

# TRAJETÓRIA DE EMISSÕES DE GEE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

2026

**FIESP**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

Trajetória de emissões de GEE da indústria brasileira / Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), Confederação Nacional da Indústria (CNI). – 1. ed. – São Paulo : FIESP, 2025.

372 p. ; PDF.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-5786-023-6

1. Indústria brasileira 2. Gases de efeito estufa (GEE) 3. Descarbonização industrial 4. Economia ambiental 5. Reindustrialização verde 6. Política climática I. Confederação Nacional da Indústria. II. Título.

CDD: 338.476691

Índice para catálogo sistemático:

1. Indústria brasileira – Sustentabilidade e emissões – 338.476691

Bibliotecário responsável: Luiz Valter Vasconcelos Júnior CRB-8 84460

# **TRAJETÓRIA DE EMISSÕES DE GEE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA**

---

2026



**FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP)**  
**DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE**

**Paulo Skaf**

Presidente

**Fabio Brasileiro**

Diretor Titular Departamento de Meio Ambiente

**Antônio Carlos Costa Batista**

Superintendente – Departamento de Meio Ambiente

**Anicia Aparecida Baptistello Pio**

Gerente do Departamento de Meio Ambiente

**Marco Antônio Ramos Caminha**

Consultor do Departamento de Meio Ambiente

**Sueli Moroni da Silva Machado**

Especialista de Meio Ambiente do Departamento de Meio Ambiente

**Eos Consultoria em Sustentabilidade e Estratégia Ambiental S/S Ltda.**

**Equipe técnica:**

**Coordenação:**

William Wills, D.Sc.

**Elaboração:**

Renzo Solari, M.Sc.

Carolina Grangeia, M.Sc.

Isadora Mendes, M.Sc.

Isabelle Westin, Eng.

Thais Westin (estagiária)

**Agradecimentos:** Associação Brasileira do Alumínio (**ABAL**), Indústria Brasileira de Árvores (**IBÁ**), Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (**SNIC**), Associação Brasileira das Indústrias do Vidro (**ABIVIDRO**), Associação Brasileira da Indústria Química (**ABIQUM**), Instituto Aço Brasil (**Aço Brasil**)



## SUMÁRIO

|    |                                                                                                      |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | INTRODUÇÃO .....                                                                                     | 7  |
| 2. | METODOLOGIA .....                                                                                    | 10 |
| 3. | RESULTADOS DO EXERCÍCIO PROSPECTIVO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA:<br>TRAJETÓRIAS DE EMISSÕES DE GEE ..... | 14 |
| 4. | CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS .....                                                           | 21 |
| 5. | REFERÊNCIAS .....                                                                                    | 24 |

# 1

## INTRODUÇÃO

A indústria brasileira desempenha um papel central na economia nacional, não apenas como motor do crescimento e da inovação, mas também como importante fonte de empregos de qualidade e de arrecadação tributária. Os empregos industriais, em média, apresentam remuneração superior à média nacional e envolvem atividades com maior intensidade tecnológica, gerando efeitos multiplicadores relevantes ao longo das cadeias produtivas. Além disso, a indústria contribui significativamente para a arrecadação de impostos, sendo responsável por uma parcela expressiva da receita tributária de estados e da União, ainda, possui uma elevada carga tributária que recai sobre o setor, quando comparado à realidade de outros países em desenvolvimento.

Apesar de sua relevância, o Brasil enfrenta, há décadas, um processo contínuo de desindustrialização. Esse movimento compromete o dinamismo econômico de longo prazo, a soberania tecnológica e até a segurança alimentar do país, em razão da acentuada dependência de fertilizantes e outros insumos importados. Além disso, enfraquece a capacidade nacional de geração de empregos qualificados e de inovação. Diante desse cenário, torna-se urgente construir uma agenda que assegure a competitividade da indústria brasileira, ao mesmo tempo em que alinhe o país às exigências crescentes dos mercados internacionais e aos compromissos climáticos assumidos no âmbito do Acordo de Paris.

Uma oportunidade estratégica reside justamente na chamada reindustrialização verde: a incorporação de tecnologias de baixo carbono nos processos industriais, capazes de posicionar o Brasil como um fornecedor competitivo de bens e serviços sustentáveis, tanto para o mercado doméstico quanto para o mercado global. Para isso, é necessário garantir condições regulatórias, financeiras e tecnológicas que permitam à indústria brasileira adotar tais tecnologias sem comprometer sua viabilidade econômica nem sua competitividade internacional.

Em 2024, o Brasil apresentou, durante a Conferência do Clima da ONU realizada em Baku, sua segunda Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC). Essa nova NDC

reafirma o compromisso do país com a neutralidade climática até 2050 e estabelece metas intermediárias ambiciosas para 2025 (1,3 Gt CO<sub>2</sub>e), 2030 (1,2 Gt CO<sub>2</sub>e) e 2035 (De 0,85 a 1,05 Gt CO<sub>2</sub>e).

