



Análise das
**emissões de gases
de efeito estufa**
e suas implicações
para as metas
climáticas do Brasil
1970-2024

2025





O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) é uma ferramenta para enfrentar o desafio das mudanças climáticas, monitorando a trajetória das emissões brasileiras e apontando caminhos para a descarbonização. Compreende uma plataforma on-line de fácil acesso com dados que vêm desde 1970, além de documentos analíticos sobre a evolução das emissões e recomendações para tomadores de decisão. Iniciativa do Observatório do Clima (rede com 160 organizações da sociedade civil), o SEEG é uma das maiores bases de dados de emissões de gases de efeito estufa do mundo. Os usuários do SEEG incluem todas as dimensões da sociedade, como autoridades públicas e formuladores de políticas, que usam os dados para decisões informadas; o setor privado, que avalia impactos e estratégias de redução; ONGs e sociedade civil, que monitora o progresso climático; a imprensa, que utiliza as informações para reportagens; e educadores e pesquisadores, que aplicam os dados em estudos e materiais pedagógicos.

Índice

4	Sumário Executivo
10	Panorama das emissões brasileiras em 2024
20	Emissões por setor
47	Emissões por fogo
51	O Brasil cumpriu sua NDC em 2025?

Autores: David Tsai (OC/Iema), Renata Potenza, Gabriel Quintana, Priscila Alves (Imaflora), Felipe Barcellos e Silva, Ingrid Graces, Helen Sousa (Iema), Iris Coluna, Gustavo Sanchez (ICLEI), Bárbara Zimbres, Camila Silva, Celso Silva-Junior, Wallace Silva, Ane Alencar (Ipam), Claudio Angelo (OC). Conceito visual: Thiago Oliveira Basso (Obass).

Avisos importantes: O conteúdo desta publicação pode ser utilizado por qualquer pessoa, desde que seja devidamente reconhecida a autoria do SEEG. Isso não constitui licença para reinterpretar ou revender quaisquer informações aqui contidas. Caso haja intenção de reinterpretar ou comercializar qualquer parte deste material, é necessária autorização prévia e expressa do OC. Na máxima extensão permitida pela legislação aplicável, o Observatório do Clima não assume compromisso, responsabilidade ou obrigação por quaisquer consequências decorrentes de ações ou omissões de terceiros baseadas nas informações deste documento ou em decisões tomadas a partir dele.

Como citar? Fonte: Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), Observatório do Clima (OC). Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970–2024). Coleção 13, 2025. Disponível em: seeg.eco.br.

SEEG 13 – Sumário Executivo

- As emissões brutas de gases de efeito estufa do Brasil caíram 16,7% em 2024, atingindo 2,145 bilhões de toneladas de gás carbônico equivalente (GtCO₂e), contra 2,576 GtCO₂e em 2023.

É a segunda maior queda anual nos índices de poluição climática do país já registrada desde o início da série histórica completa, em 1990, e a maior desde 2009, quando o recuo foi de 17,2%.

As emissões brutas em 2024 caíram 17%, a maior redução desde 2009

- **As emissões líquidas, descontando-se remoções por áreas protegidas e vegetação secundária, caíram 22%**, perdendo também apenas para 2009 em percentual de redução (24%). Em 2024, o Brasil emitiu 1,489 GtCO₂e líquidas, contra 1,920 GtCO₂e em 2023.
- O comportamento das emissões está fortemente vinculado às taxas de desmatamento. Em 2024, a queda do desmatamento na Amazônia e no Cerrado, na esteira de ações do Ibama, provocou **a maior redução da história nas emissões por mudança de uso da terra: 32,5%**. Todos os biomas brasileiros tiveram queda nas suas emissões, exceto o Pampa (alta de 6%).
- Devido ao recuo do desmate, as emissões brutas do setor de mudança de uso da terra (que abarca sobretudo o desmatamento) caíram de 1,341 GtCO₂e para 906 GtCO₂e, representando 42% do total nacional.
- Mesmo com a queda no desmatamento, **as mudanças de uso da terra seguem sendo o fator que faz do Brasil o quinto maior emissor de gases de efeito estufa do planeta** (sexto, se a União Europeia for considerada como bloco). O Brasil emite mais carbono bruto somente por desmatamento que toda a Arábia Saudita (793 MtCO₂e) e todo o Canadá (760 MtCO₂e).
- O SEEG calcula anualmente as emissões por incêndios florestais (queimadas não-relacionadas ao desmatamento), que são reportadas em separado por não serem contabilizadas no inventário brasileiro. O recorde histórico de incêndios no país na megaestiação de

2024 fez com que essas **emissões por fogo atingissem o maior nível da série histórica, 241 MtCO₂e**. Caso fossem incluídas na contabilidade, elas praticamente dobrariam as emissões líquidas por mudança de uso da terra, que em 2024 foram de 249 MtCO₂e.

- **Em todos os outros setores da economia as emissões ficaram estáveis ou subiram:** queda de 0,7% em agropecuária, alta de 0,8% em energia, 2,8% em processos industriais e 3,6% em resíduos. No setor de agropecuária, as emissões em 2024 foram de 626 milhões de toneladas de CO₂e (MtCO₂e), representando 29% do total do país; energia, com 424 MtCO₂e, representou 20%; resíduos, 5%, com 96 MtCO₂e, e processos industriais, 4%, com 94 MtCO₂e.
- As emissões de agropecuária mantiveram-se estáveis, oscilando para baixo devido a dois fatores principais: uma ligeira redução do rebanho bovino nacional, de 0,2%, e um aumento de 11% na taxa de confinamento de gado, que reduz as emissões de metano principal fonte de gases de efeito estufa do setor. O consumo de fertilizantes nitrogenados também registrou uma pequena queda.

Se fosse um país, o boi brasileiro seria o sétimo maior emissor do mundo

- A atividade agropecuária, considerando emissões diretas do setor mais desmatamento, segue sendo responsável por dois terços das emissões brutas (e quase 60% das emissões líquidas) do país.

A pecuária sozinha responde por 51% das emissões brutas, sendo nosso principal fator individual

de poluição climática. Se fosse um país, o boi brasileiro seria o sétimo maior emissor do mundo, ligeiramente à frente do Japão.

- A oscilação para cima das emissões por energia não foi maior graças ao etanol. O consumo de álcool atingiu o recorde histórico em 2024, com 36 bilhões de litros, o que fez com que o transporte de passageiros apresentasse uma queda de emissões (3%) mesmo com aumento na atividade. Foi a **primeira vez desde a pandemia que as emissões do transporte de passageiros tiveram redução no Brasil:** de 106 MtCO₂e em 2023 para 103 MtCO₂e em 2024.

- No setor de resíduos, o crescimento se deveu principalmente ao aumento de 9% na quantidade estimada de resíduos sólidos coletados no país em 2023 e a manutenção desse nível de lixo gerado em 2024. No entanto, também houve um ajuste por conta de uma alteração nos dados do IBGE da população brasileira para 2024. Resíduos é o setor cujas emissões estão mais diretamente ligadas à população.
- As emissões per capita brutas do país seguem muito acima da média mundial. Em 2024 elas foram de **10,5 toneladas de CO₂ equivalente (ou seja, a soma de todos os gases de efeito estufa convertidos em CO₂) e 7,2 toneladas líquidas, contra uma média mundial de 6,4 toneladas**. Excluindo as mudanças de uso da terra, o Brasil fica com 6,1 toneladas de CO₂ equivalente per capita, no mesmo patamar da média mundial.
- O desmatamento também distorce a chamada intensidade de carbono da economia brasileira, ou o CO₂ emitido por unidade de PIB. Em 2024 ela foi de 0,52 kg de CO₂ equivalente por dólar, o menor valor da série. No entanto, excluindo o uso da terra, a intensidade oscilou entre 0,32 e 0,30 ao longo de toda a última década. Isso mostra que **a eficiência da economia brasileira não melhorou de forma significativa nesse período**.
- Uma projeção inédita dos dados do SEEG para 2025 indica que o

O Ibama ainda é o grande mitigador de emissões do Brasil

Brasil por muito pouco não cumprirá a meta de sua primeira Contribuição Nacionalmente Determinada no Acordo de Paris. Os cálculos mostram que as emissões líquidas em 2025 deverão ser de 1,44 GtCO₂e, 9% a mais do que o 1,32 GtCO₂e com que o país se comprometeu na NDC.

- Os dados sugerem, ainda, que virtualmente todo o controle de emissões do Brasil está nas mãos do controle do desmatamento – ou seja, **o Ibama é o grande mitigador nacional de carbono**

–, e isso precisa mudar: os outros setores da economia têm de contribuir para que as próximas NDCs sejam atingidas.

SEEG 13 – Executive Summary

Brazil's gross emissions fell 17% in 2024 – the biggest drop since 2009

- Brazil's gross greenhouse gas emissions fell by 16.7% in 2024, reaching 2.145 billion tons of carbon dioxide equivalent (GtCO₂e), compared to 2.576 GtCO₂e in 2023. This is the second-largest

annual drop in the country's climate pollution levels ever recorded since the beginning of the full historical series in 1990, and the largest since 2009, when the decrease was 17.2%.

- Net emissions, discounting removals from protected areas and secondary vegetation, fell by 22%, second only to 2009 in percentage reduction (24%). In 2024, Brazil emitted 1.489 GtCO₂e net, compared to 1.920 GtCO₂e in 2023.
- Emission trends are strongly linked to deforestation rates. In 2024, the drop in deforestation in the Amazon and the Cerrado, following enforcement actions by Ibama, led to **the largest reduction in emissions from land-use change in history: 32.5%**. All Brazilian biomes recorded declines in their emissions, except the Pampa (a 6% increase).

Emissions from deforestation had the biggest cut in history, 32.5%

- Due to the reduction in deforestation, gross emissions from the land-use change sector (which mainly encompasses deforestation) fell from 1.341 GtCO₂e to 906 GtCO₂e, representing 42% of the national total.
- Even with the decline in deforestation, **land-use change remains the factor that makes Brazil the world's fifth-largest emitter of greenhouse gases** (sixth, if the European Union is considered as a bloc). Brazil emits more gross carbon from deforestation alone than all of Saudi Arabia (793 MtCO₂e) and all of Canada (760 MtCO₂e).
- SEEG annually calculates emissions from forest fires (burning not related to deforestation), which are reported separately because

they are not included in Brazil's official inventory. The historic record of wildfires in the country during the 2024 megadrought caused **fire-related emissions to reach the highest level in the historical series, 241 MtCO₂e**. If included in the accounting, **they would nearly double net emissions from land-use change**, which totaled 249 MtCO₂e in 2024.

In all other sectors of the economy, emissions remained stable or increased

424 MtCO₂e, accounted for 20%; waste, 5%, with 96 MtCO₂e; and industrial processes, 4%, with 94 MtCO₂e.

- **In all other sectors of the economy, emissions remained stable or increased:** a 0.7% downwards oscillation in agriculture and livestock, a 0.8% uptick in energy, 2.8% in industrial processes, and 3.6% in waste. In the agriculture and livestock sector, emissions in 2024 totaled 626 million tons of CO₂e (MtCO₂e), representing 29% of the country's gross total; energy, with 424 MtCO₂e, accounted for 20%; waste, 5%, with 96 MtCO₂e; and industrial processes, 4%, with 94 MtCO₂e.
- **Agriculture and livestock emissions remained stable**, trending slightly downward due to two main factors: a slight 0.2% reduction in the national cattle herd and an 11% increase in the rate of feedlot confinement, which reduces methane emissions—the main source of greenhouse gases in the sector. The consumption of nitrogen fertilizers also recorded a small decline.
- Agricultural activity, considering direct sector emissions plus deforestation, continues to account for two-thirds of the country's gross emissions (and nearly 60% of net emissions). **Livestock alone accounts for 51% of gross emissions, making it Brazil's main individual driver of climate pollution.** If it were a country, Brazilian cattle would be the world's seventh-largest emitter, slightly ahead of Japan.

If it were a country, Brazilian cattle would be the world's 7th largest emitter.

- The upward fluctuation in energy-related emissions was limited thanks to ethanol. Ethanol consumption reached a historic record in 2024, at 36 billion liters, leading passenger transport emissions to decline (3%) even amid increased activity. **This was the first time since the pandemic that passenger transport emissions fell in Brazil:** from 106 MtCO₂e in 2023 to 103 MtCO₂e in 2024.
- **In the waste sector,** growth was mainly due to a 9% increase in the estimated amount of solid waste collected in the country in 2023 and the maintenance of that level of waste generation in 2024. However, there was also an adjustment due to a revision in IBGE data on Brazil's population for 2024. Waste is the sector whose emissions are most directly linked to population.
- **The country's gross per capita emissions remain well above the global average.** In 2024 they reached 10.5 tons of CO₂ equivalent (that is, the sum of all greenhouse gases converted into CO₂) and 7.2 net tons, compared to a global average of 6.4 tons. Excluding land-use change, Brazil stands at 6.1 tons of CO₂ equivalent per capita, on par with the global average.
- **Deforestation also distorts the so-called carbon intensity of the Brazilian economy,** or CO₂ emitted per unit of GDP. In 2024 it stood at 0.52 kg of CO₂ equivalent per dollar, the lowest value in the series. However, excluding land use, intensity fluctuated between 0.32 and 0.30 throughout the past decade. This shows that the efficiency of the Brazilian economy has not significantly improved during this period.
- A novel projection of SEEG data for 2025 indicates that **Brazil will narrowly fail to meet the target of its first Nationally Determined Contribution under the Paris Agreement.** The calculations show that net emissions in 2025 are expected to reach 1.44 GtCO₂e, 9% above the 1.32 GtCO₂e the country committed to in its NDC.
- The data also suggest that virtually all of Brazil's emissions control rests on deforestation control—in other words, **Ibama is the country's main carbon mitigator**—and this needs to change: other sectors of the economy must contribute for future NDCs to be achieved.

