



POR MAURO BERNI

Pesquisador das áreas de meio ambiente e energia do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), da Universidade de Campinas (Unicamp-SP)
E-mail: mberni@unicamp.br

O SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO E A TRANSIÇÃO PARA A MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE

O setor industrial brasileiro responde por 23,4% do PIB brasileiro (CNI, 2025), e conforme Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2024) por aproximadamente 4,5% das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Como se vê, a descarbonização do setor industrial é elemento central para que o país alcance sua segunda Contribuição Nacionalmente Determinada (NDCs) até 2050. Esse esforço deve incluir, necessariamente, os setores industriais de difícil abatimento, casos do cimento, aço, alumínio, química, vidro e papel e celulose, que desempenham um papel decisivo na economia brasileira.

A trajetória de emissões de GEE do setor industrial brasileiro possui uma dinâmica bastante singular em comparação ao panorama global. Enquanto nos países desenvolvidos o setor industrial costuma figurar entre os maiores emissores de GEE, devido ao consumo intensivo de combustíveis fósseis, no Brasil, o setor responde historicamente por uma fatia menor, comparativamente. Essa diferença não ocorre apenas pela dominância das emissões associadas ao desmatamento e à agropecuária no inventário nacional, mas também porque o Brasil conta com uma matriz elétrica profundamente renovável, impulsionada pelas fontes hídrica, eólica, solar e pelo uso de biomassa residual.

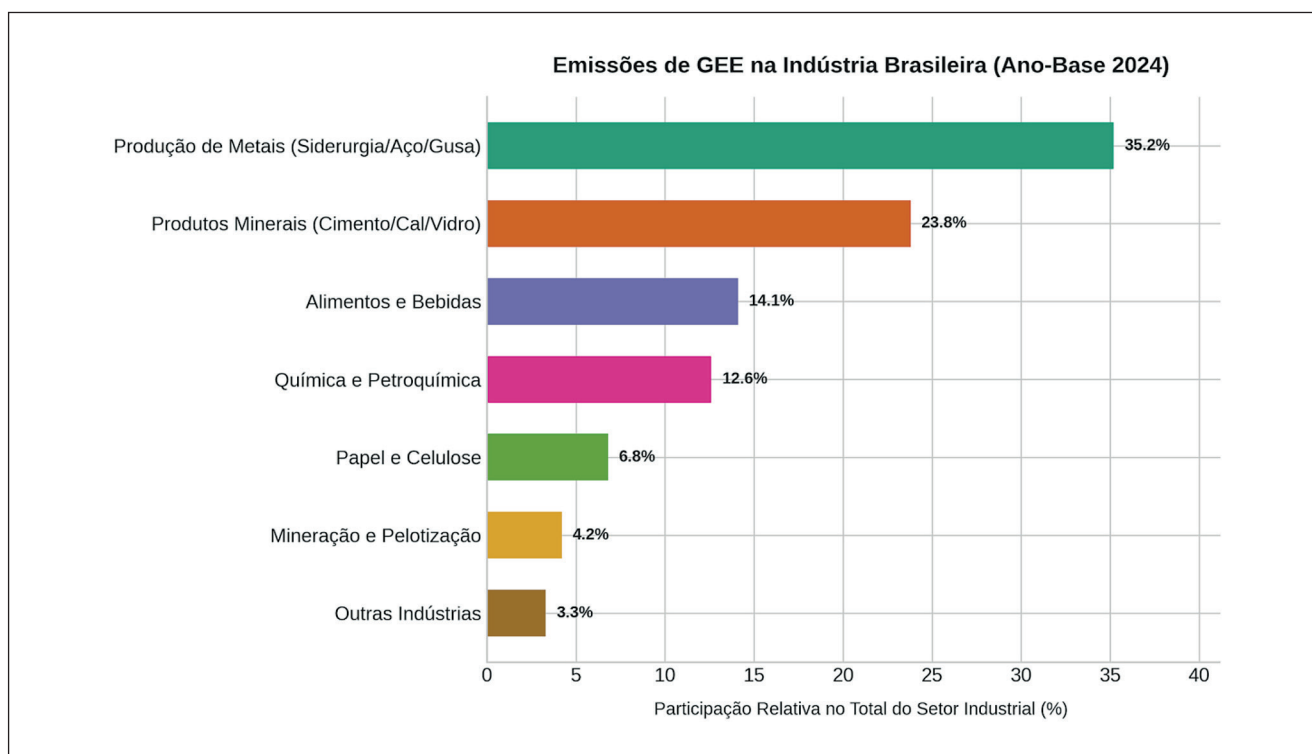
Historicamente, o setor industrial brasileiro manteve um patamar de emissões brutas relativamente estável, destacando-se de forma positiva em algumas frentes internacionais. O setor cimenteiro nacional, por exemplo, ostenta uma das menores intensidades de carbono por tonelada produzida no mundo, graças ao uso intensivo de adições minerais e ao coprocessamento de resíduos. Da mesma forma, a siderurgia brasileira diferencia-se globalmente pelo uso pioneiro do carvão vegetal, oriundo de florestas plantadas como agente redutor. As emissões da indústria brasileira concentram-se em duas frentes fundamentais: i) os processos industriais inerentes às transformações químicas da matéria-prima, conhecidos por Processos Industriais e Uso de Produtos – *Industrial Processes and Product Use* (IPPU) –, caracterizados pela contabilidade