Pela primeira vez, essas metas nacionais foram posteriormente traduzidas em uma proposta de alocação de orçamentos de carbono entre os principais setores da economia brasileira — um avanço significativo do Plano Clima Mitigação, coordenado pelo Governo Federal.

O presente estudo, desenvolvido para a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), teve como objetivo principal calcular trajetórias de emissões da indústria brasileira até 2050, de modo a subsidiar a construção do posicionamento do setor frente às metas setoriais propostas pelo governo federal. O foco do estudo esteve nos setores industriais intensivos em energia e em emissões de gases de efeito estufa, contabilizando as emissões de processos industriais, as emissões provenientes da utilização de energia pela indústria, e dos efluentes industriais, em linha com a alocação proposta pelo Plano Clima.

A primeira etapa do projeto consistiu na realização de reuniões com representantes da FIESP, da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e de seis associações setoriais representando os segmentos de Siderurgia, Cimento, Química, Papel e Celulose, Vidro e Alumínio. Nessas reuniões, foram discutidos os objetivos do exercício e definidas as bases metodológicas do trabalho.

Posteriormente, foram conduzidas reuniões bilaterais com cada uma das associações setoriais, a fim de detalhar as condições de contorno do estudo, e permitir a construção de dois cenários prospectivos:

- Um cenário tendencial, que projeta a evolução das emissões considerando a continuidade dos padrões atuais de crescimento econômico, com ganhos marginais de eficiência energética e redução da intensidade de carbono;
- Um cenário condicionado, que simula uma trajetória mais ambiciosa de descarbonização, alinhada aos compromissos internacionais assumidos por grandes empresas desses setores, desde que acompanhada de políticas públicas robustas, como acesso a financiamento para tecnologias de baixo carbono, instrumentos econômicos e modernização da regulação ambiental e industrial.

Os resultados obtidos demonstram que, até 2035, seria tecnicamente viável para o setor industrial cumprir o orçamento de carbono proposto pelo Plano Clima Mitigação, desde que as condições previstas no cenário condicionado sejam efetivamente implementadas. Contudo, após esse período, as metas tornam-se significativamente mais desafiadoras, exigindo a adoção de tecnologias que ainda se encontram em estágio inicial de desenvolvimento ou que não estão economicamente viáveis para o contexto brasileiro atual.

Essa dependência de tecnologias ainda incipientes gera incertezas relevantes quanto à possibilidade real de cumprimento da meta brasileira para 2050, sem que isso acarrete elevação desproporcional dos custos de produção ou perdas adicionais de competitividade frente a concorrentes internacionais.

Dessa forma, este relatório busca não apenas apresentar os resultados do exercício técnico realizado, mas também contribuir para o debate sobre a melhor forma de compatibilizar os compromissos climáticos do país com a necessária revitalização da indústria nacional, orientada por uma agenda de baixo carbono, inovação e competitividade global.

## 2

# METODOLOGIA

O presente estudo teve como objetivo principal calcular trajetórias de emissões para os segmentos industriais energointensivos, de forma a subsidiar o posicionamento da indústria frente à proposta de orçamento de carbono apresentada pelo governo federal no âmbito do Plano Clima Mitigação. Para garantir a legitimidade técnica e política do exercício, buscou-se desde o início construir uma abordagem metodológica transparente, pragmática e compatível com as particularidades de cada segmento setorial, mantendo, ao mesmo tempo, uma linguagem comum que permitisse a harmonização dos dados e análises entre diferentes setores industriais.

A metodologia foi estruturada em três etapas principais:

- Engajamento setorial e definição das premissas básicas
- Construção das trajetórias de atividade e de emissões setoriais (trajetórias elaboradas pelos setores)
- Agregação e análise das emissões para comparação com o orçamento de carbono proposto pelo governo

A primeira etapa envolveu uma série de reuniões com representantes da FIESP, da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e de seis associações setoriais de segmentos industriais energointensivos, representando os segmentos de Siderurgia, Cimento, Química, Papel e Celulose, Vidro e Alumínio. O objetivo foi discutir os desafios enfrentados por cada setor, definir objetivos específicos do exercício e acordar as condições de contorno para a construção dos cenários.

A segunda etapa consistiu na elaboração, junto a cada associação setorial, de duas trajetórias prospectivas de emissões:

- Um **cenário de referência (tendencial)**, pautado por uma trajetória de crescimento da atividade setorial com ganhos marginais de eficiência energética e de redução de emissões — aqueles que ocorreriam naturalmente como consequência da busca por competitividade e redução de custos, sem intervenção adicional do poder público;

- Um **cenário condicionado**, mais ambicioso, que assume a viabilização de um conjunto de pleitos estruturantes do setor — como acesso a financiamento para tecnologias de baixo carbono, modernização regulatória e instrumentos de mercado — e que reflete os compromissos voluntários assumidos por grandes players internacionais em cada segmento industrial.