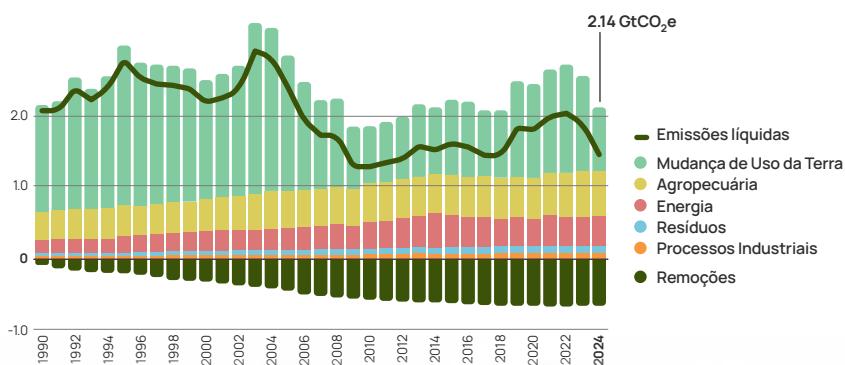
Brazil is projected to miss its Paris target by 9% in 2025

1 Panorama das Emissões Brasileiras em 2024

As emissões brutas de gases de efeito estufa do Brasil caíram 16,7% em 2024, atingindo 2,145 bilhões de toneladas de gás carbônico equivalente (GtCO₂e), contra 2,576 GtCO₂e em 2023. É a segunda maior queda anual nos índices de poluição climática do país já registrada desde o início da série histórica completa, em 1990, e a maior desde 2009, quando o recuo foi de 17,2%.

Os novos dados, da 13ª coleção do SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima), mostram o impacto da retomada do controle de desmatamento pelo governo federal em seguida ao descontrole deliberado entre 2019 e 2022. As chamadas emissões líquidas, calculadas após o desconto de remoções de carbono por florestas secundárias e áreas protegidas, tiveram uma queda ainda maior: 22%, perdendo apenas para 2009 em percentual de redução (24%). Em 2024, o Brasil emitiu 1,489 GtCO₂e líquidas, contra 1,920 GtCO₂e em 2023. O governo federal prefere reportar as emissões líquidas para efeito do cumprimento das metas climáticas do país.

FIGURA 1 - EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO BRASIL, POR SETORES, ENTRE 1990-2024



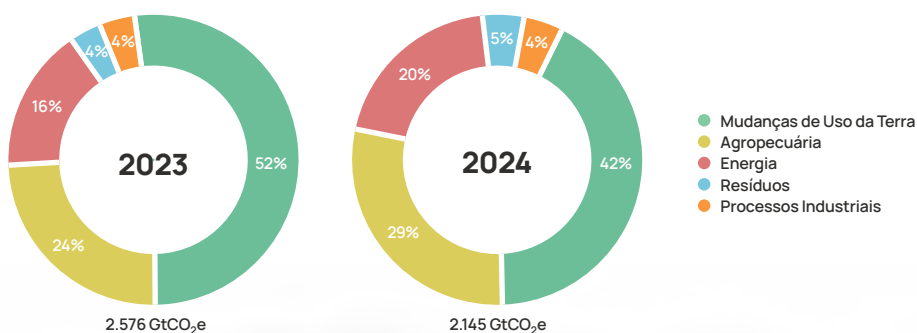
Todos os biomas exceto o Pampa tiveram forte queda no desmate

Como ocorre em quase todos os anos, a variação nas emissões do Brasil responde diretamente ao que acontece com a vegetação nativa. Em 2024, a queda do desmatamento na Amazônia e no Cerrado, na esteira de ações do Ibama, provocou a maior redução da história nas emissões por mudança de uso da terra: 32,5%.

Todos os biomas brasileiros exceto o pampa (alta de 6%) registraram redução expressiva nas emissões brutas por desmatamento e conversão de uso da terra em 2024. A maior queda, de 66%, ocorreu no Pantanal, onde as ações de comando e controle foram reforçadas após o bioma ter atravessado, em 2023, a pior estiagem de sua história, com um aumento de quase 70% nas emissões. No Cerrado, as emissões caíram 41% (207 MtCO₂e, contra 259 MtCO₂e em 2023) e, na Amazônia, 33% (525 MtCO₂e, contra 889 MtCO₂e em 2023). Mata Atlântica e Caatinga permaneceram estáveis, com reduções de 1% e 2%, respectivamente.

Devido ao recuo do desmate, as emissões brutas do setor de mudança de uso da terra (que abarca sobretudo o desmatamento) caíram de 1,341 GtCO₂e para 906 GtCO₂e. Em todos os outros setores da economia as emissões ficaram estáveis ou subiram: queda de 0,7% em agropecuária, alta de 0,8% em energia, 2,8% em processos industriais e 3,6% em resíduos. Com isso, a “pizza” que divide as emissões nacionais por setor ficou da seguinte maneira em 2024: 42% para mudança de uso da terra, 29% para agropecuária, 20% para energia, 5% para resíduos e 4% para processos industriais. No ano retrasado, as participações relativas foram, respectivamente: 52%, 24%, 16%, 4% e 4%.

FIGURA 2 - EMISSÕES POR SETOR



No setor de agropecuária, as emissões tiveram uma discreta oscilação para baixo, mantendo-se, portanto, estáveis em relação a 2023 (626 MtCO₂e contra 631 MtCO₂e). A principal fonte emissora do setor, com 65% do total (404 MtCO₂e), continua sendo a chamada fermentação entérica, o popular “arroto” do boi, que emite metano, um gás de efeito estufa que causa 28 vezes mais aquecimento global em cem anos (GWP-100) que o CO₂, grama por grama. Houve uma redução em 2024 de 0,2% no tamanho do rebanho bovino brasileiro, o que reduziu também as emissões de metano, e um aumento de 11% na taxa de confinamento do gado. O confinamento permite balancear melhor a dieta dos animais, podendo contribuir para a redução do metano.

Na agricultura, que responde por 20% das emissões do setor agropecuário, houve também uma ligeira queda em dois grandes causadores de emissões: o uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados, que emite N₂O, outro gás-estufa, caiu 3,8%; e a aplicação de calcário, que emite CO₂, caiu 3,3%. Com isso, as emissões por solos manejados recuaram de 187,1 MtCO₂e para 182,5 MtCO₂e.

Já as emissões por energia tiveram uma pequena oscilação para cima, de quase 1%, que não foi maior graças sobretudo ao etanol. A emissão total do setor variou de 420 MtCO₂e em 2023 para 424 MtCO₂e em 2024. O consumo

energético de álcool atingiu o recorde histórico em 2024, com 36 bilhões de litros, o que fez com que o transporte de passageiros apresentasse uma queda de emissões – de 3% – sem que isso representasse uma queda na atividade; ao contrário, a quilometragem dos transportes cresceu. Foi a primeira vez desde a pandemia que as emissões do transporte de passageiros tiveram redução no Brasil: de 106 MtCO₂e em 2023 para 103 MtCO₂e no ano seguinte.

A maior elevação nas emissões aconteceu no setor de resíduos: 3,6%

A maior elevação nas emissões aconteceu no setor de resíduos. Em 2024, as emissões

por resíduos (tratamento de efluentes e destinação de resíduos sólidos) subiram 3,6%, com 96 MtCO₂e contra 92 MtCO₂e em 2023. A principal causa foi o aumento de 9% na quantidade estimada de resíduos sólidos coletados no país em 2023 e a manutenção desse nível de lixo gerado em 2024. No entanto, também houve um ajuste por conta de uma alteração nos dados do IBGE da população brasileira para 2024. Como as emissões de resíduos

variam em proporção direta à da população, o ajuste de 5% a mais no número de brasileiros entre 2023 e 2024 provocou também, por tabela, o aumento das emissões do setor.

Mesmo com a queda no desmatamento, as mudanças de uso da terra seguem sendo o fator que faz do Brasil o quinto maior emissor de gases de efeito estufa do planeta (sexto, se a União Europeia for considerada como bloco), segundo dados do Cait/WRI. Somente o desmatamento no Brasil emite mais carbono bruto que toda a Arábia Saudita (793 MtCO₂e) e todo o Canadá (760 MtCO₂e), dois dos principais países petroleiros do mundo.

A pecuária, que emite indiretamente pelo desmatamento e diretamente pela geração de metano por fermentação entérica no rebanho bovino, é de longe a atividade econômica mais emissora do Brasil, com 51% das emissões totais, ou 1,1 GtCO₂e. Se fosse um país, o boi brasileiro seria o sétimo maior emissor

do mundo, ligeiramente à frente do Japão (1,068 GtCO₂e). Como nas edições anteriores do SEEG, a atividade agropecuária, incluindo o desmatamento, responde por mais de dois terços das emissões do Brasil.

**Em 2024,
cada brasileiro
emitiu 10,5 t
brutas de CO₂
equivalente,
mais que a
média mundial**

A queda no desmate também fez com que o Brasil ficasse um pouco mais próximo das emissões per capita médias do mundo. **Em 2024, cada brasileiro emitiu 10,5 toneladas brutas de CO₂ equivalente (ou seja, a soma de todos os gases de efeito estufa convertidos em CO₂) e 7,2 toneladas líquidas, contra uma média mundial de 6,4 toneladas. Excluindo as mudanças**

de uso da terra, o Brasil fica com 6,1 toneladas de CO₂ equivalente per capita, no mesmo patamar da média mundial.

Os dados por estado (em 2024, 97% das emissões puderam ser alocadas nos estados) contam histórias diferentes: mesmo com a queda no desmatamento, os estados da Amazônia ainda tinham emissões per capita de países ricos em 2024, por conta da baixa população e alta emissão bruta. O campeão foi Mato Grosso, com 60 toneladas por habitante, quase três vezes mais que a emissão per capita da Arábia Saudita e mais de três vezes mais que a dos EUA. Unidades federativas como São Paulo, Alagoas e Pernambuco têm emissões brutas per capita menores que a média mundial (3 tCO₂/habitante em todos

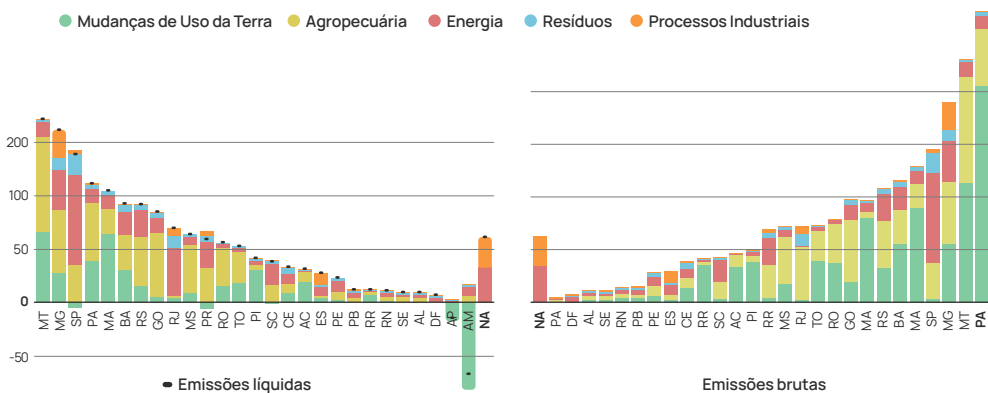
Amazonas e Amapá foram sequestradores líquidos: -15 tCO₂ e -19 tCO₂ per capita

os três). Considerando emissões líquidas per capita, os habitantes do Amazonas e do Amapá são sequestradores líquidos de carbono, com -15 e -19 toneladas per capita, respectivamente. Isso se deve à grande área de unidades de conservação e terras indígenas nos dois estados, que reduzem as emissões líquidas.

Entre os estados, os campeões de emissão bruta em 2024 foram o Pará (278 MtCO₂e), Mato Grosso (231 MtCO₂e), Minas Gerais (190 MtCO₂e) e São Paulo (145 MtCO₂e).

Quando se considera emissão líquida, o ranking permanece, mas com Mato Grosso (172 MtCO₂e) trocando de lugar com o Pará (111 MtCO₂e).

FIGURA 3 - EMISSÕES LÍQUIDAS E BRUTAS POR ESTADO

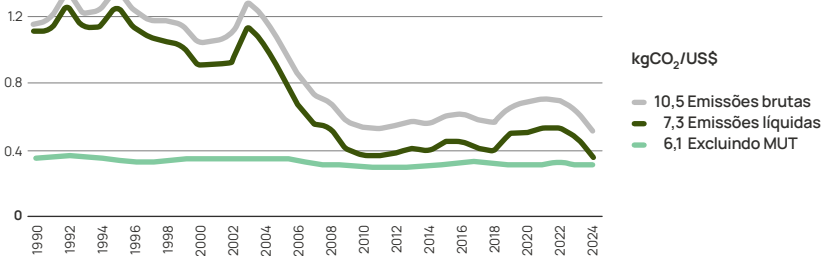


A chamada intensidade de carbono da economia brasileira, ou seja, o total de CO₂ emitido por unidade de PIB, atingiu o menor valor da série histórica em 2024: 0,52 kg de CO₂ equivalente por dólar, contra 0,64 no ano anterior – uma queda de 19%, a maior da série iniciada em 1990. De forma geral, a quantidade de poluição que o Brasil gera para produzir riqueza está muito atrelada ao desmatamento, que tem pouco impacto no PIB, mas muito nas emissões (ou seja, o país polui demais e não se beneficia economicamente disso). Historicamente, o desmatamento, que é em grande parte criminoso e especulativo, dobra a emissão por dólar gerado no Brasil. Isso não aconteceu

Excluindo uso da terra, a intensidade de carbono da economia pouco mudou na última década

em 2024, o que é uma boa notícia. Por outro lado, preocupa o fato de que a intensidade de carbono nos outros setores da economia, excluindo uso da terra, tenha caído apenas 3% (de 0,31 kg de CO₂/dólar em 2023 para 0,30 em 2024), oscilando entre 0,32 e 0,30 ao longo de toda a última década. Isso mostra que a eficiência da economia brasileira não melhorou de forma significativa nesse período. Isso terá implicações futuras para o cumprimento das metas climáticas nacionais, como veremos adiante.

FIGURA 4 - INTENSIDADE DE CARBONO DA ECONOMIA (EMISSIONS POR PIB)



Em 2025, o Brasil deve emitir 1,4 Gt líquidas – 9% acima da meta da NDC

O consórcio responsável pelo SEEG também fez uma inédita projeção das emissões no ano de 2025 para fins de avaliação do cumprimento da primeira NDC brasileira. Mesmo com a queda expressiva nas emissões em 2024, os dados da economia em 2025 indicam que o país ficará – por muito pouco – aquém da meta de limitar suas emissões em 1,32 bilhão de toneladas líquidas até o fim deste ano. Numa projeção que considera a tendência dos outros setores e as

taxas de desmatamento para 2025 do Prodes, o Brasil deveria chegar ao final do ano passado com 1,44 GtCO₂e líquidas. O número é 9% maior que a meta estipulada pela NDC para 2025.



