de componentes tradicionais, como a barrilha, por materiais de origem vegetal para o longo prazo. Para avançar, é essencial que a legislação sobre tributação e incentivos fiscais seja revisada, assim como o avanço em P&DI, com o intuito de acelerar a produção doméstica e evitar a perda de competitividade para o mercado internacional.

Entre os metais não ferrosos, a indústria de alumínio tem se destacado pela adoção de diversas medidas para a redução de emissões diretas e indiretas, mesmo considerando que a intensidade carbônica do alumínio brasileiro é aproximadamente três vezes inferior à média mundial. Estima-se que as emissões do berço ao portão (*cradle-to-gate*) – que abrangem desde a extração da bauxita até a fabricação do alumínio – fiquem entre 2,75 e 3,5 tCO₂e/t, enquanto a média mundial varia de 9,7 a 11,7 tCO₂e/t (Exame, 2022). Dentre as medidas que têm auxiliado na descarbonização, destacam-se: geração própria de energia por fontes renováveis; maximização do uso da sucata do processo industrial e pós-consumo; substituição gradual de combustíveis fósseis carbono-intensivos por biomassa, ou idealmente por fontes renováveis; adoção de medidas de eficiência nas plantas atuais, como a recuperação de calor e vapor; modernização dos fornos; melhorias logísticas em áreas remotas; promoção da circularidade e ampliação contínua da parcela reciclada do produto nacional. Um fator de destaque são os índices de reciclagem de alumínio no Brasil: 57,3% do consumo de produtos de alumínio em 2023 foram provenientes da reciclagem. Entretanto, a reciclagem enfrenta desafios como a informalidade nas atividades e a disponibilidade limitada de linhas de financiamento para a modernização de processos, a obtenção de escala, a importação de equipamentos e para investimentos em tecnologia e inovação.

Já a indústria química brasileira representou a terceira maior emissão do setor industrial. No entanto, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Química (ABQUIM, 2023), as emissões do setor teriam recuado 33% entre 2000 e 2021. Esse desempenho está associado à matriz elétrica mais limpa do país, ao uso de matérias-primas renováveis e aos esforços de descarbonização das empresas. Entre as principais iniciativas estão a eletrificação de equipamentos, o aproveitamento de subprodutos, avanços em eficiência energética e a adoção de fontes de energia renováveis e de baixo carbono. Como resultado, o Brasil apresenta uma intensidade de emissões no setor químico inferior à da Europa e de outras regiões do mundo. O gráfico da intensidade de emissões apresenta uma queda sutil, o que reflete os esforços de descarbonização apontados anteriormente.

Apesar disso, o setor ainda enfrenta desafios. Entre os principais gargalos estão processos como a produção de amônia, etileno e metanol. A substituição de matérias-primas mais emissoras,

como a nafta petroquímica, por alternativas como biomassa (alcoolquímica e oleoquímica) tem demonstrado potencial para aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões de CO₂. Entre outras medidas de cunho regulatório, é essencial que o governo brasileiro implemente políticas que assegurem um ambiente justo para a concorrência. Já com uma visão de longo prazo, a adoção de matérias-primas oriundas da reciclagem química e o uso de hidrogênio de baixa emissão de carbono podem reduzir significativamente a pegada de carbono do setor. Esse impacto é ainda maior quando combinado com tecnologias de CCUS. No entanto, desafios técnicos e econômicos ainda precisam ser endereçados, exigindo investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento.

Como destacado nos capítulos anteriores, a indústria siderúrgica e a produção de cimento figuram entre os maiores emissores do setor industrial. Embora a redução na intensidade de emissões desses subsectores não tenha sido tão expressiva quanto em outros, ela permanece abaixo da média internacional, principalmente considerando as expectativas de crescimento da produção. O setor siderúrgico, por exemplo, tem demonstrado um compromisso crescente, prospectando ações de curto, médio e longo prazos. Entre as iniciativas estão a otimização da infraestrutura produtiva já existente, o aumento do uso de sucata, a ampliação do uso de biomassa, além de investimentos em tecnologias limpas, como o hidrogênio de baixa emissão de carbono e tecnologias de CCS. Paralelamente, o setor tem intensificado esforços para otimizar seus processos produtivos, visando à redução da intensidade de carbono. Os dados relativos ao ferro-gusa e ao aço mostram a evolução da intensidade de emissões, representada pelas emissões específicas de CO₂ por tonelada de produto ao longo dos anos. Observa-se uma estabilização na intensidade de emissões do ferro-gusa e uma redução na do aço. Esses resultados refletem avanços na eficiência dos processos produtivos e os esforços em adotar novas tecnologias voltadas à redução de GEE.