A terceira etapa consistiu na agregação dos resultados por setor, permitindo a comparação da trajetória agregada com o orçamento de carbono proposto para a indústria pelo Plano Clima. Essa comparação fornece insumos estratégicos para avaliar a viabilidade técnica e política das metas propostas, bem como para identificar as condições necessárias para sua implementação realista.

A construção das trajetórias de emissões setoriais foi baseada em dois elementos fundamentais:

- A **trajetória de crescimento da atividade econômica de cada setor**, expressa em variáveis como produção física (toneladas de aço, cimento, papel, alumínio etc.) ou valor adicionado, com base em projeções internas das associações setoriais, séries históricas, e em alguns casos, nas projeções do Plano Nacional de Energia (PNE) e de outros estudos relevantes. Essas trajetórias foram desenvolvidas pelas próprias associações industriais participantes do estudo.
- A **trajetória de emissões específicas** (ou intensidade de emissões), expressa em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por unidade de produto, para cada ano entre 2025 e 2050. Essa variável reflete os níveis esperados de eficiência energética e tecnológica e foi construída de forma distinta nos dois cenários definidos. Essas trajetórias também foram desenvolvidas pelas próprias associações industriais participantes do estudo.

No **cenário tendencial**, as intensidades de emissão refletem melhorias incrementais, historicamente observadas ou esperadas como resultado de avanços operacionais e difusão de melhores práticas no setor. No **cenário condicionado**, a redução da intensidade de emissões é pautada por benchmarks internacionais — em especial os compromissos climáticos voluntários de grandes empresas globais de cada setor.

Optou-se por adotar esses benchmarks voluntários como referência metodológica central por dois motivos principais:

- (i) Buscou-se evitar a criação de metas brasileiras que poderiam carecer de legitimidade ou realismo técnico;
- (ii) considerou-se que os compromissos assumidos por empresas líderes globais sinalizam com mais clareza a direção futura das transformações tecnológicas e dos requisitos de mercado para os produtos industriais de baixo carbono.

Contudo, reconhecendo que nem todas as empresas nacionais terão as mesmas condições de adotar as tecnologias mais avançadas, aplicou-se uma **margem de segurança** aos benchmarks utilizados no cenário condicionado, elevando levemente as intensidades médias previstas, de forma a refletir a heterogeneidade do parque industrial brasileiro e seus diferentes níveis de maturidade tecnológica.

A escolha de setores energointensivos como foco do exercício deve-se à sua representatividade tanto em termos de emissões absolutas quanto de importância econômica e estratégica. Esses setores já se encontram organizados institucionalmente, com entidades setoriais ativas e com capacidade técnica para colaborar na construção de cenários realistas.

Entretanto, a indústria brasileira vai além desses seis segmentos. Para os setores industriais não representados por associações engajadas no presente estudo, optou-se por aplicar uma metodologia indireta. Foram utilizadas séries históricas de participação relativa desses setores nas emissões totais da indústria de transformação, com base em inventários nacionais e no BTR (Biannual Transparency Report, apresentado pelo Brasil à UNFCCC no final de 2024), de forma a projetar suas emissões futuras com base na tendência histórica de crescimento do setor industrial como um todo.

Essa abordagem, embora menos precisa do que a construção direta de cenários com os representantes dos segmentos restantes, permite manter uma estimativa abrangente e coerente com a evolução histórica e estrutural da indústria brasileira, e o mais importante, traz a agilidade necessária para que a indústria possa se posicionar ainda em tempo de influenciar a tomada de decisão no que diz respeito aos orçamentos de carbono que estão sendo discutidos no Plano Clima Mitigação.

Cabe destacar que este exercício não pretende prever o futuro, mas sim oferecer **trajetórias orientadoras** que permitam balizar decisões estratégicas do setor industrial frente às metas climáticas nacionais. As trajetórias construídas são sensíveis a uma série de fatores exógenos — como mudanças tecnológicas globais, políticas públicas nacionais, comportamento dos mercados internacionais e precificação de carbono — que não foram modelados em detalhe neste estudo, mas cuja influência foi qualitativamente considerada.

Além disso, optou-se por **não incorporar diretamente o preço do carbono ou o preço internacional de combustíveis fósseis** como variáveis dinâmicas nos cenários. Essa decisão buscou simplificar o exercício e focar nas trajetórias estruturais e tecnológicas dos setores, uma vez que, independentemente de flutuações conjunturais — como a guerra na Ucrânia ou eleições em países desenvolvidos —, as grandes empresas dos setores analisados já vêm se comprometendo voluntariamente com trajetórias de descarbonização robustas.