Reduzir apenas o desmatamento não será suficiente para cumprir as NDCs futuras

Os dados do SEEG mostram que, desde 2009, quando o Brasil atingiu a maior queda relativa anual de emissões da série histórica, a poluição climática bruta do país cresceu 15%. E isso mesmo depois da adoção da Política Nacional sobre Mudança do Clima, em 2010, e da primeira NDC, em 2015. A variação ano a ano sempre é puxada pelo comportamento do desmatamento, especialmente na Amazônia, o que torna o cumprimento das metas sujeito a retrocessos, como o verificado entre 2019 e 2022. No período do governo Bolsonaro, as políticas de combate

ao desmatamento foram desmontadas, as emissões aumentaram (19% em 2019, 8% em 2021 e 2% em 2022) e o Brasil andou para trás no cumprimento da NDC. O governo Lula 3 precisou recuperar esses quatro anos de prejuízo, mas não conseguiu inteiramente. E, embora a trajetória do desmatamento tenha continuado a ser de queda em 2025, será cada vez mais difícil cumprir NDCs apenas reduzindo a perda de florestas. Como você verá neste relatório, outros setores também precisarão passar a contribuir de forma contundente com os cortes de emissões para que o Brasil cumpra suas metas de 2030 e 2035.

Bruto x Líquido

O Observatório do Clima reporta no SEEG tanto as emissões brutas de gases de efeito estufa quanto as líquidas, que consideram as remoções de CO₂ da atmosfera por florestas secundárias e pela manutenção de florestas em terras indígenas e unidades de conservação. Mas, enquanto no SEEG as emissões brutas são destacadas primeiro, o governo federal só reporta à Convenção do Clima da ONU (a UNFCCC) as emissões líquidas. Isso frequentemente causa confusão entre os dados do SEEG e os do Sirene, a plataforma do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações que contém os dados oficiais de emissão do país.

O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima) autoriza os países, em suas diretrizes para a formulação de inventários de emissões, a descontar as “remoções antropogênicas” de carbono, ou seja, intervenções humanas que ajudem a sequestrar o gás da atmosfera. Embora áreas protegidas não sejam intervenção humana que sequestram o carbono da atmosfera, o governo federal entende que criá-las e mantê-las implica em custo, portanto é autorizado a computar nos inventários nacionais as remoções por essas florestas públicas.

O Observatório do Clima entende, porém, que, embora esse “deságio” da contabilidade das áreas protegidas seja autorizado pela UNFCCC, reportar antes as emissões brutas é mais adequado devido às peculiaridades da metodologia de cálculo de remoções no inventário brasileiro. Primeiro, porque não se sabe qual é a real remoção realizada por essas florestas maduras; há estudos apontando que esse “sink” já foi maior no passado e pode estar se reduzindo devido aos efeitos combinados do desmatamento e da mudança do clima. Com efeito, a porção sudeste da Amazônia hoje já emite mais carbono do que absorve.

Por que os dados do SEEG mudam?

Os dados do SEEG são recalculados todos os anos, alterando-se toda a série histórica. É por isso que o Observatório do Clima evita falar em “atualização” dos números e prefere usar “coleções de dados”. Essas mudanças de coleção demandam cuidado na comparação dos resultados entre relatórios analíticos de anos diferentes.

Isso ocorre porque o SEEG sempre busca reportar as emissões do Brasil de acordo com o conhecimento mais recente disponível. Em alguns anos, há mudanças de metodologia; em outros, ajustes devidos ao fato de que as próprias séries históricas de dados de atividade emissora que alimentam a base do SEEG sofrem alterações.

A partir do SEEG 8, as mudanças na forma de cálculo de emissões de uso da terra produziram uma mudança no ano de pico das emissões brasileiras, que passou a ser 2003 e não mais em 2004. Desde 2020, após dois anos de teste, o SEEG passou a adotar as matrizes de transição de cobertura e uso da terra do MapBiomas como base para o cálculo de emissões por MUT (mudança de uso da terra). Matrizes de transição são os registros das mudanças que acontecem no uso da terra em todos os biomas brasileiros – seja de vegetação nativa para pasto ou agricultura, seja de pasto ou agricultura para floresta secundária, por exemplo.

O MapBiomas desenvolveu uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra desde 1985 que permite gerar as matrizes de transição necessárias para aplicar a metodologia completa do inventário nacional para cada ano para todo o Brasil. Num exemplo hipotético, se uma área que era floresta em 2002 foi convertida para agricultura em 2010, agora é possível saber se ela virou uma pastagem em 2003 ou se foi abandonada em 2005 e virou um início de floresta secundária até ser novamente

desmatada em 2009 – e estimar como as emissões e remoções de carbono variaram em cada ano. O uso do MapBiomias traz outros dois avanços relevantes, que também impactam toda a série histórica de emissões brasileiras: a inclusão da supressão e regeneração da vegetação secundária e o uso do ano civil (janeiro-dezembro) para o cálculo das transições, incluindo o desmatamento.

Devido à cobertura de nuvens da Amazônia nos meses de primavera e verão, o desmatamento sempre foi estimado pelo sistema Prodes, do Inpe, no período que vai de agosto de um ano a julho do ano seguinte, porque as imagens de satélite eram adquiridas na estação seca. A mudança do chamado “ano-Prodes” para ano-calendário faz, por exemplo, com que o ano do pico de emissões do Brasil no SEEG passe a ser 2003 e não mais 2004, porque o desmatamento recorde de 27,8 mil quilômetros quadrados reportado para 2004 incluía o segundo semestre de 2003, de alta devastação.

No entanto, o MapBiomias muda seus dados todos os anos, refletindo aprimoramentos técnicos e científicos no mapeamento de uma coleção para a outra. Além disso, o último ano da série não tem a informação de um ano posterior para a confirmação da transição detectada, por isso o dado carrega maior incerteza. Isso causa mudanças nos números entre uma coleção e a seguinte do MapBiomias, que são incorporadas também ao SEEG.

O Balanço Energético Nacional, publicado anualmente pelo Ministério de Minas e Energia e que alimenta os dados do setor no SEEG, também sofre modificações frequentemente. Por último, o setor de resíduos também tem alterações em seus cálculos por conta de mudanças em dados de entrada. Por exemplo, o último Censo do IBGE produziu o dado surpreendente de uma queda na estimativa de população do Brasil. Isso fez com que as emissões estimadas para o setor em 2022 também caíssem. O mesmo IBGE causou um “aumento” nas emissões do setor de resíduos em 2024, ao ajustar 5% para cima a estimativa de população do país.

Emissões por Setor

Agropecuária

As emissões de gases de efeito estufa relacionadas ao setor agropecuário brasileiro totalizaram 626 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂e - GWP AR5) em 2024. Em relação ao ano anterior, houve variação negativa de 0,7% configurando estabilidade.

Desde 1970, início da série histórica, as emissões do setor passaram de 211,4 MtCO₂e para o patamar atual, o que corresponde ao aumento de praticamente três vezes no período.

A evolução ao longo do período está diretamente associada à expansão da produção agropecuária no país, em geral ao crescimento da atividade pecuária, à ampliação da área agrícola e ao aumento do uso de insumos. Adicionalmente, o comportamento histórico das emissões reflete não apenas mudanças nos níveis de atividade, mas também transformações nos sistemas produtivos, na composição do rebanho e nas práticas de manejo adotadas ao longo das últimas décadas.

Neste setor são contabilizadas as emissões provenientes de cinco subsetores: (i) Fermentação entérica, o gás metano liberado principalmente pela eructação animal (o popular “arroto” do boi); (ii) Manejo de dejetos animais; (iii) Cultivo de arroz em regime irrigado; (iv) Queima de resíduos agrícolas, principalmente relacionados ao cultivo de cana-de-açúcar; e (v) Solos manejados, que incluem

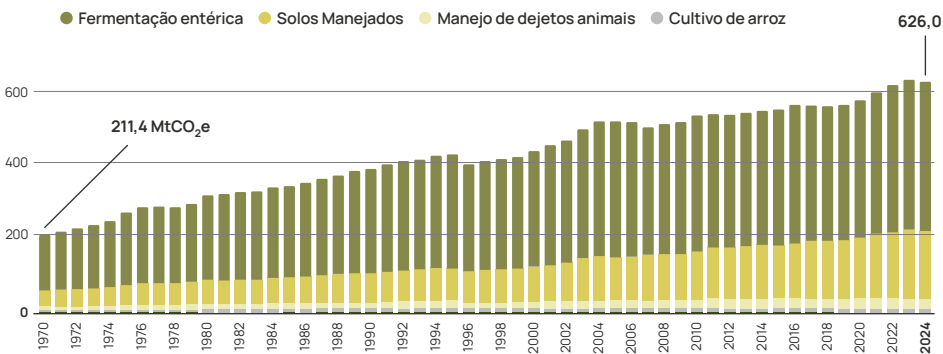
emissões provenientes da aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos e orgânicos, corretivos agrícolas, decomposição de restos culturais e deposição de dejetos em pastagens.



A pecuária representou 80% das emissões totais do setor em 2024. Essa elevada concentração evidencia que estratégias de mitigação no setor agropecuário dependem, majoritariamente, de intervenções direcionadas à pecuária, por meio de ganhos de

eficiência produtiva, mudanças nos sistemas de manejo e/ou adoção de tecnologias de redução de emissões. Os 20% restantes referem-se aos subsetores da agricultura, que incluem o cultivo de arroz irrigado, a queima de resíduos agrícolas e os solos manejados. Na figura 5 está apresentada a evolução das emissões dos subsetores agropecuários ao longo da série histórica, passando de 211,4 MtCO₂e em 1970 para 626,0 MtCO₂e em 2024.

FIGURA 5 - EMISSÕES DA AGROPECUÁRIA POR SUBSETOR DE 1970 A 2024



No topo do ranking está o subsector fermentação entérica, com 64,5% das emissões totais e 404 MtCO₂e. Em seguida, os subsectores solos manejados, manejo de dejetos animais, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas representaram, respectivamente, 29,1% (182,5 MtCO₂e), 4,7% (29,2 MtCO₂e), 1,6% (10 MtCO₂e) e 0,1% (0,4 MtCO₂e) do total. A participação relativa dos subsectores se manteve relativamente estável apesar do crescimento absoluto das emissões ao longo do período avaliado (Figura 6).

FIGURA 6 - PERFIL DAS EMISSÕES DA AGROPECUÁRIA POR SUBSETOR EM 2024



O cenário para os subsectores de maior impacto na agropecuária, fermentação entérica e solos manejados, foi de discreta redução (queda de 0,3%

92% das emissões de metano do setor vieram da fermentação entérica

e 2,5%, respectivamente) nas emissões calculadas para 2024 em relação a 2023. Em contrapartida, os subsetores manejo de dejetos animais, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas apresentaram variações positivas de 1,4%, 8,1% e 24,8%, respectivamente.

No setor agropecuário, o metano é o principal gás de efeito estufa emitido, com significativa participação nos subsetores de queima de resíduos agrícolas e manejo de

dejetos animais, nos quais responde por 58,5% e 86,3% das emissões, respectivamente. Nos subsetores de fermentação entérica e cultivo de arroz, as emissões estão associadas exclusivamente ao metano. De maneira geral, as emissões de metano no setor agropecuário correspondem a 70,2% das emissões totais calculadas a partir do GWP-AR5 (439,4 MtCO₂e).

As emissões totais de metano foram 15,7 MtCH₄, sendo a maior parte associada à fermentação entérica, 91,9%. Os subsetores de manejo de dejetos animais, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas contribuíram com 5,7%, 2,3% e 0,1%, respectivamente.

Fermentação entérica

Os bovinos de corte responderam por 87,9% das emissões por fermentação entérica em 2024. Em menor parte, os bovinos leiteiros representaram 9,1%, de modo que, somados, os dois equivalem a 97% das emissões do subsetor. Os 3% restantes são atribuídos às demais espécies (asininos, bubalinos, caprinos, equinos, muares, ovinos e suínos).



As emissões provenientes dos bovinos são representativas perante às totais do setor agropecuário (626 MtCO₂e), respondendo por 62,6% (391,8 MtCO₂e), sendo que 56,7% (355 MtCO₂e) são originadas pela bovinocultura de corte. Em 2024, a redução de 0,3% nas emissões por fermentação entérica está relacionada principalmente

Os bovinos somam 97% das emissões do subsetor em 2024

à redução de 0,2% do rebanho de bovinos. De acordo com o levantamento do IBGE para o período, o efetivo nacional foi estimado em 238,2 milhões de cabeças.

No caso do rebanho de bovinos de corte, a redução está relacionada ao recorde de abates durante 2024, segundo o levantamento trimestral de abates, também publicado pelo IBGE. Para o rebanho de

bovinos leiteiros, houve queda de 2,8% no efetivo de vacas ordenhadas em relação ao ano anterior. Entretanto, a produção de leite alcançou recorde, com 35,7 bilhões de litros registrados em 2024, devido a melhorias em genética animal e manejo.

Adicionalmente, foi registrado um aumento de aproximadamente 11% no número de bovinos confinados, segundo estimativas do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea/Esalq-USP), em parceria com a DSM-Firmenich. O sistema de confinamento, caracterizado por maior eficiência alimentar, está associado a menores fatores de emissão, uma vez que dietas com maior digestibilidade proporcionam maior consumo de alimento com menor emissão de metano.

Solos manejados

As emissões associadas ao subsetor de solos manejados totalizaram 182,5 MtCO₂e, como supracitado, consolidando-o como o segundo maior contribuinte para as emissões do setor agropecuário.

São avaliadas diversas fontes emissoras relacionadas às práticas agrícolas e pecuárias, incluindo a deposição de dejetos em pastagem, resíduos agrícolas, fertilizantes sintéticos nitrogenados e corretivos agrícolas, cujas emissões foram estimadas em 65,5 MtCO₂e (36%), 40,7 MtCO₂e (22,3%), 36,6 MtCO₂e (20%) e 28,4 MtCO₂e (15,6%), respectivamente.



O uso de fertilizantes sintéticos caiu em 2024, reduzindo emissões em 3%

As emissões associadas à deposição de dejetos em pastagem, de maneira simplificada, são aquelas originadas pelos animais criados a pasto, principalmente os bovinos de corte (79,4% destas emissões). Já as emissões associadas aos resíduos agrícolas são decorrentes da decomposição dos restos de colheita, principalmente soja e milho, que juntos corresponderam a 55% desta categoria. Em relação ao ano anterior, as emissões foram 5,2% menores, reflexo do cultivo de milho, que apresentou queda de 4,9% na área plantada em 2024.

O uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados em 2024 resultou na emissão estimada de 36,6 MtCO₂e, como mencionado neste capítulo, queda de 2,9% em relação ao ano anterior (37,6 MtCO₂e). De acordo com a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), a quantidade consumida de fertilizantes sintéticos em 2024 foi 5,6 milhões de toneladas, aproximadamente 3,8% a menos em relação ao ano de 2023.

Finalmente, as emissões provenientes do uso de calcário passaram de 29,4 MtCO₂e em 2023 para 28,4 MtCO₂e em 2024, uma redução de 3,3%. A estimativa da quantidade total de calcário consumido no país em 2024 foi 59,6 milhões de toneladas, de acordo com a Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL).

Manejo de dejetos animais, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas

No subsetor manejo de dejetos animais, a estimativa em 2024 foi de 29,2 MtCO₂e um aumento de 1,4% em relação ao anterior. As fontes emissoras de maior representatividade foram os suínos e os bovinos de corte, com participações de 43,2% (12,6 MtCO₂e) e 32,9% (9,6 MtCO₂e) nas emissões da categoria e variação de 1,7% e 1,9% em relação a 2023, respectivamente.



No cultivo de arroz as emissões aumentaram 8,1%

No subsetor cultivo de arroz, as emissões de metano, convertidas em CO₂e, totalizaram 10 MtCO₂e em 2024 e o aumento em relação a 2023 foi de 8,1%, reflexo do incremento de área de cultivo sob manejo irrigado. Por sua vez, no subsetor queima de resíduos agrícolas, em que são contabilizadas principalmente as emissões provenientes das áreas com queima de cana-de-açúcar, houve um incremen-

to de 24,8% nas emissões estimadas para 2024, que passaram de 0,3 MtCO₂e para 0,4 MtCO₂e.

Emissões por estado e bioma

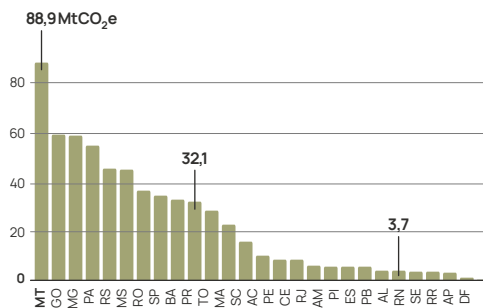
As emissões de gases de efeito estufa do setor agropecuário apresentaram concentração regional, refletindo a distribuição da atividade pecuária e agrícola no território nacional. O estado de Mato Grosso liderou o ranking, com 88,9 MtCO₂e e participação de 14,2% nas emissões brasileiras do setor agropecuário.



Mato Grosso lidera as emissões agropecuárias: 88,9 MtCO₂e (14,2%)

Em seguida, Goiás, Minas Gerais, Pará, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul estão entre os estados mais representativos, com 59,6 MtCO₂e (9,5%), 59,2 MtCO₂e (9,4%), 55,1 MtCO₂e (8,8%), 45,6 MtCO₂e (7,3%) e 45,2 MtCO₂e (7,2%), respectivamente. O estado de São Paulo, ficou em 8º lugar, com 34,6 MtCO₂e e participação de 5,5% nas emissões totais do setor (Figura 7).

FIGURA 7 - EMISSÕES
DA AGROPECUÁRIA POR
ESTADO EM 2024



O Cerrado concentra 32,7% das emissões do setor agropecuário

O estado de Mato Grosso tem a maior participação no efetivo de bovinos, mantendo 32,9 milhões de cabeças do total nacional de 238,2 milhões de cabeças (13,8%), segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) publicada pelo IBGE. O Estado de Goiás, segundo no ranking de emissões, possui o terceiro maior rebanho de bovinos, com representatividade de 9,7% no total do país.

A distribuição das emissões do setor agropecuário entre os biomas em 2024 evidencia maior participação do Cerrado (32,7%; 204,9 MtCO₂e), seguido pela Amazônia (28,6%; 179,0 MtCO₂e) e Mata Atlântica (24,1%; 151,0 MtCO₂e), enquanto Caatinga (7,7%; 48,2 MtCO₂e), Pampa (5,2%; 32,2 MtCO₂e) e Pantanal (1,7%; 10,7 MtCO₂e) apresentam contribuições proporcionalmente menores.

Emissões e remoções de carbono pelos solos agrícolas

É amplamente reconhecido que práticas agrícolas conservacionistas promovem o incremento de carbono no solo. Desde 2015, o SEEG estima a contribuição da dinâmica de emissões e remoções de carbono pelos solos agrícolas no setor agropecuário brasileiro. Para tanto, são utilizadas proxies de uso e cobertura do solo e de práticas de manejo, em razão da impossibilidade de mensuração direta dos estoques de carbono em escala nacional.

Essas emissões e remoções não são contabilizadas no inventário nacional, por isso o Observatório do Clima reporta-as em separado, como emissões NCI (não-contabilizadas no inventário).

O uso e cobertura do solo e as práticas de manejo associadas às emissões incluem as pastagens com médio e baixo vigor, bem como áreas conduzidas sob sistema de plantio convencional. Já, o uso e cobertura do solo e práticas de manejo relacionadas às remoções envolvem os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), florestas plantadas, plantio direto, sistemas de plantio direto e pastagens com alto vigor (bem manejadas).

Se as remoções por solos fossem computadas, o setor agro emitiria 30% menos em 2024

O balanço entre as emissões e remoções de carbono, expressas em CO_2 , pelos solos agrícolas resultou em $190,5 \text{ MtCO}_2$ removidas da atmosfera em 2024. As estimativas de remoções e emissões foram 281 MtCO_2 e $90,5 \text{ MtCO}_2$, respectivamente.

As condições das pastagens são determinantes para o balanço das emissões e remoções (as classificações das áreas entre baixo, médio e alto vigor são oriundas do Projeto MapBiomass). Nesse sentido, as pastagens de alto vigor foram responsá-

veis por 43,6% ($122,6 \text{ MtCO}_2$) das remoções totais (281 MtCO_2 , supracitado). Em relação às emissões totais, as pastagens de baixo vigor foram responsáveis por 38,1% ($34,5 \text{ MtCO}_2$) da estimativa para 2024 ($90,5 \text{ MtCO}_2$).

A partir de 2018, as práticas de manejo convencionais passaram a apresentar maior representatividade, sendo responsáveis por 53,8% ($48,7 \text{ MtCO}_2$) das emissões totais dos solos agrícolas.

Ademais, o aumento estimado da adoção de ILPF contribuiu para as remoções totais ao longo do período, em 2005 a remoção estimada foi $10,2 \text{ MtCO}_2$ e em 2024 passou para $122,1 \text{ MtCO}_2$. Na figura 8 estão apresentadas as emissões e remoções por uso e cobertura do solo e por práticas de manejo para 2024, enquanto na figura 9 estão apresentadas essas emissões e remoções para o período entre 2005 e 2024.

FIGURA 8 - EMISSÕES E REMOÇÕES DE CO₂ PELOS SOLOS AGRÍCOLAS (NCI) EM 2024

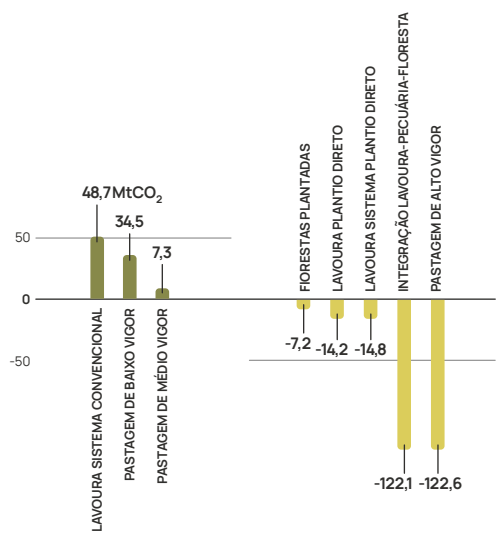
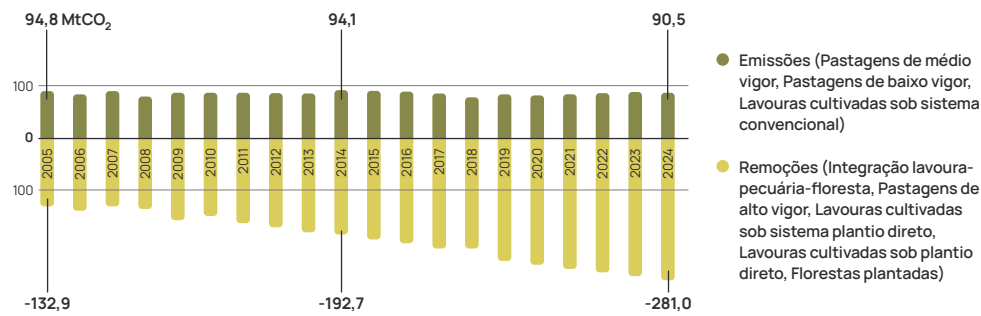
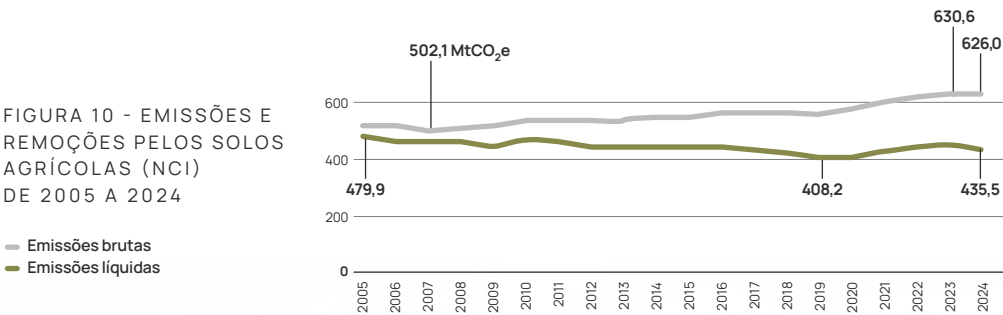


FIGURA 9 - EMISSÕES E REMOÇÕES PELOS SOLOS AGRÍCOLAS (NCI) DE 2005 A 2024



Caso as emissões e remoções por solos agrícolas fossem contabilizadas no inventário, as emissões líquidas do setor agropecuário seriam 30% menores em 2024, caindo de 626 MtCO₂e para 435,5 MtCO₂e (Figura 10).

FIGURA 10 - EMISSÕES E REMOÇÕES PELOS SOLOS AGRÍCOLAS (NCI) DE 2005 A 2024

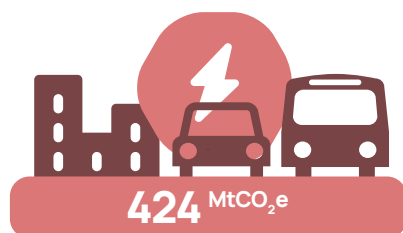


As estimativas do SEEG evidenciam a relevância da contabilização das remoções de carbono pelos solos agrícolas. A adoção de práticas de manejo conservacionistas, como a melhoria das condições das pastagens, a expansão de sistemas integrados e o sistema plantio direto, está associada ao incremento dos estoques de carbono no solo, contribuindo para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

A inclusão dessas remoções, ainda que em caráter exploratório e condicionada às limitações metodológicas inerentes à escala nacional, permite uma leitura mais completa da dinâmica do carbono nos sistemas agropecuários brasileiros, evidencia o potencial do setor para a redução de suas emissões líquidas e, pode subsidiar a formulação de políticas públicas direcionadas à implementação de sistemas produtivos mais sustentáveis.

Energia e Processos Industriais

O setor de energia abrange as emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de combustíveis utilizados para gerar calor, força motriz ou eletricidade em diversas atividades econômicas, desde o transporte de pessoas e cargas até a indústria ou a cocção de alimentos. Assim, tanto o dióxido de carbono (CO_2) liberado pela combustão da gasolina que movimenta automóveis quanto aquele proveniente da queima de gás fóssil para aquecer caldeiras industriais são contabilizados nesse setor.



Além dessas emissões diretas, o setor de energia também inclui as chamadas emissões fugitivas, que correspondem aos escapes intencionais ou acidentais de gases, especialmente metano (CH_4), durante a exploração, o processamento, o armazenamento e o transporte de combustíveis fósseis. Essas perdas/vazamentos são particularmente relevantes na cadeia do petróleo e do gás, contribuindo de forma significativa para as emissões de CH_4 , um gás com alto potencial de aquecimento global.

O setor de Processos Industriais e Uso de Produtos (Piup), por sua vez, contabiliza as emissões que resultam do uso de produtos ou de transformações físico-químicas inerentes à fabricação de materiais e bens de consumo. São exemplos o dióxido de carbono emitido na produção de cimento ou de aço e os gases refrigerantes fluorados (HFCs) que escapam durante a fabricação, uso e descarte de sistemas de climatização.



Esses dois setores são tratados conjuntamente neste capítulo, dada a correlação entre suas dinâmicas de emissões e o comportamento

macroeconômico do país. Os montantes emitidos por ambos estão relacionados com o nível de atividade industrial, com a expansão do consumo energético e com o perfil tecnológico predominante no Brasil. Além disso, esses setores compartilham algumas categorias emissoras, já que as indústrias emitem tanto pela queima de combustíveis quanto pelos processos produtivos (Piup). As figuras a seguir ilustram, primeiramente, as emissões desses dois

setores e, depois, a alocação de tais emissões nas respectivas atividades econômicas correspondentes.