No entanto, alguns desafios persistem, como a baixa oferta de sucata no mercado interno, a dificuldade de importação do insumo em virtude da adoção de medidas de restrição à exportação da matéria-prima em mercados internacionais e a oferta insuficiente de carvão vegetal dentro de um raio econômico, juntamente com os altos custos do transporte interestadual desse insumo. Além disso, esperam-se avanços no arcabouço jurídico e regulatório para o uso de tecnologias como CCUS e hidrogênio de baixa emissão de carbono, além de incentivos para a implementação de tecnologias disruptivas.

Por sua vez, a produção de cimento no Brasil tem adotado as melhores práticas disponíveis internacionalmente, como medidas de eficiência energética, crescente utilização de combustíveis alternativos (queima de biomassa e de resíduos) e a busca pela ampliação do uso de adições e substitutos de clínquer (escórias siderúrgicas, cinzas de termoelétricas, pó de calcário e argilas calcinadas). A análise gráfica evidencia que, entre 2005 e 2020, a intensidade de emissões se manteve praticamente constante. Isso aponta para o fato de que o acréscimo no valor total das emissões está relacionado a uma maior produção do cimento ao longo desses anos. É importante ressaltar que, desde a década de 1990, o setor no Brasil se dedica a manter-se entre os países com as menores intensidades carbônicas do mundo, o que tem exigido esforços contínuos e significativos investimentos.

A indústria do cimento enfrenta uma série de desafios técnicos, regulatórios, normativos ou de financiamento. Entre os principais obstáculos que precisam ser endereçados, estão a limitada disponibilidade de argilas para calcinação; restrições técnicas e normativas para adição de filler calcário e outros materiais; e altos custos logísticos de biomassas e competição com outras aplicações, como siderurgia e caldeiras. Além disso, é fundamental que a estratégia nacional inclua a promoção de incentivos que assegurem a viabilidade econômico-financeira do setor. Isso pode

envolver medidas como a implementação de incentivos para fornos de calcinação, o fomento ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras e a criação de estímulos específicos para compras públicas que priorizem materiais com alto teor de adições.

Ao contrário de outros subsetores industriais considerados de difícil abatimento de emissões de GEE (em inglês, *hard-to-abate*), a indústria de papel e celulose é uma importante produtora de biomassa e pilar na construção da bioeconomia: 87% da energia consumida pelo setor é proveniente de fontes renováveis, como licor preto, biomassa e cavaco. Inclusive, algumas empresas já são autossuficientes em energia e exportam o excedente para a rede de distribuição. Além disso, é importante ressaltar o significativo sequestro e armazenamento de carbono proporcionado por esse setor, além das emissões evitadas e da circularidade da cadeia. Entre 2015 e 2021, a intensidade de carbono do setor caiu de forma acentuada, mesmo com o aumento da produção, indicando que as emissões não cresceram na mesma proporção (Figura B.1). A utilização de florestas plantadas, o uso crescente de fontes renováveis e a otimização dos processos têm sido cruciais para reduzir as emissões. No entanto, a gestão de resíduos e efluentes é um desafio constante, juntamente com a modernização da infraestrutura para otimização da recuperação de energia dos processos industriais, além de desafios de cunho tecnológico e custo, exigindo atenção na estratégia de mitigação para os próximos anos.





PLANO CLIMA

Mitigação

Apoio:



Initiative for
Climate Action
Transparency



On behalf of:



of the Federal Republic of Germany



Realização:

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO,
INDÚSTRIA, COMÉRCIO
E SERVIÇOS

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