## 3

## RESULTADOS DO EXERCÍCIO PROSPECTIVO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA: TRAJETÓRIAS DE EMISSÕES DE GEE

Com base na metodologia acordada, foram desenvolvidas projeções de emissões de gases de efeito estufa para o período de 2005 a 2050. O exercício contemplou duas trajetórias para cada setor: um **cenário de referência**, que representa a continuidade dos padrões históricos com melhorias marginais de eficiência, e um **cenário condicionado**, que assume a implementação de políticas públicas e acesso a financiamento para tecnologias de baixo carbono, tomando como base compromissos voluntários de grandes players globais.

As projeções foram construídas a partir de premissas discutidas com os setores de **Cimento, Siderurgia, Química, Vidro, Papel e Celulose e Alumínio**, cobrindo a maior parte das emissões da indústria de transformação. Para os setores não diretamente representados no exercício, foi adotada uma abordagem de extrapolação com base na participação histórica desses segmentos nas emissões totais, assegurando coerência com o perfil estrutural da indústria nacional.

É importante destacar que o cenário condicionado reflete uma ambição realista, considerando uma margem de segurança sobre os benchmarks internacionais, tendo em vista a diversidade e o nível de maturidade tecnológica do parque industrial brasileiro. A agregação dos resultados permitiu observar tendências gerais e comparar as projeções com os orçamentos de carbono setoriais propostos pelo Plano Clima Mitigação.

A tabela a seguir apresenta as projeções de emissões setoriais (em MtCO<sub>2</sub>e) da indústria brasileira para o período de 2005 a 2050, segundo os dois cenários analisados, tendo como premissa a utilização de um cenário de crescimento de 3% a.a entre 2025 e 2050, para todos os segmentos industriais. Essa hipótese de crescimento está alinhada às premissas adotadas no Plano Clima, no programa Nova Indústria Brasil e no Plano de Transição Ecológica, os quais preveem um processo de reindustrialização verde do setor

nas próximas décadas. Os dados estão organizados por segmento industrial, com destaque para os anos de referência do Plano Clima (2025, 2030, 2035, 2040, 2045 e 2050), permitindo a visualização da evolução das emissões e das diferenças entre os cenários:

**Tabela 1 – Projeções de emissões de GEE da indústria brasileira por setor e cenário**

| Trajetórias de Emissão de GEE                          |              | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035       | 2040 | 2045 | 2050 |
|--------------------------------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|
| <b>Cimento</b>                                         | Referência   | 22   | 35   | 40   | 37   | 36   | 42   | <b>48</b>  | 53   | 58   | 65   |
|                                                        | Condicionado | 22   | 35   | 40   | 37   | 37   | 39   | <b>43</b>  | 47   | 51   | 55   |
| <b>Siderurgia</b>                                      | Referência   | 55   | 55   | 59   | 53   | 53   | 61   | <b>72</b>  | 72   | 76   | 72   |
|                                                        | Condicionado | 55   | 55   | 59   | 53   | 53   | 61   | <b>58</b>  | 55   | 58   | 55   |
| <b>Química</b>                                         | Referência   | 25   | 24   | 24   | 19   | 27   | 35   | <b>40</b>  | 48   | 56   | 64   |
|                                                        | Condicionado | 25   | 24   | 24   | 19   | 25   | 31   | <b>36</b>  | 43   | 50   | 57   |
| <b>Vidro</b>                                           | Referência   | 1,6  | 1,6  | 1,9  | 2,3  | 2,6  | 2,9  | <b>3,3</b> | 3,9  | 4,0  | 5,2  |
|                                                        | Condicionado | 1,6  | 1,6  | 1,9  | 2,3  | 2,5  | 2,7  | <b>3,2</b> | 3,6  | 4,4  | 4,4  |
| <b>Alumínio<sup>1</sup>, Papel e Celulose e Outros</b> | Referência   | 49   | 54   | 55   | 55   | 70   | 66   | <b>77</b>  | 83   | 93   | 101  |
|                                                        | Condicionado | 49   | 54   | 55   | 55   | 64   | 62   | <b>65</b>  | 69   | 75   | 80   |
| <b>TOTAL</b>                                           | Referência   | 153  | 169  | 179  | 166  | 188  | 207  | <b>240</b> | 260  | 287  | 307  |
|                                                        | Condicionado | 153  | 169  | 179  | 166  | 181  | 196  | <b>203</b> | 216  | 238  | 252  |

<sup>1</sup> Alumínio inclui alumínio primário e alumina

**Fonte:** Elaboração própria a partir de informações fornecidas pelos setores e tratamento metodológico realizado no projeto (março de 2025).