Cimento, aço e HFCs são exemplos centrais do setor Piup

FIGURA 11 - EMISSÕES NOS SETORES DE ENERGIA E PROCESSOS INDUSTRIAIS

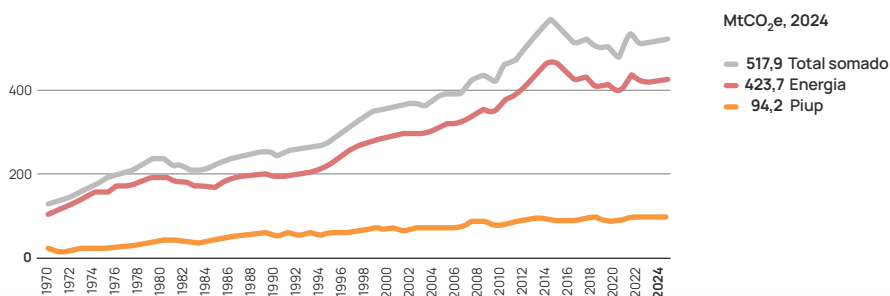
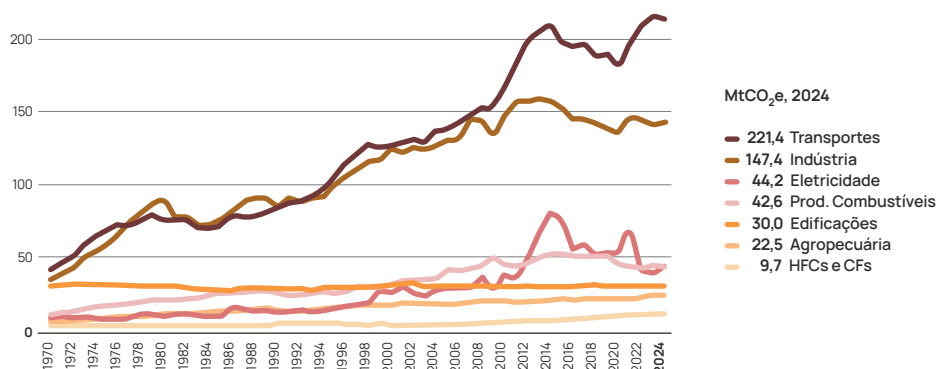


FIGURA 12 - EMISSÕES NAS ATIVIDADES/SUBSETORES DE ENERGIA E PROCESSOS INDUSTRIAIS



Em 2024, os setores de energia e Piup emitiram cerca de 518 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e), representando aproximadamente 24% das emissões brutas brasileiras – 20% do total emitido no Brasil foi proveniente do setor de energia e outros 4% de Piup. Tanto energia quanto Piup apresentaram um aumento discreto de emissões em relação ao ano anterior (2023), sendo de 1% para o primeiro setor e 3% para o segundo.

O Balanço Energético Nacional referente ao ano-base 2024 (BEN 2025) indica que esses setores não tiveram crescimento maior de emissões devido ao

avanço do uso de fontes renováveis, sobretudo na geração elétrica e no transporte de passageiros. Com isso, a oferta interna total de energia primária pôde crescer cerca de 2,4%, refletindo a expansão econômica moderada do país e o aumento do consumo nos setores industrial e de transporte, sem que isso necessariamente significasse aumento de emissões na mesma taxa.

A matriz energética brasileira segue 50% renovável e 50% fóssil

A matriz energética brasileira manteve-se dividida equitativamente entre fontes renováveis (50%) e fósseis (50%). Essa estrutura com grande participação reno-

vável convive com uma demanda crescente por energia ao longo dos anos, que, muitas vezes, é suprida por derivados de petróleo, principalmente nos transportes, maiores consumidores dessa fonte de energia no país.

Transportes

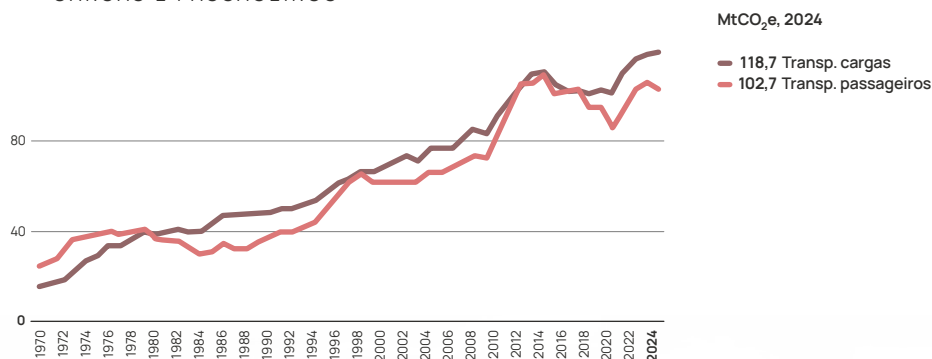
A atividade de transportes permaneceu como principal vetor de emissões dos setores de energia e indústria, representando cerca de 43% de tudo o que emitiram em 2024. Aquele ano, no entanto, apresentou uma inflexão na trajetória das emissões de transportes de passageiros: o montante emitido variou de 106 MtCO₂e em 2023 para 103 MtCO₂e em 2024, atingindo uma redução de 3%, mesmo com o aumento do volume de deslocamentos e do consumo energético na atividade.



Esse resultado decorre, entre outros fatores, do recorde histórico de consumo de etanol, que alcançou 36 bilhões de litros, impulsionado por uma safra de cana-de-açúcar favorável e pela expansão expressiva do etanol de milho, que já responde por 20% da produção nacional. Assim, o avanço dos biocombustíveis impediu que o crescimento observado do deslocamento de passageiros resultasse em maior emissão líquida de CO₂.

No transporte de carga, que consome predominantemente diesel de petróleo, as emissões permaneceram estáveis, variando de 118 MtCO₂e no ano de 2023 para 119 MtCO₂e em 2024. O aumento do teor de biodiesel na mistura com diesel fóssil vendida comercialmente contribuiu para conter o crescimento dessas emissões, compensando parcialmente o incremento no consumo total de energia no transporte rodoviário de bens e mercadorias.

FIGURA 13 - EMISSÕES NO SETOR DE TRANSPORTES: CARGAS E PASSAGEIROS



Apesar desses sinais de transição, o transporte segue sendo um dos principais desafios da descarbonização dos setores de energia e indústria brasileiros. Para transformar essa realidade, o país precisará combinar políticas estruturais e tecnológicas:

- Ampliar a participação dos biocombustíveis, garantindo que a produção da biomassa necessária não provoque novos desmatamentos ou competição por terra com usos prioritários, como a cultura de alimentos e o reflorestamento;
- Eletrificar progressivamente a frota de veículos;
- Redirecionar investimentos logísticos para ferrovias e hidrovias, reduzindo a dependência do modo rodoviário (intensivo em carbono), desde que sejam levados em consideração rigorosos critérios de planejamento e expansão desses outros modos de transporte, com o objetivo de evitar impactos socioambientais negativos;
- Integrar planejamento territorial urbano e mobilidades ativa e coletiva como estratégia essencial para reduzir o uso do automóvel e, portanto, mitigar as emissões associadas.

Geração de eletricidade

Em 2024, a geração elétrica apresentou crescimento de 17% nas emissões em relação a 2023, atingindo 44 MtCO₂e. Embora o aumento tenha sido expressivo em termos percentuais, o valor absoluto de emissões atingido permanece bem abaixo do recorde de 82 MtCO₂e registrado em 2014, ano de forte estiagem.

O aumento em 2024 reflete oscilações regionais no regime hídrico, influenciando negativamente a geração hidrelétrica e levando a uma maior utilização de termelétricas fósseis, acionadas como forma de responder a parte da elevação da demanda elétrica nacional. A expansão das renováveis não-hídricas, no entanto, manteve o balanço geral de fontes energéticas utilizadas no setor elétrico relativamente equilibrado. Segundo o último Balanço Energético



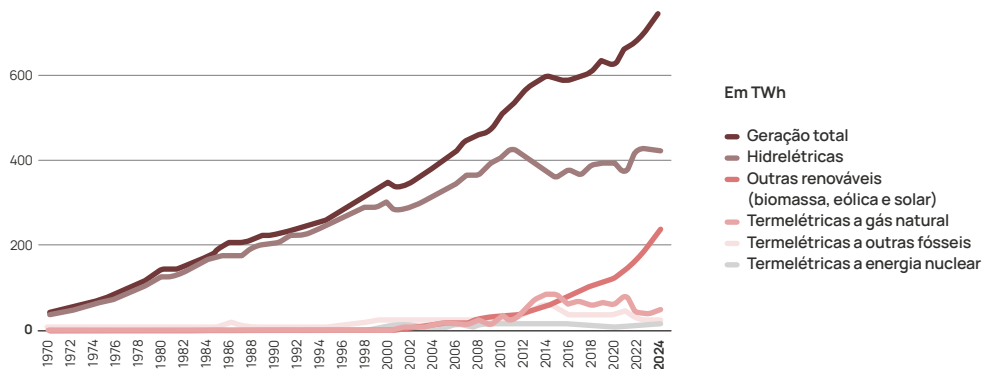
As emissões da geração de eletricidade cresceram 17% em 2024

Nacional, usinas solares e eólicas responderam por quase 24% da geração elétrica total em 2024, consolidando uma tendência de maior penetração dessas fontes no sistema.

A geração solar fotovoltaica, somando sistemas centralizados e distribuídos, cresceu 40% em 2024, enquanto a geração eólica aumentou 12%. Combinadas, essas fontes contribuem para o patamar de 88%

de geração renovável na matriz elétrica nacional e marcam um avanço relevante na transição energética brasileira. No entanto, integrar essas diferentes fontes e suas características no Sistema Interligado Nacional (SIN), de modo a potencializar o aproveitamento de fontes renováveis, é um importante desafio que já precisa ser enfrentado.

FIGURA 14 - GERAÇÃO DE ELETRICIDADE NO BRASIL POR CATEGORIA DE USINA



Fonte: Balanço Energético Nacional 2025 - Ano-base 2024 (Ministério de Minas e Energia).

Indústria

O conjunto das atividades industriais apresentou, em 2024, estabilidade nas emissões totais, que consideram os setores de energia e Piup. Houve aumento de apenas 2% nas emissões da indústria, refletindo certa moderação dessa atividade econômica no país.

As emissões por Piup subiram 3%, puxadas pelo aumento da produção de aço

Na parcela de emissões referentes especificamente ao consumo de energia na indústria, observou-se estabilidade. No componente Piup, as emissões cresceram cerca de 3%, influenciadas principalmente pelo aumento da produção de aço em 2024 em relação à 2023.

A consolidação de uma estratégia de transição energética justa e integrada para a indústria (assim como para todas as outras atividades aqui citadas), que conecte eletrificação, uso de bioenergia, eficiência energética, inovação e salvaguardas am-

bientais é fundamental para reduzir a intensidade de carbono da economia brasileira ao longo da próxima década.

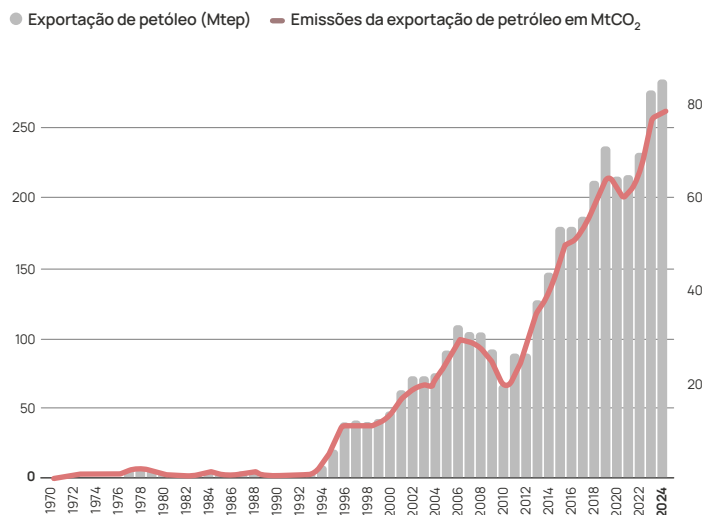
Emissões ocultas: exportação de petróleo

Embora o Brasil apresente certa estabilidade nas emissões internas do setor energético, há uma dimensão frequentemente negligenciada: as emissões indiretas associadas ao petróleo exportado.

Em 2024, o país exportou 85 milhões de toneladas de óleo cru (Mtep), superando o recorde anterior e consolidando-se como um dos maiores exportadores mundiais. As emissões relacionadas a esse óleo, no entanto, não são contabilizadas no inventário nacional, já que o carbono é emitido no país importador, quando os derivados do petróleo comprado são queimados.

Esse fenômeno revela uma dissociação entre responsabilidade territorial e responsabilidade climática. O Brasil, ao expandir sua produção e exportação de petróleo, não aumenta necessariamente as emissões que ocorrem em seu território, mas contribui indiretamente para o aumento das emissões globais.

FIGURA 15 - EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA EXPORTAÇÃO DE PETRÓLEO E VALOR ABSOLUTO EXPORTADO



A discussão sobre as emissões associadas às exportações de combustíveis fósseis (chamadas de “emissões de escopo 3”) torna-se, portanto, essencial para uma avaliação mais justa e transparente da contribuição brasileira às mudanças climáticas. Incorporar esse debate às políticas de transição energética pode fortalecer a coerência entre a agenda de mitigação doméstica e a responsabilidade climática global do país.

O papel dos biocombustíveis na contenção das emissões do setor de energia

Os biocombustíveis já se consolidaram como uma das principais soluções de mitigação das emissões do setor de energia no Brasil. Em um contexto de aumento da atividade de transportes e do consequente consumo total de combustíveis, o avanço do etanol e do biodiesel, por exemplo, impediu que o crescimento econômico se traduzisse em aumentos proporcionais das emissões de gases de efeito estufa.

O avanço desses biocombustíveis possibilitou a redução de 3% nas emissões do transporte de passageiros, mesmo com a estimativa de crescimento da quilometragem percorrida no ano de 2024 em comparação com 2023. Em outras palavras, a atividade econômica aumentou, mas as emissões foram parcialmente dissociadas da demanda por energia, um processo salutar para a transição energética do setor.

No transporte de cargas, o aumento da mistura obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercial manteve as emissões praticamente estáveis (119 MtCO₂e em 2024, contra 118 MtCO₂e em 2023). Os biocombustíveis atuaram, assim, como mecanismo de contenção de emissões, reforçando sua importância no curto prazo enquanto tecnologias de propulsão elétrica e infraestrutura logística de baixa emissão ainda avançam de forma gradual.

No entanto, persiste o desafio de garantir que a expansão da oferta de biocombustíveis não promova pressão sobre áreas naturais ou sobre a agricultura de alimentos*. Assim, uma política de incentivo à bioenergia exige mecanismos de monitoramento e verificação robustos, que assegurem que o ganho climático dessa categoria de energia não seja comprometido por impactos indesejados, como novos desmatamentos e emissões associadas à cadeia agroindustrial.