das emissões geradas pela própria transformação da matéria ou pelo uso de substâncias químicas específicas, como a calcinação na fabricação de cimento e a redução do minério de ferro, e ii) o consumo de energia para a geração de calor em fornos e caldeiras.

Apesar dessas vantagens competitivas iniciais, o caminho rumo à neutralidade de carbono até 2050 exige transformações profundas no parque industrial. Os principais vetores dessa transição envolvem a substituição de combustíveis fósseis por biogás, biometano e biomassa sustentável na geração de calor, além da aceleração da eficiência energética e da eletrificação de processos fabris. Para os setores de mais difícil descarbonização, a trajetória futura dependerá fortemente da adoção do hidrogênio verde e de tecnologias de captura e armazenamento de carbono, consolidando a indústria brasileira como uma das menos intensivas em carbono do planeta.

Os dados do gráfico foram compilados para refletir a proporção média e representativa do setor industrial nos últimos anos, onde a produção de metais, produção de minerais, alimentos e bebidas, química/petroquímica e papel/celulose, mantêm-se consistentemente no topo do ranking devido à alta intensidade energética e emissões de processo.

Especificamente, a indústria de papel e celulose vem mantendo 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. Além disso, as remoções biogênicas associadas aos plantios florestais e o potencial de soluções baseadas na natureza (SbN) reforçam o papel estratégico do setor na contribuição líquida para a neutralidade climática até 2050 (CNI, 2025). O primeiro grande vetor dessa transição foca na substituição dos combustíveis fósseis remanescentes, concentrados sobretudo nos fornos de cal, que demandam altíssimas temperaturas operacionais. Para eliminar o uso de óleo combustível e gás natural, o setor vem acelerando a adoção de gás de síntese (syngas) derivado da gaseificação de biomassa, além do uso crescente de biogás



e biometano tanto no processo produtivo quanto na frota de transporte florestal. Em paralelo, a busca por eficiência energética e eletrificação demonstram a relevância de plantas industriais como centrais de cogeração de energia, capazes não apenas de suprir a própria demanda, mas de exportar excedentes de eletricidade limpa para a rede nacional.

No conjunto de indústrias energointensivas, listadas no Balanço Energético Nacional (BEN), as etapas de mais difícil descarbonização (*hard-to-abate*), dependerão da escala de tecnologias emergentes. O hidrogênio verde desponta como alternativa promissora para substituir insumos fósseis e otimizar processos térmicos e químicos, caso do branqueamento de plantas de papel.

Por outro lado, a produção de papel e celulose tem na integração entre bioenergia e captura e armazenamento de carbono (BECCS) um passo mais ambicioso, por utilizar matéria-prima renovável que já sequestrou CO₂ durante o cultivo florestal, bem como a captura das emissões fabris permitindo a operação com emissões líquidas negativas. Com essa combinação de inovação tecnológica e manejo sustentável, tem-se um caminho para consolidar o Brasil, como a referência mundial de menor intensidade de carbono na produção de celulose.

Por fim, merece destaque as conclusões do estudo da CNI (2025), onde na 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. ■

Referências:

CNI, Confederação Nacional da Indústria. *Confederação Nacional da Indústria, trajetória de emissões de GEE da indústria brasileira*. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), 1. ed., São Paulo: FIESP, 2025, 372 p.

SEEG, Observatório do Clima. *Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG): Relatório de Emissões do Brasil*. São Paulo: Observatório do Clima, 2024. Disponível em: <https://seeg.eco.br/> e <https://plataforma.seeg.eco.br/territorio/brasil>. Acesso em: 4 set. 2026. _