O ano de 2035 representa um marco fundamental para a política climática brasileira, pois corresponde ao principal horizonte de metas estabelecidas na segunda Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), apresentada em 2024 à UNFCCC. A nova NDC estabelece metas absolutas de emissões para a economia brasileira como um todo, e o Plano Clima Mitigação, pela primeira vez, uma proposta de desagregação setorial por meio de orçamentos de carbono indicativos.

Nesse contexto, o presente exercício teve como objetivo verificar a viabilidade técnica e econômica de trajetórias de emissões da indústria nacional compatíveis com esse novo referencial. Os resultados obtidos demonstram que **o cumprimento do orçamento de carbono proposto para a indústria em 2035 é tecnicamente viável, desde que se verifique o cenário condicionado**, isto é, um cenário em que os setores industriais tenham acesso a financiamento para tecnologias de baixo carbono, apoio regulatório e políticas públicas adequadas.

No **cenário de referência**, as emissões da indústria atingiriam **240 MtCO<sub>2</sub>e em 2035**, enquanto no **cenário condicionado**, esse total é reduzido para **203 MtCO<sub>2</sub>e** — uma diferença de **37 MtCO<sub>2</sub>e**, ou cerca de **15% de redução relativa**. Essa diferença é crucial para que o setor industrial possa cumprir sua parcela do orçamento nacional de carbono e contribuir para o alcance da NDC como um todo.

A seguir, destacam-se as tendências mais relevantes por setor:

- **Cimento:** As emissões em 2035 são de 48 MtCO<sub>2</sub>e no cenário de referência e 43 MtCO<sub>2</sub>e no condicionado. A diferença de 5 MtCO<sub>2</sub>e representa um esforço significativo, porém factível, considerando as metas voluntárias já anunciadas por empresas globais do setor e a substituição parcial do clínquer. No horizonte pós-2035, é importante ampliar o leque de soluções de mitigação, incorporando não apenas o CCUS, mas também **remoções biogênicas** e o uso sustentável de biomassa, como alternativas custo-efetivas e alinhadas às potencialidades nacionais.
- **Siderurgia:** É o setor com a maior diferença absoluta entre os dois cenários em 2035 — **72 MtCO<sub>2</sub>e no cenário de referência contra 58 MtCO<sub>2</sub>e no condicionado**. Essa redução de 14 MtCO<sub>2</sub>e depende fortemente da adoção de tecnologias alternativas à queima de carvão mineral, como o uso de carvão vegetal de base renovável, gás natural ou até mesmo rotas com hidrogênio verde.

- **Química:** Passa de 40 MtCO<sub>2</sub>e no cenário de referência para 36 MtCO<sub>2</sub>e no condicionado. Embora o setor seja altamente heterogêneo, a meta proposta no cenário condicionado parece atingível, especialmente com medidas de eficiência energética, uso de **biomassa e matérias primas renováveis**, a ampliação do uso do **gás natural como combustível de transição estratégico e matéria-prima essencial** para diversos processos produtivos, incluindo os líquidos de gás (etano e propano), em substituição a matérias-primas de origem fóssil, além da substituição gradual de insumos fósseis em etapas de menor complexidade. O gás natural desempenha papel crítico na competitividade e na descarbonização do setor, por oferecer uma alternativa de menor intensidade carbônica frente a outros combustíveis fósseis, garantindo segurança energética e viabilizando a implementação de tecnologias de baixo carbono, com consequente redução da intensidade de emissões do setor.
- **Vidro:** O setor de vidro apresenta redução moderada nas emissões até 2035 — cerca de 2,5 MtCO<sub>2</sub>e no cenário condicionado em relação ao cenário de referência —, mantendo coerência com o orçamento setorial proposto. Diferentemente de outros segmentos industriais, o potencial de substituição por biomassa ou cogeração é limitado, dada a natureza dos processos térmicos e a necessidade de altas temperaturas estáveis. As oportunidades de mitigação concentram-se em três frentes principais: **eletrificação gradual dos fornos, aumento das taxas de reciclagem (caco de vidro) e adoção futura de tecnologias de captura e armazenamento de carbono (CCS)**. Tais medidas podem reduzir significativamente a intensidade de emissões, desde que associadas à ampliação do acesso à energia elétrica renovável e à modernização dos equipamentos industriais.
- **Papel e Celulose:** O setor de papel e celulose mantém uma trajetória consistente de crescimento produtivo com relativa estabilidade nas emissões, refletindo o uso predominante de **biomassa renovável** como fonte energética e a adoção de **práticas de manejo florestal sustentável**. No cenário condicionado, as emissões em 2035 são reduzidas em relação ao cenário de referência, resultado de ganhos de eficiência e da maior integração entre energia e processos produtivos. Além disso, as **remoções biogênicas associadas aos plantios florestais** e o potencial de **soluções baseadas na natureza (NbS)** reforçam o papel estratégico do setor na contribuição líquida para a neutralidade climática até 2050.
- **Alumínio:** O setor de alumínio foi analisado considerando as emissões de **alumínio primário** e **alumina**, etapas complementares da mesma cadeia produtiva.