* Ver IEVIA/Observatório do Clima, Biocombustíveis no Brasil: alinhando transição energética e uso da terra para um país carbono negativo. Disponível em: <https://energiaemambiente.org.br/produto/biocombustiveis-no-brasil-alinhando-transicao-energetica-e-uso-da-terra-para-um-pais-carbono-negativo>

Resíduos

Em 2024, o setor de resíduos foi responsável pela emissão de 95,7 milhões de toneladas de CO₂e, um aumento de 3,6% em relação ao ano anterior. Desde 2019 as emissões permaneciam estáveis, em torno de 93 milhões de toneladas, sem grandes oscilações. No entanto, no último ano foi observado um aumento mais representativo, associado a um crescimento nos subsetores relacionados com tratamento de efluentes domésticos, industriais e, principalmente, a disposição final de resíduos sólidos.

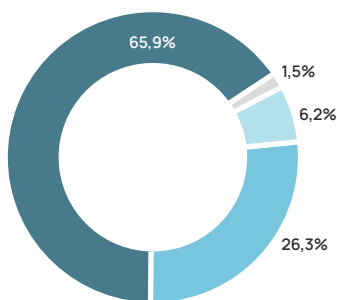
Apesar da baixa contribuição setorial quando são consideradas as emissões dos diferentes tipos de GEE a nível nacional, quando se olha exclusivamente para as emissões do metano, o setor é responsável pela emissão de 16% das emissões brasileiras deste tipo de gás.



Do total emitido, a principal contribuição vem da disposição de resíduos sólidos em aterros controlados, lixões e aterros sanitários (65,9%), seguida do tratamento de efluentes domésticos (26,3%), do tratamento de efluentes líquidos industriais (6,2%) e contribuições menos significativas da incineração, da queima a céu aberto e da compostagem (1,5%), práticas pouco adotadas no Brasil. A figura abaixo ilustra a divisão das emissões do setor.

FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DAS EMISSÕES DO SETOR DE RESÍDUOS NO ANO DE 2024

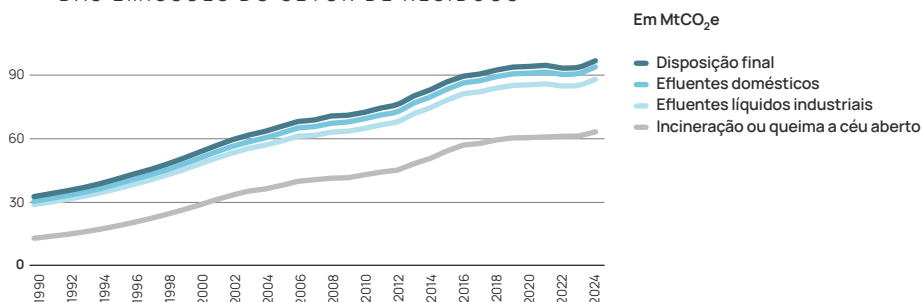
- Disposição final
- Efluentes domésticos
- Efluentes líquidos industriais
- Incineração ou queima a céu aberto



Historicamente, as emissões do setor são marcadas pelo crescimento acentuado. Esse comportamento está associado ao aumento da população, a avanços no acesso aos serviços de saneamento, bem como ao aproveitamento dos gases gerados no tratamento de resíduos. No entanto, a gestão sustentável de resíduos sólidos (considerando práticas de valorização de

resíduos sólidos e utilização de diferentes rotas de tratamento) tem avançado pouco: apesar das políticas e planos setoriais, apenas cerca de 2% dos resíduos secos e orgânicos são recuperados e desviados de aterros sanitários, controlados e lixões, o que não gera grandes alterações no comportamento das emissões ao longo dos últimos anos.

FIGURA 17 - SÉRIE HISTÓRICA (1990 A 2024)
DAS EMISSÕES DO SETOR DE RESÍDUOS



Disposição final de resíduos sólidos

A disposição final é o encaminhamento de resíduos sólidos para aterros sanitários, controlados e lixões. É uma componente importante do setor, pois produz quantidades significativas de metano, por meio da decomposição da fração orgânica em condições anaeróbicas. O potencial de geração de CH₄ dos resíduos sólidos é estimado a partir da análise da composição gravimétrica, do tipo de gestão adotada nos locais de disposição final – lixões, aterros controlados ou aterros sanitários –, índices de precipitação, temperatura e da quantidade de material encaminhada para cada tipo de destino.

Em 2024, a disposição final de resíduos sólidos foi responsável pela emissão de 63,1 MtCO₂e. Além do crescimento populacional e do aumento na geração de resíduos verificado desde 1970, também se observa uma ampliação do acesso aos serviços de gestão de resíduos sólidos municipais, em especial na taxa de coleta e nos índices de disposição final ambientalmente adequada, o primeiro



em aproximadamente em 92% e o segundo em 75% de acordo com dados apresentados no Painel de indicadores do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA)¹. Nos últimos anos também foi observado o aumento de 9% na quantidade estimada de resíduos sólidos coletados no país. As emissões de metano em aterros sanitários representam umas das principais atividades emissoras de gases de efeito estufa em regiões metropolitanas.

Desde a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 2011, o país passou a avançar, ainda que muito lentamente, na erradicação de lixões. Hoje mais de 70% dos resíduos são dispostos em aterros sanitários, isso também significa que a maior parte das emissões do setor estão associadas a essa lógica de tratamento (53% das emissões totais de todo o setor de resíduos). Apesar de a erradicação de lixões ser uma principais medidas para uma gestão apropriada de resíduos sólidos – afinal, seu funcionamento afeta a saúde, o meio ambiente e viola os direitos humanos de milhares de pessoas –, em

Mais de 70% dos resíduos vão para aterros sanitários

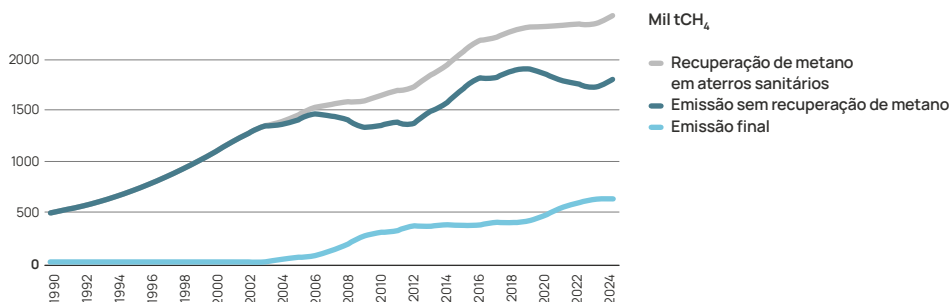
termos de hierarquia de gestão, medidas como prevenção, minimização, reutilização e reciclagem devem ser priorizadas. No entanto, essas opções ainda não são amplamente disseminadas a nível nacional, com índices de recuperação ainda pouco representativos.

O aproveitamento energético também aparece como uma medida na priorização da gestão adequada de resíduos sólidos (e também se qualifica como uma importante

medida de mitigação) por meio da recuperação de biogás em aterros sanitários, seja por queima em flare ou por recuperação energética. Desde 2003 são observadas iniciativas nesse sentido e a quantidade de metano recuperado aumenta de ano a ano. Em 2024, foram recuperadas 581,2 mil toneladas de CH₄ em 54 aterros sanitários, o que representou um aumento de 0,4% em relação ao ano anterior. A recuperação do biogás é responsável por evitar a emissão de cerca de 25% de todo metano gerado na disposição final.

¹ Ministério das Cidades, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/dashboard?modulo=residuos_solidos

FIGURA 18 - EMISSÃO DE METANO PELA DISPOSIÇÃO FINAL CONSIDERANDO A RECUPERAÇÃO DE BIOGÁS EM ATERROS SANITÁRIOS



Tratamento biológico

O tratamento biológico consiste na degradação do carbono orgânico por meio de processos como compostagem e digestão anaeróbica em unidades de tratamento biológico. Como a quantidade de resíduos encaminhada para essas rotas é baixa, as emissões dessa categoria também são menos significativas. Em 2024, o tratamento biológico, em especial a compostagem, foi responsável pela emissão de cerca de 27,9 mil tCO₂e, contribuindo com menos de 0,05% do total das emissões do setor de resíduos.

Incineração e queima a céu aberto

A incineração e a queima a céu aberto são práticas de tratamento térmico, caracterizadas pela queima, controlada ou não, de resíduos. Em 2023, foram responsáveis pela emissão de 1,4 MtCO₂e, mantendo a mesma contribuição em relação a 2023.

A incineração, que no Brasil é utilizada exclusivamente para o tratamento de resíduos de serviços de saúde, representa uma baixa quantidade relativa de resíduos; logo, sua contribuição nas emissões totais do setor é menos significativa.



Mais acesso à coleta reduz emissões por queima a céu aberto

Já a queima a céu aberto é uma prática adotada por parte da população que não tem cobertura dos serviços de coleta e tratamento de resíduos. Apesar de a população ter aumentado expressivamente desde 1999, as emissões relacionadas com essa prática não estão aumentando de forma significativa, refletindo o fato de que cada vez mais a população brasileira ganha acesso aos serviços de saneamento.

Efluentes líquidos domésticos

Efluentes líquidos domésticos apresentam alto teor de carga orgânica, que, quando decomposta, pode gerar significativa emissão de CH_4 . O material originado em residências pode ser tratado in situ (não coletado), coletado e tratado em estações de tratamento ou descartado diretamente



em corpos hídricos. Em 2024, o tratamento e o afastamento de efluentes líquidos foram responsáveis pela emissão de 25,2 MtCO_2e , sendo a segunda categoria que mais contribui para as emissões relacionadas com o setor.

Faltam informações bem consolidadas e atualizadas sobre os tipos de tratamento adotados nas diferentes Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) no país. Apesar disso, estima-se que, em 2024, cerca

de 44% das emissões dessa categorias vieram de efluentes coletados e não tratados e/ou não coletados; 43%, de efluentes coletados e tratados e; 14% de soluções individuais.

Efluentes líquidos emitiram 25 MtCO_2e em 2024

As emissões de gases de efeito estufa da fração do efluente que é coletada e tratada são maiores em relação à quantidade de efluentes, por serem adotadas rotas que propiciam a atuação de microrganismos metanogênicos. No entanto, a fração sem coleta e sem tratamento é o segundo maior contribuinte, indicando que, apesar de maiores investimentos e expansão da rede, ainda é necessário avançar bastante para promover a universalização do saneamento básico no Brasil.

Efluentes líquidos industriais

Em 2024, a categoria de efluentes líquidos industriais foi responsável pela emissão de 5,9 MtCO₂e, representando 6,2% das emissões do setor e um aumento de 2,5% em relação a 2022. A produção de leite cru (42%), de carne bovina (19%) e de celulose (17%) são as principais fontes de emissão da



categoria. Ademais, a produção de leite pasteurizado foi a única que apresentou queda das suas emissões, em relação a 2023, com uma redução de 11%.

A categoria de efluentes líquidos industriais apresenta um comportamento de emissões distinto do observado para efluentes domésticos, pois as emissões estão diretamente correlacionadas com a produção industrial e não com as taxas de crescimento populacional.

Efluentes industriais seguem o ritmo da produção, não da população

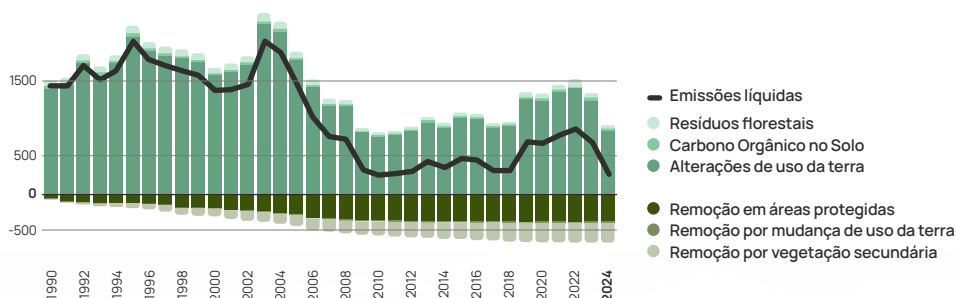
Mudanças de Uso da Terra e Florestas

As mudanças no uso da terra foram responsáveis pela emissão de 906 milhões de toneladas brutas de CO₂ equivalente em 2024 (Figura 19). A maior parte disso (98%) é proveniente do desmatamento, que emitiu, em 2024, 887 Mt CO₂ equivalente. Isso coloca o setor como a maior fonte de emissão bruta de gases do efeito estufa do país, representando 42% do total nacional naquele ano. Se descontadas as remoções por áreas protegidas, vegetação secundária e outras mudanças de uso da terra, o setor apresentou uma emissão líquida de 249 MtCO₂ equivalente no último ano, cerca de 15% do total do país.



Nos últimos dois anos da série histórica, desde 2022, pode-se observar uma queda nas emissões brutas do setor, de 12% entre 2022 e 2023 e de 32% entre 2023 e 2024, explicada principalmente pela queda do desmatamento nesse período. Em termos de emissão líquida, a queda foi de 14% entre 2022 e 2023 e de 41% entre 2023 e 2024.

FIGURA 19 - EMISSÕES E REMOÇÕES BRUTAS E EMISSÕES LÍQUIDAS POR MUDANÇA DE USO DA TERRA NO BRASIL ENTRE 1990 E 2024



No Cerrado, as emissões caíram 20%; no Pantanal, 66%

O panorama por bioma indica que a Amazônia continua sendo o bioma com maior representatividade do total de emissões brutas (Figura 20). No entanto, a queda significativa observada entre 2022 e 2024 (de 53% no agregado) diminuiu a distância das emissões desse bioma em relação aos outros biomas brasileiros, pas-

sando de 75% em 2022 para 59% no último ano. Segundo o sistema Prodes, do Inpe, o bioma Amazônia registrou uma queda no desmatamento de 37% entre 2022 e 2023 (de 12.479 para 7.812 km²) e de 22% entre 2023 e 2024 (de 7.812 para 6.076 km²). No agregado, a queda entre 2022 e 2024 foi de 51% segundo o Prodes, consistente com a redução agregada observada nas emissões brutas.

Outros dois biomas apresentaram quedas importantes de emissão no último ano da série: 20% no Cerrado (de 259 Mt CO₂e em 2023 para 207 Mt CO₂e em 2024) e 66% no Pantanal (14 Mt CO₂e em 2023 para 5 Mt CO₂e em 2024). Apesar de os dados do MapBiomas de conversão de vegetação nativa em outros usos da terra (como a agropecuária) usados pelo SEEG serem distintos do dado do Prodes em relação ao período (o MapBiomas considera o ano-calendário, de janeiro a dezembro, enquanto o Prodes mede o desmatamento de agosto de um ano a julho do ano seguinte), a tendência e a ordem de grandeza da mudança foram ambas capturadas no cálculo de emissões do setor.

FIGURA 20 - EMISSÕES BRUTAS POR MUDANÇA DE USO DA TERRA POR BIOMA ENTRE 1990 E 2024 E A PROPORÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE CADA BIOMA PARA AS EMISSÕES BRUTAS EM 2024

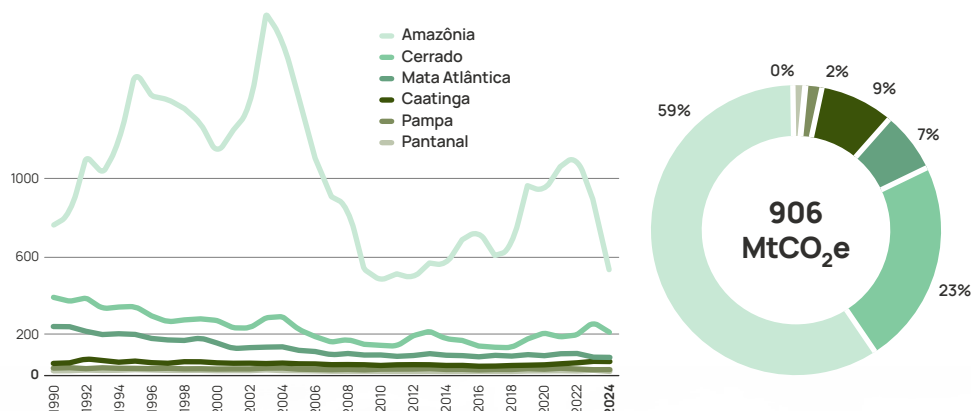
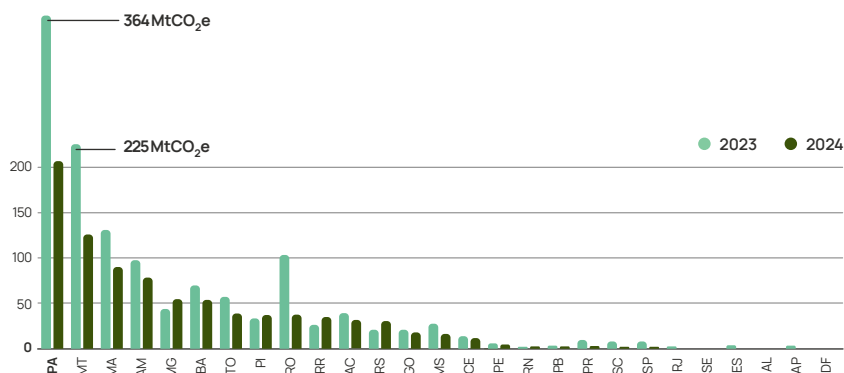




FIGURA 21 - COMPARAÇÃO DAS EMISSÕES BRUTAS POR ESTADO EM 2023 E 2024, NO SETOR DE MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTAS



Rondônia teve a maior queda em emissões brutas, 65%

Quase todos os estados brasileiros observaram uma queda nas emissões brutas por mudança de uso da terra entre 2023 e 2024. As maiores quedas foram registradas em Rondônia (65%), Pará (44%), Mato Grosso (44%) e no Maranhão (32%). Apenas cinco estados apresentaram aumento nas emissões brutas, e isso inclui: Rio Grande do Sul (47%), Roraima (32%), Sergipe (25%), Minas Gerais (23%) e Piauí (11%).

Emissões por fogo

O Brasil não contabiliza em seus inventários de emissões o carbono lançado na atmosfera por queimadas não relacionadas a desmatamento e outras formas de degradação. No entanto, vários estudos vêm mostrando que florestas tropicais, em especial na Amazônia, estão cada vez mais vulneráveis a incêndios que não deveriam acontecer em matas úmidas, e que afetam milhões de hectares de florestas em pé – como aconteceu nos anos de 2023 e 2024. O cânone científico dava conta de que essas emissões não deveriam ser contabilizadas porque, após uma queimada, se não houver corte raso, a floresta cresce de novo, sequestrando novamente o carbono emitido durante a queima.

Dados recentes vêm sugerindo que isso pode não ser verdade. Num cenário de aquecimento global, a intensidade do fogo é maior e seu intervalo de recorrência, menor, o que significa que uma floresta queimada pode ser

atingida novamente por um incêndio antes que possa recuperar a biomassa perdida. Este é um feedback (mecanismo de retroalimentação) climático teorizado pelos cientistas pelo menos desde os anos 2000² e que parece estar em ação na Amazônia.

Por essa razão, desde 2018, a equipe responsável pelas estimativas de emissões por mudança de uso da terra no SEEG tem feito um esforço de estimar a quantidade de gases de efeito estufa lançados anualmente na atmosfera por queimadas. A

partir de 2022, o cálculo dessas emissões foi refinado utilizando os valores de biomassa e matéria morta (necromassa) acima do solo do Quarto Inventário Nacional, e os mapas de área queimada do MapBiomass Fogo. Os dados passaram a ser reportados a partir do SEEG 10 como emissões NCI

**A mudança
do clima está
alterando o
regime de
fogo no país**

2 PM. Cox et al., "Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century". Theoretical and Applied Climatology, Volume 78, pages 137–156, (2004)

(não-contabilizadas no inventário). São chamadas de emissões não associadas ao desmatamento, para diferenciá-las das emissões por queima de resíduos florestais, processo associado ao desmatamento e considerado no Inventário Nacional pelo setor MUT.

Essas emissões são fruto do avanço na forma como a ciência entende a dinâmica de mortalidade e recrescimento da vegetação nativa no momento do fogo e após o fogo. O cálculo depende do tipo de vegetação considerado. Para florestas, o consumo do material combustível no momento da passagem do fogo (emissões imediatas) está relacionado às emissões de CO_2 , CH_4 e N_2O pela combustão de madeira morta e serrapilheira. No entanto, em florestas também são consideradas as emissões posteriores de CO_2 pela mortalidade das árvores (emissões tardias). Em vegetações savânicas, considera-se que uma proporção de CO_2 é removida pela recuperação da vegetação após o fogo, a depender da intensidade e frequência dos incêndios, pois é um tipo de vegetação adaptado ao fogo. Já em vegetações campestres, considera-se que o carbono perdido é completamente recuperado após o fogo e só entram

Se computado, fogo dobraria emissão por desmate

nas estimativas de emissões os outros gases-estufa produzidos como emissão imediata no momento da passagem do fogo (CH_4 e N_2O). Esse mesmo raciocínio é aplicado à estimativa de emissões por queima de pastagens, como se verá abaixo.

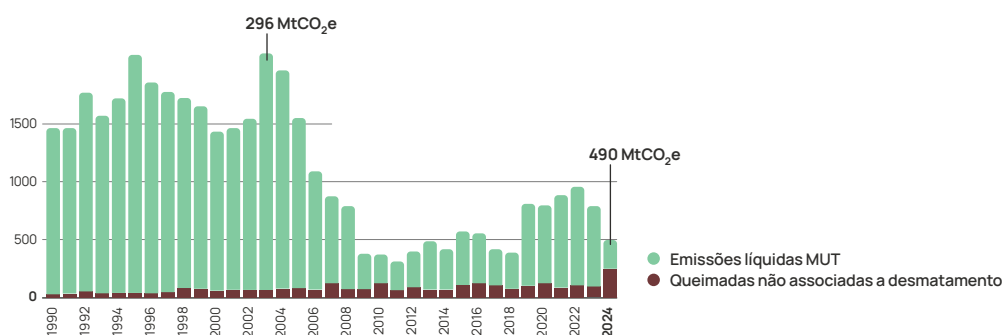
Os cálculos também descontam uma proporção de 15% das emissões por queimadas em savanas e campos para considerar

apenas incêndios de origem antrópica. Essa proporção representa a proporção histórica dos incêndios que ocorrem em savanas e campos na época chuvosa (dados do monitor do fogo da iniciativa MapBiomass Fogo). Considerando todos esses incêndios em época chuvosa como de origem natural, temos uma estimativa conservadora das emissões por fogo antrópico no Brasil. Os detalhes metodológicos desses cálculos podem ser acessados na nota metodológica do setor MUT.

Essas emissões têm uma grande representatividade frente às emissões líquidas do setor (em média 20% das emissões líquidas na última década), mas em 2024, com os eventos de incêndios observados em todo o país, as emissões por queimadas foram de 241 Mt CO_2 equivalente, e isso representou

97%, ou seja, quase o dobro das emissões líquidas do setor MUT, com 249 Mt CO₂ equivalente (Figura 22). Em média, 87% das emissões líquidas totais por queimadas em vegetação nativa (em CO₂ equivalente) são emissões de CO₂, enquanto o metano (CH₄) contribui com 10% e o óxido nitroso (N₂O), com 3%.

FIGURA 22. EMISSÕES LÍQUIDAS TOTAIS DE MUT E EMISSÕES POR QUEIMADAS NÃO ASSOCIADAS A DESMATAMENTO ENTRE 1990 E 2024



Além da estimativa das emissões por queimadas não associadas ao desmatamento em vegetação nativa, a Coleção 13 do SEEG também traz um exercício de cálculo das emissões de gases de efeito estufa por queimadas

em pastagens que permaneceram como pastagens. Essa estimativa foi realizada pela primeira vez na Coleção 12, para o ano de 2023, e também é reportada como NCI (emissão não-contabilizada no inventário).

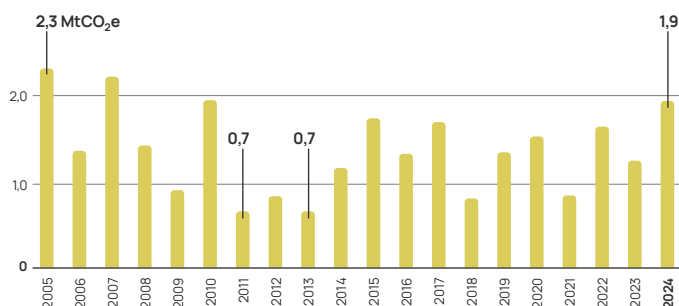
Basicamente, essas emissões foram estimadas a partir dos dados das áreas de cicatrizes de fogo do MapBiomass (Dados preliminares da Coleção 4), da metodologia de cálculo proposta pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e dados disponíveis de

biomassa do Quarto Inventário Nacional. Em 2024, as emissões associadas à queima de pastagens que permaneceram como pastagens totalizaram 1,9 MtCO₂e (GWP-AR5), provenientes da área queimada estimada em 5,9 Mha.

O aumento da intensidade e recorrência do fogo ameaça a recuperação das florestas

Esse valor representa um aumento em relação a 2023 (1,3 MtCO₂e) e a 2022 (1,6 MtCO₂e), configurando o maior nível de emissões desde 2010, quando foram registrados 2 MtCO₂e e 6,1 Mha (Figura 23).

FIGURA 23 -
EMISSIONES PELA QUEIMA
DE PASTAGENS QUE
PERMANECERAM COMO
PASTAGENS NO BRASIL
(2005-2024)



As emissões expressas em CO₂e na figura acima decorrem principalmente do metano (54%) e óxido nitroso (46%) provenientes da combustão da biomassa das pastagens, considerando os reservatórios da biomassa aérea e de matéria orgânica morta. O gás emitido em maior quantidade é o CO₂, no entanto, essa emissão não é considerada adicional, uma vez que o CO₂ é reincorporado à biomassa vegetal ao longo do ciclo de crescimento.

Nos biomas brasileiros, prevalecem as emissões decorrentes das queimadas em pastagens no bioma Amazônia, que concentraram 92,8% das emissões em 2024, mantendo o bioma como o principal contribuinte ao longo da série histórica. Em seguida, o Cerrado respondeu por 5,9% das emissões nacionais. Os biomas Mata Atlântica e Pantanal apresentaram participações semelhantes, com 0,6% cada, enquanto a Caatinga contribuiu com 0,1% das emissões totais.

Finalmente, as emissões por queima de pasto que ocorrem no bioma Pampa ocorrem em pastagens naturais, portanto, foram alocadas no setor de MUT.

O uso do fogo como prática de manejo apresenta diferentes finalidades nos sistemas produtivos extensivos, sendo historicamente empregado para a limpeza do pasto e o controle de espécies invasoras. No entanto, ela tende a gerar efeitos adversos, incluindo a degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Em pastagens adequadamente manejadas, a queima não é necessária.

O Brasil cumpriu sua NDC em 2025?

O ano de 2025 marca o fim do primeiro ciclo de redução de emissões do Brasil no âmbito do Acordo de Paris. Em 2015, o país submeteu sua primeira Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) à UNFCCC, comprometendo-se a reduzir suas emissões em 37% até 2025 em relação aos níveis de 2005. Em 2020, uma mudança no inventário alterou as emissões do ano-base, elevando-as, e, como a meta não foi ajustada em seu percentual, o Brasil automaticamente se concedeu o direito de emitir até 460 milhões de toneladas de CO₂ equivalente a mais em 2025 do que o pretendido na NDC original (1,3 bilhão de toneladas líquidas de CO₂e)³. O governo foi processado por seis jovens ativistas pela “pedalada” de carbono. Em 2023, uma resolução do Comitê Interministerial sobre Mudança Climática devolveu a ambição da NDC original, fixando a meta para 2025 em 1,32 GtCO₂e absolutas⁴.

O presente relatório faz um exercício inédito de estimativa das emissões do ano de 2025 a fim de avaliar se o país cumpriu ou não seu primeiro ciclo

de metas no Acordo de Paris. Os dados de todos os setores foram extrapolados a partir da tendência de 2024, exceto o de MUT (Mudança de Uso da Terra e Florestas), para o qual foram utilizados os dados oficiais de desmatamento do Prodes-Inpe.

País fixou meta de 1,32 GtCO₂e líquidas

A estimativa das emissões do **setor agropecuário** na prévia de 2025 foi elaborada a

a partir de duas abordagens metodológicas: a primeira considerou a utilização do levantamento e previsão de produção para 2025 para as commodities agropecuárias contempladas no inventário, quando disponíveis e aplicáveis;

³ Observatório do Clima, NDC e “pedalada” de carbono: como o Brasil reduziu a ambição de suas metas no Acordo de Paris. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2020/12/ANA%CC%81USE-NDC-1012FINAL.pdf>

⁴ Resolução CIM no 5, de 14 de setembro de 2023.

a segunda considerou a aplicação da taxa média de crescimento estimada a partir da série histórica dos últimos dez anos. Nesse caso, a taxa de crescimento foi aplicada aos dados de produção referentes ao ano de 2024.