Entre 2005 e 2020, foram consideradas apenas as emissões de alumínio primário, conforme o inventário nacional do MCTI; a partir de 2025, as projeções passam a incluir também a produção de alumina, conforme dados da **ABAL**. No cenário condicionado, as emissões caem de **8,3 MtCO<sub>2</sub> em 2030 para 7,2 MtCO<sub>2</sub> em 2035**, impulsionadas pela **eletrificação dos processos** e pelo **uso de energia renovável**, que conferem vantagem competitiva ao Brasil.

- **Outros setores industriais** (não representados diretamente no exercício): Mantêm proporção estável em relação ao total, contribuindo com cerca de **65 MtCO<sub>2</sub> no cenário de referência e 55 MtCO<sub>2</sub> no condicionado** em 2035. Embora esses valores sejam estimados com base na participação histórica, eles reforçam a importância de estender o esforço de descarbonização para todo o conjunto da indústria nacional.

Os resultados indicam que a meta de emissões da indústria brasileira para 2035, conforme estimada no Plano Clima, pode ser atingida caso o cenário condicionado se concretize. No entanto, isso exige uma série de pré-condições:

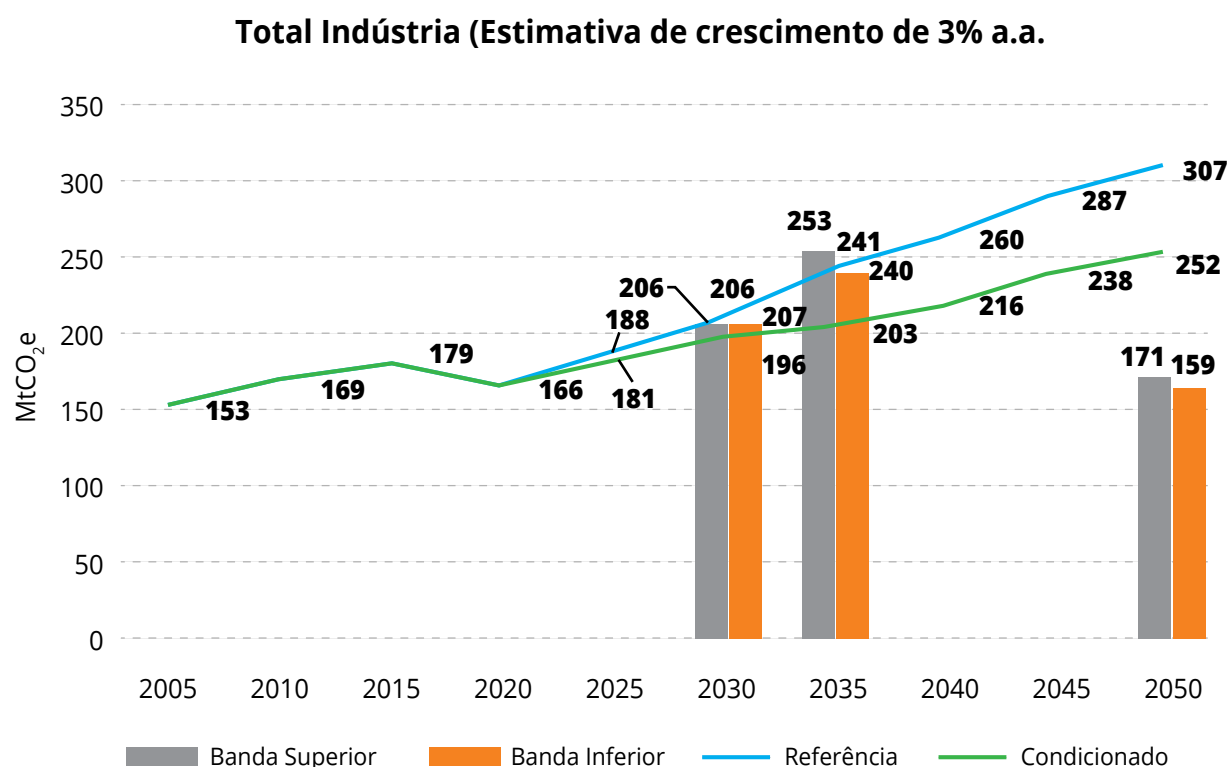
- Disponibilização de linhas de crédito específicas para tecnologias industriais de baixo carbono;
- Revisão e modernização de marcos regulatórios que permitam maior flexibilidade tecnológica e econômica;
- Estímulo à inovação, à substituição de matérias-primas e à eficiência energética;
- Coordenação entre políticas industriais, energéticas e climáticas.