Na primeira abordagem, foram consideradas as projeções para 2025 relacionadas aos subsetores de fermentação entérica, especificamente para bovinos de corte criados em sistemas de confinamento, com base nos dados da DSM-Firmenich (Censo Tortuga). Para os subsetores de solos manejados e de queima de resíduos agrícolas, utilizaram-se os levantamentos de safra da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) para a cultura da cana-de-açúcar.

A segunda abordagem foi aplicada às demais fontes emissoras do setor agropecuário: rebanhos de bovinos de corte (não confinados), bovinos de leite,

demais espécies animais contempladas no inventário, uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados, aplicação de calcário e produções agrícolas, com maior ênfase no arroz cultivado em sistema irrigado. De maneira geral, os dados considerados nas estimativas são os mesmos utilizados nas coleções do SEEG, do IBGE, para os animais e áreas cultivadas, com exceção das áreas de produção de arroz no Rio Grande do Sul – cujo dado é oriundo da Embrapa Arroz e

As emissões projetadas para 2025 são 1,44 GtCO₂e – 9% acima da NDC

Feijão. Já os dados de fertilizantes e corretivos agrícolas são publicados pela Anda e Abracal, respectivamente.

As emissões foram estimadas em 640,4 MtCO₂e (GWP-AR5), aumento de 2,3% em relação a 2024. É um cenário conservador diante do crescimento do setor em 2025, conforme reportado pelos meios de comunicação especializados. No entanto, o aumento contrasta com a ligeira redução verificada em 2023 e 2024.

Para a elaboração de estimativas prévias e projeções de emissões para o ano de 2025 nos **setores de energia e Piup**, foram utilizadas bases de dados mensais de produção ou consumo de energia ou materiais energointensivos. As informações disponíveis cobriam o período de janeiro até, no máximo, outubro de 2025. Sobre essas informações, foram aplicados fatores de emissão médios referentes a determinados combustíveis e/ou atividades.

Por exemplo, primeiramente foram levantadas as vendas de gasolina em 2025, e, em seguida, aplicou-se o fator de emissão de CO₂ para a queima desse combustível fóssil, obtendo-se uma estimativa simplificada de emissões até o último mês disponível. Números referentes ao restante do período foram projetados conforme as médias mensais até então observadas para 2025.

Nos subsetores sem nenhum dado disponível, aplicou-se o crescimento médio projetado do PIB brasileiro para 2025 (2%) sobre as emissões calculadas para 2024 na coleção 13 do SEEG. Nesse processo, as seguintes bases de dados foram utilizadas:

- A** Vendas mensais de combustíveis divulgadas pela ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
- B** Produção, exploração e refino de petróleo e produção de gás natural mensal, também disponibilizados pela ANP
- C** Geração termelétrica mensal, provenientes do ONS - Operador Nacional do Sistema
- D** Produção de aço mensal, publicada no portal do Instituto Aço Brasil.

Com base nos dados disponíveis, as emissões projetadas para o setor de energia serão 14 MtCO₂e maiores em 2025 do que em 2024, o que representa um aumento de cerca de 3%. No setor de processos industriais, em razão da redução da produção de aço observada nos primeiros trimestres, o cresci-

mento projetado para 2025 foi mais tímido, de aproximadamente 0,4% em comparação com o ano anterior.

Emissões por energia cresceram 38% em 20 anos

Para a estimativa do **setor de resíduos** foram usadas como referência as estimativas de população do IBGE para o ano de 2025, a partir das quais estimou-se a quantidade de resíduos gerados, assumindo a mesma taxa per capita de geração do ano anterior,

a quantidade de carga orgânica oriunda de efluentes domésticos e a quantidade de resíduos de serviços de saúde gerados. Já para estimar a produção industrial, foi adotada a premissa de que o crescimento seria compatível com o comportamento do PIB industrial. Por fim, considerou-se que não devem ser observadas grandes alterações em termos de rotas tecnológicas e de

tratamento adotadas, mantendo-se as taxas de apresentadas no ano de 2024.

Em 2025, projetou-se para o setor a emissão de 97,8 MtCO₂e, o que representa um crescimento de 2,2% em relação ao ano anterior, sendo o principal

aumento observado na disposição final, marcado pelo aumento na quantidade de resíduos gerados e coletados em 2024 e 2025.

Quanto mais o desmatamento cai, mais os outros setores precisam cortar

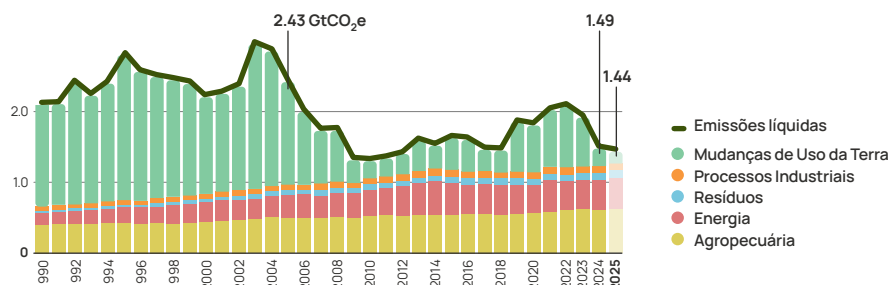
Num contexto de implementação de medidas mitigação, previa-se que as emissões do setor já comesçassem a apresentar uma redução, muito relacionada com o aumento mais acentuado na recuperação do metano em aterros sanitários e a implementação

de ações de valorização de resíduos sólidos com foco em aumentar as taxas de recicláveis e de compostagem. No entanto, os resultados das estimativas apresentadas na atual coleção e a projeção para 2025 indicam que as emissões no setor de resíduos devem seguir aumentando.

Para o **setor de mudança de uso da terra**, as emissões por desmatamento em 2024 da Amazônia e do Cerrado foram multiplicadas pela proporção de mudança nas taxas de desmatamento nesses dois biomas entre 2024 e 2025 segundo o Prodes (uma queda de 11% em ambos). As emissões brutas por desmatamento foram de 886 MtCO₂e, sendo 467 MtCO₂e na Amazônia e 183 MtCO₂e, no Cerrado. O desmatamento dos outros biomas foi considerado constante entre 2024 e 2025. Apesar da diferença no ano-calendário usado pelo Prodes e pelo SEEG, o dado do Prodes é o melhor indicativo disponível para se estimar as tendências do desmatamento no país e, geralmente, as tendências são consistentes entre as duas iniciativas. Descontando-se as remoções por vegetação secundária e áreas protegidas, que é o que o governo considera para fins de cumprimento da NDC, as emissões líquidas projetadas para 2025 do setor MUT foram de 167 MtCO₂e.

No agregado, portanto, o SEEG calcula em 1,44 GtCO₂e líquidas as emissões do Brasil em 2025. O número é 9% maior do que a meta da NDC. O país, portanto, chega muito perto de cumprir sua meta, como mostra a figura 24. O dado final de 2025, que será conhecido no fim deste ano, permitirá dizer se fizemos o gol ou batemos na trave.

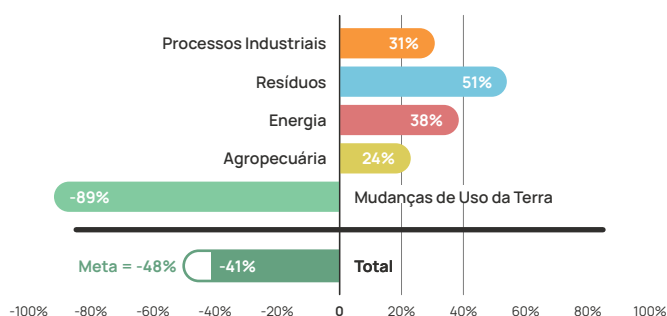
FIGURA 24 - EMISSÕES LÍQUIDAS
PROJETADAS POR SETOR E META DA NDC



O dado, porém, revela fatos importantes sobre a maneira como o Brasil tem implementado seus compromissos climáticos. O primeiro deles é que, nos 20 anos entre o ano-base da NDC e o fim de seu primeiro ciclo (2005 a 2025), o país conseguiu um feito notável: reduzir as emissões por mudança de uso da terra em 90%, sobretudo graças à expressiva queda nas taxas de desmatamento na Amazônia. Mesmo com o descontrole deliberado do desmatamento entre 2019 e 2022, quando o Brasil retrocedeu no cumprimento da NDC e as emissões totais subiram (19% em 2019, 8% em 2021 e 2% em 2022), o governo Lula 3 conseguiu retomar o controle sobre a devastação na Amazônia e no Cerrado, reduzindo as taxas de desmatamento pela metade nos três primeiros anos de mandato. Isso demonstra que o kit de políticas públicas aplicado nos primeiros anos do PPCDAm (Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal) ainda funciona, e o Brasil dominou a fórmula da redução do desmate – o que abre o caminho para vislumbrar o desmatamento zero em 2030, como prometido pelo presidente e determinado pelo Balanço Global do Acordo de Paris.

O segundo fato, porém, é menos auspicioso: desde 2009, quando o país registrou a maior queda de emissões da série histórica, a poluição climática total gerada pelo país subiu 15%. Nos últimos 20 anos, à exceção do uso da terra, todos setores da economia brasileira tiveram aumento de emissão – expressivo, em alguns casos. No setor de resíduos o crescimento foi de 51% e, no de energia, de 38% (Figura 25). Isso mostra que o controle de emissões no país está integralmente nas costas do setor de mudança de uso da terra: ou seja, o Ibama ainda é o grande mitigador de gases de efeito estufa do Brasil.

FIGURA 25 - VARIAÇÃO DAS EMISSÕES DE 2005 A 2025



Tal situação é insustentável à medida que o país avança rumo a metas mais estritas em 2030 (1,2 GtCO₂e) e 2035 (1,05 GtCO₂e ou 850 GtCO₂e). Quanto mais as taxas de desmatamento caem, mais os outros setores precisarão contribuir para que o país atinja suas metas, ou emissões negativas significativas serão necessárias. Esse balanço fica claro no Plano Clima, cujo sumário executivo foi lançado pelo governo em fevereiro de 2026: enquanto o setor de mudança de uso da terra em áreas públicas precisa produzir uma redução de emissões de 155% para ser compatível com o nível inferior de ambição da NDC (com remoções líquidas de 248 milhões de toneladas de CO₂ equivalente), no setor de energia as emissões podem aumentar 44%⁵. As projeções do SEEG mostram que os outros setores, em especial energia e agropecuária, precisam contribuir com reduções de emissão nos próximos anos.

As próprias reduções do desmatamento encontram-se ameaçadas nos próximos anos, por ações do próprio governo. No começo de 2026, enquanto este relatório era escrito, era iminente a pavimentação da rodovia BR-319, que liga Porto Velho a Manaus. O chamado “trecho do meio” da estrada, de cerca de 400 km de extensão, teve sua licença prévia concedida ilegalmente durante o governo Bolsonaro, o que fez o desmatamento disparar 122% já no ano seguinte no entorno da estrada⁶, e uma projeção da UFMG estimou em 8 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente a emissão por desmate induzido pela estrada até 2050. A licença prévia foi suspensa pela Justiça após ação

5 Governo do Brasil, Plano Clima 2024-2035 - Sumário Executivo. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/mudanca-do-clima/sumario-executivo-plano-clima.pdf>

6 Observatório do Clima, Desmatamento na BR-319 cresce 122% após anúncio de asfalto. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/desmatamento-na-br-319-cresce-122-apos-anuncio-de-asfalto/>

do Observatório do Clima. No entanto, em junho de 2025 o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério dos Transportes assinaram um acordo para viabilizar a pavimentação.

Para além da BR-319, mas igualmente facilitando-a, entrou em vigor em fevereiro de 2026 o novo marco legal brasileiro sobre licenciamento ambiental. A Lei

15.190/2025 e sua legislação companheira, a Lei 15.300/2025, flexibilizam critérios que definem empreendimentos sujeitos a licenciamento, deixando sua fixação a cargo de estados e municípios, e criam diversas isenções de licença ambiental, inclusive permitindo obras que impactem áreas indígenas não homologadas e territórios quilombolas não titulados. Ambas

deverão dificultar o controle do desmatamento no país e também facilitar emissões por uso de energia, além de, em tese, permitirem um aumento das emissões “ocultas” por exportação de petróleo, cuja exploração passa a ser regada por uma licença ambiental especial. A LAE, definida na Lei 15.300, também viabiliza explicitamente a pavimentação da BR-319.

BR-319 e lei de licenciamento jogam contra NDC

O Brasil entra no segundo ciclo de sua NDC, portanto, numa encruzilhada: se, por um lado, avançou no cumprimento de sua meta ao reduzir as taxas de desmatamento, por outro adota uma série de políticas e aprova leis que tendem a tornar essa redução mais difícil no futuro. Ao mesmo tempo, poupa de metas mais estritas setores que deveriam contribuir mais com a mitigação das mudanças climáticas nos próximos anos.

O empenho do país nos próximos anos – o mandato presidencial que se inicia em 2027 será o responsável por entregar a NDC de 2030 – será chave para definir se o país terá uma trajetória de emissões compatível com emissão líquida zero em 2050 (ou com emissão negativa em 2045, como postula o Observatório do Clima) ou se retrocederá na implementação do Acordo de Paris, com consequências para a economia, para a segurança da população e para sua credibilidade internacional.

Controle de emissões não pode ficar mais no colo das florestas



A coordenação técnica do SEEG é realizada por quatro instituições integrantes do OC, cada uma responsável por cada setor de emissão segundo suas expertises temáticas. O Ipam (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia) lidera os estudos sobre mudança de uso da terra, enquanto o Imaflora (Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola) foca na agropecuária. O Iema (Instituto de Energia e Meio Ambiente) aborda os setores de energia e processos industriais, e o ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade) contribui com expertise na gestão de resíduos.



Análise das emissões de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil

2025



OBSERVATÓRIO
DO CLIMA



Governos Locais
pela Sustentabilidade



iema
Instituto Estadual do Meio Ambiente
e Defesa do Patrimônio



imaflora



IPAM
Amazônia