Embora o cumprimento do orçamento até 2035 seja tecnicamente viável, é importante destacar que as **metas a partir de 2040 tornam-se exponencialmente mais desafiadoras**, exigindo a adoção em larga escala de tecnologias ainda em estágio inicial de maturidade, como captura e armazenamento de carbono (CCS), entre outras que não fazem parte da realidade da maior parte da indústria brasileira.

Assim, o foco até 2035 deve ser a consolidação das condições institucionais, tecnológicas e financeiras que permitam à indústria brasileira iniciar uma trajetória consistente de descarbonização sem comprometer sua competitividade. O cenário condicionado delineia um caminho possível — e necessário — para compatibilizar os compromissos climáticos do país com uma agenda estratégica de reindustrialização verde.

A figura 1 sintetiza as trajetórias totais de emissões da indústria brasileira entre 2005 e 2050 nos dois cenários construídos — Referência (em azul escuro) e Condicionado (em verde) —, comparando-os com a banda orçamentária de emissões setoriais proposta pelo Plano Clima (cinza e laranja), correspondente a uma estimativa de crescimento da indústria de 3% ao ano, compatível com a hipótese do Plano Clima, com o Nova Indústria Brasil e com o Plano de Transição Ecológica de uma reindustrialização verde nas próximas décadas.

**Figura 1 – Trajetórias de emissões da indústria e comparação com o orçamento de carbono proposto pelo Plano Clima Setorial (MtCO<sub>2</sub>e)**



A análise com foco no ano de 2035, que corresponde ao principal marco da segunda NDC brasileira, revela que:

- A trajetória do cenário Condicionado (203 MtCO<sub>2</sub>e) situa-se dentro da banda orçamentária proposta para a indústria (entre 241 e 253 MtCO<sub>2</sub>e), mostrando que o cumprimento da meta setorial é tecnicamente viável, desde que sejam implementadas políticas públicas adequadas de apoio à transição industrial;

- Já o cenário de Referência (240 MtCO<sub>2</sub>e), embora ainda dentro do limite superior da banda, está muito próximo do teto, o que indica que, caso não haja medidas adicionais de descarbonização, o risco de superação do orçamento de carbono setorial é elevado — especialmente considerando incertezas econômicas, tecnológicas e políticas;
- Para 2040 e além, a divergência entre o cenário Condicionado e o orçamento de carbono se acentua. Em 2050, por exemplo, o cenário Condicionado aponta emissões de 252 MtCO<sub>2</sub>e, enquanto a banda orçamentária proposta pelo Plano Clima varia de 159 a 171 MtCO<sub>2</sub>e. Isso evidencia que, após 2035, as metas tornam-se muito mais ambiciosas e dependem de tecnologias ainda em estágio inicial de maturidade comercial, como hidrogênio verde e captura e armazenamento de carbono (CCS).

A figura também reforça o papel crucial do cenário condicionado como instrumento de viabilização das metas nacionais. Ele aponta que, com base em compromissos voluntários já assumidos por empresas líderes e com apoio regulatório e financeiro adequado, é possível permanecer dentro do orçamento de carbono até 2035 — mas a continuidade dessa trajetória dependerá de inovações disruptivas e de um novo salto tecnológico no setor industrial brasileiro.

Portanto, o gráfico evidencia que a indústria tem espaço real para cumprir sua parte na NDC brasileira até 2035. Contudo, essa janela de viabilidade se estreita substancialmente no pós-2035, exigindo desde já um planejamento estratégico robusto para o desenvolvimento e escalonamento de tecnologias que hoje ainda não estão disponíveis ou economicamente viáveis em larga escala.

## 4

## CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

A elaboração deste estudo ocorreu em um momento especialmente relevante para a política industrial e climática brasileira. Em 2024, o governo federal apresentou, na COP29 em Baku, sua segunda Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), aprofundando o compromisso do país com a neutralidade de emissões até 2050 e, pela primeira vez, estabelecendo orçamentos setoriais indicativos de carbono por meio do Plano Clima Mitigação. Simultaneamente, foi aprovado o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), criando as bases regulatórias para um mercado nacional de carbono e sinalizando ao setor produtivo a inevitabilidade de incorporar critérios climáticos às suas estratégias de médio e longo prazo.

Neste contexto, o presente projeto representa um marco na construção de um posicionamento realista, legítimo e tecnicamente embasado do setor frente ao desafio climático. A metodologia adotada partiu da construção conjunta de dois cenários para cada setor — um cenário de referência e um cenário condicionado — a partir da análise da trajetória histórica de emissões e da intensidade de carbono de cada cadeia, confrontando essas trajetórias com os compromissos voluntários de grandes players globais e com os limites propostos pelo governo.

Os resultados demonstram que, até 2035, o setor industrial brasileiro tem condições de atingir o orçamento de carbono setorial proposto pelo governo, desde que se concretizem as condições previstas no cenário condicionado: financiamento adequado, modernização regulatória, previsibilidade institucional e apoio à inovação tecnológica. Entretanto, após 2035, as metas se tornam muito mais ambiciosas e dependem de tecnologias ainda em maturação ou com alto custo marginal de abatimento, como a eletrificação de processos térmicos de alta temperatura, a captura e armazenamento de carbono (CCS) e o uso de hidrogênio verde em escala industrial.

Esse desafio não é exclusivo do Brasil. A implementação do Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM) pela União Europeia — que impõe um “preço de carbono” implícito sobre produtos importados de setores intensivos — redefine o comércio internacional e impõe pressões crescentes sobre a indústria brasileira. Nesse sentido, o Brasil tem uma oportunidade estratégica: sua matriz elétrica predominantemente renovável, sua base florestal e seu potencial agrícola e mineral conferem vantagens comparativas para a produção industrial de menor intensidade de carbono. Com as políticas adequadas, o país pode atrair novos investimentos industriais voltados à exportação verde, promovendo uma reindustrialização sustentada em bases limpas e competitivas.

Além disso, a regulamentação do SBCE cria uma nova arquitetura econômica em que a emissão de carbono passa a ter valor monetário explícito. Isso altera os incentivos econômicos e, se bem calibrado, pode induzir a transformação tecnológica necessária à descarbonização industrial. Adicionalmente, o Artigo 6 do Acordo de Paris permite que o Brasil exporte reduções certificadas de emissões, desde que cumpridos critérios de adicionalidade e integridade ambiental. A indústria nacional pode se beneficiar dessa estrutura, seja pela valorização de sua produção de baixo carbono, seja pela participação em projetos que gerem créditos de carbono internacionais com alto valor agregado.

Entretanto, é preciso reconhecer os obstáculos estruturais. O alto custo de capital no Brasil, os entraves logísticos, a complexidade regulatória e tributária — o chamado “Custo Brasil” — e os altos impostos sobre insumos e bens de capital reduzem a competitividade da indústria nacional frente a concorrentes globais. Esses fatores dificultam a adoção de tecnologias de baixo carbono e, se não enfrentados, podem anular as vantagens comparativas climáticas do país. A agenda de descarbonização precisa, portanto, estar articulada à agenda de produtividade, competitividade e reforma do Estado.

Nesse sentido, um caminho possível está na criação de uma estratégia industrial climática de longo prazo, que integre a política industrial, a política climática, os instrumentos de financiamento verde e a política comercial. Tal estratégia deve prever mecanismos de proteção temporária contra competição desleal (como regimes de CBAM nacional), fomentar clusters industriais de baixo carbono, priorizar investimentos em infraestrutura verde e estabelecer um programa nacional de inovação industrial voltado à descarbonização.

Além disso, é necessário fortalecer os mecanismos de coordenação público-privada, por meio de fóruns permanentes de diálogo com a indústria, que permitam o acompanhamento dos orçamentos de carbono setoriais ao longo do tempo, ajustando metas à realidade tecnológica e econômica, sem perder de vista o alinhamento com as metas climáticas nacionais e internacionais.

Em um momento de transição do modelo de desenvolvimento global, o Brasil pode — e deve — ocupar uma posição de liderança, demonstrando que é possível crescer, reindustrializar e descarbonizar de forma simultânea. Com planejamento estratégico, articulação institucional e visão de longo prazo, a indústria brasileira tem condições de ser protagonista da nova economia verde global.

A convergência entre as vantagens naturais do país e a regulação inteligente pode gerar um novo ciclo de industrialização inclusiva, inovadora e sustentável. Para tanto, será fundamental que o Estado brasileiro, em parceria com o setor produtivo, promova um ambiente de negócios favorável à transição, garantindo que os custos da descarbonização não se transformem em novos vetores de desindustrialização, mas sim em alavancas de competitividade para o futuro.

# 5

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Indicador BTR – Relatório Bienal de Transparência**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2025.

BRASIL. **Quarta Comunicação Nacional à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – UNFCCC**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2020.

Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC), Instituto Aço Brasil (IABr), Associação Brasileira de Alumínio (ABAL); Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM); Associação Brasileira do Vidro (ABIVIDRO); Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ). **Dados e projeções setoriais de emissões – Projeto FIESP-2025**. Comunicação direta às equipes técnicas do projeto. Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília, jan.–mar. 2025.

Fiesp.com.br



9 786557 860236

**FIESP**